

TA NOVITA SARI ANGGREINI_19110011.

by Julia Putri

Submission date: 31-Jul-2023 06:54AM (UTC-0700)

Submission ID: 2139530230

File name: TA_NOVITA_SARI_ANGGREINI_19110011.pdf (6.93M)

Word count: 78415

Character count: 348722

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG HOTEL
DELMARE 10 LANTAI TAHAN GEMPA DENGAN SISTEM GANDA
DI KOTA MATARAM**



Novita Sari Anggreini

19.11.0011

10

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA

SURABAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya**

oleh :

**Novita Sari Anggreini
19.11.0011**

Tanggal Ujian : 13 Juli 2023

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing

**Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, M.T.
NIK : 94245-ET**

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

**Johan Paing Heru Waskito, S.T., M.T.
NIP. 196903102005011002**

**Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.
NIK : 93190-ET**

1
LEMBAR PENGESAHAN REVISI TUGAS AKHIR

Judul : Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel Delmare 10 Lantai Tahan

Gempa dengan Sistem Ganda di Kota Mataram

Nama : Novita Sari Anggreini

NPM : 19110011

Tanggal Ujian : 13 Juli 2023

Disetujui oleh:

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK : 93190-ET

Danang Setiya Raharja, S.T., M.T.

NIK : 22866-ET

Mengetahui
Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, M.T.

NIK : 94245-ET

**PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG HOTEL
DELMARE 10 LANTAI TAHAN GEMPA DENGAN SISTEM GANDA
DI KOTA MATARAM**

Nama Mahasiswa : Novita Sari Anggreini
NPM : 19.11.0011
Program Studi : Teknik Sipil FT-UWKS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. H. Soerjandani PM., M.T.

Abstrak

Perencanaan struktur gedung bertingkat tinggi di Kota Mataram karena berada ke dalam kategori desain seismik D, harus dilakukan dengan memperhitungkan beban lateral akibat gempa. Oleh sebab itu, gedung Hotel Delmare 10 lantai direncanakan menggunakan sistem ganda, serta mengacu pada peraturan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019 agar struktur bangunan tahan terhadap gempa. Sistem ganda dipilih karena memiliki kelebihan antara lain memberikan kemampuan struktur yang lebih baik untuk menahan beban terutama beban gempa akibat adanya interaksi antara sistem rangka pemikul momen khusus dengan dinding geser yang menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya suatu struktur bangunan. Perencanaan meliputi komponen struktur gedung dan pemodelan serta analisis desain struktur menggunakan program struktur. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh gedung Hotel Delmare memenuhi persyaratan gedung tahan gempa, dimana sistem rangka pemikul momen khusus telah mampu memikul paling sedikit $25,65\% \geq 25\%$ gaya seismik desain dan dinding geser menerima gaya gempa maksimal $74,35\% \leq 75\%$ sesuai dengan peraturan SNI 1726-2019. Perencanaan dinding geser juga telah memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2019 dimana kekuatan aksial desain dari dinding struktur bernilai 247500 kN, lebih besar dibanding gaya aksial akibat beban yang terjadi, yaitu 2659,06 kN. Nilai simpangan antar lantai yang terjadi juga telah memenuhi persyaratan dalam peraturan SNI 1726-2019 dimana simpangan tingkat desain merata (δ) bernilai 23,66 mm, lebih kecil dibanding simpangan tingkat ijin (Δ_a) 80 mm.

Kata kunci : Struktur Beton Bertulang, Hotel Delmare, Sistem Ganda, SRPMK, Gempa, Mataram

**REINFORCED CONCRETE STRUCTURE PLANNING OF 10 FLOOR
EARTHQUAKE RESISTANT DELMARE HOTEL BUILDING WITH DUAL
SYSTEM IN MATARAM**

Name : Novita Sari Anggreini
NPM : 19.11.0011
Study Program : Civil Engineering FT-UWKS
Advisor : Dr. Ir. H. Soerjandani PM., M.T.

Abstract

A planning of high-rise building structure in Mataram which includes in D seismic design category, it should be carried out by considering the lateral load due to the earthquake. Therefore, the 10 floor Delmare Hotel building is planned by using a dual system, and refers to SNI 1726-2019 and SNI 2847-2019 regulations so the structure of the building is earthquake resistant. The dual system was chosen because it has advantages, such as providing a better structure ability to resist the loads, especially the lateral loads because of the interaction between the special moment resisting frame system and shear walls which increase the structural rigidity and absorb large shear forces along with the increasing height of a building structure. The planning includes the building structural components, modeling and structural design analysis using a structural program. Based on the results of calculations that have been carried out, it is obtained that the Delmare Hotel building meets the requirements of an earthquake-resistant building, where the special moment-resisting frame system is capable of carrying at least $25,65\% \geq 25\%$ of the seismic force design and the shear walls receive a maximum lateral load of $74,35\% \leq 75\%$ in accordance with SNI 1726-2019 regulations. The shear wall design also meets the requirements in SNI 2847-2019 where the design of axial forces of the shear wall is 247500 kN, greater than the axial force due to the load that has occurred, which is 2659,06 kN. The interstory drift that occurred also meet the requirements in the SNI 1726-2019 regulations where the drift design level average (δ) is 23,66 mm, smaller than the allowable story drift limits (Δa) that is 80 mm.

Keyword : Reinforced Concrete Structure, Delmare Hotel, Dual System, SRPMK, Earthquake, Mataram

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir **“Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel Delmare 10 Lantai Tahan Gempa dengan Sistem Ganda di Kota Mataram”**.

Dalam prosesnya, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis dalam kesempatan ini dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga karunia Tuhan Yang Maha Esa dilimpahkan dan diberikan kepada:

1. Bapak Johan Paing Heru Waskito, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta masukan atas penulisan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan tepat waktu.
4. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T. dan Bapak Danang Setiya Raharja, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap Tugas Akhir penulis.
5. Ibu Dr. Ir. Hj. Titien Setiyo Rini, M.T. selaku dosen wali saya.
6. Teristimewa kepada keluarga yang sangat saya cintai, Ibunda Umu Kulsum, Alm. Ayahanda Prajitno, Mas Edwin Agus Prasetyo dan Mbak Ristra Ayu Martha yang selalu memberikan doa dan kasih sayang, dukungan moril serta materi setiap harinya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Teruntuk Anisah Firdaus Rahmawati, sebagai teman, sahabat, saudara, keluarga dan orang terdekat saya. Terimakasih karena telah kebersamai dan selalu ada, melewati suka maupun duka bersama-sama selama delapan tahun persahabatan kita.
8. Teruntuk sahabat terdekat, Alda dan Remita yang turut serta memberikan motivasi, semangat dan dukungan dalam suka maupun duka.
9. Teruntuk Alfiyah, Aulia dan Dimas yang selalu membantu dan memberikan semangat, dukungan dan menguatkan satu sama lain untuk dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir bersama-sama.

45
10. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

11. Teruntuk diri saya sendiri, terimakasih karena sudah bertahan dan berjuang sampai detik ini, menyelesaikan apa yang sempat dimulai.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
22

5
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN REVISI TUGAS AKHIR	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Wilayah Gempa	4
2.2 Sistem Ganda	5
2.3 Dinding Geser	6
2.3.1 Klasifikasi Dinding Geser	6
2.3.2 Fungsi Dinding Geser	7
2.3.3 Elemen Struktur Dinding Geser	7
2.3.4 Perilaku Dinding Geser	7
2.3.5 Perilaku Struktur Rangka Dinding Geser	8
2.4 Sistem Rangka Pemikul Momen	9
2.5 Persyaratan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	10
2.5.1 Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	10
2.5.2 Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	13
2.5.3 Joint Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	14
2.6 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Faktor Keutamaan Gempa	15

44	2.7 Klasifikasi Situs	17
	2.8 Analisis Respons Situs untuk Tanah Kelas Situs SF	18
	2.9 Menentukan Respon Spektra.....	20
	2.10 Kategori Desain Seismik	22
	2.11 Perencanaan Beban Gempa	24
	2.11.1 Periode Fundamental Pendekatan.....	24
	2.11.2 Distribusi Gaya Gempa	25
	2.11.3 Batasan Simpangan Antar Lantai	25
	2.11.4 Kombinasi Pembebanan	26
	2.12 Perencanaan Struktur Sekunder	26
	2.12.1 Perencanaan Pelat Satu Arah.....	26
	2.12.2 Perencanaan Pelat Dua Arah	29
	2.12.3 Balok Anak	30
	2.12.4 Balok Penggantung <i>Lift</i>	31
	2.13 Perencanaan Struktur Primer.....	31
	2.13.1 Perencanaan Balok Induk	31
	2.13.2 Perencanaan Kolom.....	33
	2.13.3 Dinding Struktural Khusus	34
	2.14 Perencanaan Pondasi	39
	2.14.1 Klasifikasi Pondasi	39
	2.14.2 Pondasi Tiang Pancang.....	40
	2.14.3 Perencanaan <i>Pilecap</i>	41
5	BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	43
	3.1 Data Perencanaan	43
	3.2 Diagram Alir Perencanaan	44
	3.3 Penjelasan Diagram Alir Perencanaan	45
1	BAB IV PRELIMINARY DESIGN	48
	4.1 <i>Preliminary Design</i>	48
	4.2 Dimensi Balok Induk	48
	4.3 Dimensi Balok Anak	49
	4.4 Dimensi Pelat	50
	4.4.1 Perencanaan Pelat Atap	50

4.4.2 Perencanaan Pelat Lantai	54
4.5 Dimensi Kolom	57
4.5.1 Perhitungan Beban Atap	58
4.5.2 Perhitungan Beban Lantai	58
4.5.3 Total Pembebanan	58
4.5.4 Menentukan Dimensi Kolom	59
4.6 Dimensi Dinding Geser	59
BAB V STRUKTUR SEKUNDER	60
5.1 Struktur Sekunder	60
5.2 Perencanaan Pelat Atap	60
5.2.1 Pembebanan Pelat Atap	60
5.2.2 Perhitungan Momen Pelat Atap	60
5.2.3 Perhitungan Penulangan Pelat Atap	62
5.2.4 Kontrol Kekuatan Pelat Atap	63
5.3 Perencanaan Pelat Lantai	64
5.3.1 Pembebanan Pelat Lantai	64
5.3.2 Perhitungan Momen Pelat Lantai	65
5.3.3 Perhitungan Penulangan Pelat Lantai	66
5.3.4 Kontrol Kekuatan Pelat Lantai	68
5.4 Kontrol Retak Pelat	68
5.4.1 Kontrol Retak Pelat Atap	68
5.4.2 Kontrol Retak Pelat Lantai	69
5.5 Perencanaan Tangga	69
5.5.1 Pembebanan Tangga	70
5.5.2 Analisa Statika Tangga	71
5.5.3 Penulangan Pelat Tangga	74
5.5.4 Penulangan Pelat Bordes	75
5.5.5 Perencanaan Balok Bordes	76
5.6 Perencanaan Balok Lift	80
5.6.1 Koefisien Kejut Beban Hidup Oleh Crane	81
5.6.2 Pembebanan Balok Penggantung Lift	81
5.6.3 Analisa Statika Balok Penggantung Lift	82

5.6.4	Penulangan Balok Penggantung Lift	84
5.7	Perencanaan Balok Anak Atap.....	88
5.7.1	Pembebanan Balok Anak Atap.....	90
5.7.2	Penulangan Lentur Balok Anak Atap	95
5.7.3	Penulangan Geser Balok Anak Atap	97
5.8	Perencanaan Balok Anak Lantai	98
5.8.1	Pembebanan Balok Anak Lantai	100
5.8.2	Penulangan Lentur Balok Anak Lantai	104
5.8.3	Penulangan Geser Balok Anak Lantai.....	106
8	BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER	109
6.1	Struktur Primer.....	109
6.2	Data Perencanaan Struktur Primer	109
6.3	Pembebanan	110
6.3.1	Menghitung Beban Gravitasi.....	110
6.3.2	Menghitung Beban Gempa.....	112
6.4	Perencanaan Balok Induk	121
6.4.1	Penulangan Lentur Balok Induk	121
6.4.2	Penulangan Geser Balok Induk	127
6.4.3	Penulangan Torsi Balok Induk	131
6.4.4	Pemutusan Tulangan Balok Induk.....	136
6.5	Perencanaan Kolom	137
6.5.1	Desain Tulangan Memanjang Kolom.....	138
6.5.2	Perhitungan Kuat Tekan Maksimal Rencana Kolom	141
6.5.3	Syarat Pendetailan	141
6.5.4	Pendetailan <i>Strong Column Weak Beam</i>	142
6.5.5	Perhitungan Tulangan <i>Confinement</i>	145
6.5.6	Perhitungan Tulangan Geser	147
6.5.7	Sambungan Lewatan Tulangan pada Kolom.....	149
6.5.8	Pemasangan Tulangan Kolom.....	149
6.6	Desain Hubungan Balok Kolom	150
6.6.1	Desain Hubungan Balok Kolom Terkekang Empat Balok.....	151
6.6.2	Desain Hubungan Balok Kolom Terkekang Tiga atau Dua Balok	152

6.7 Perencanaan Dinding Struktur	154
6.7.1 Dimensi Dinding Struktur	154
6.7.2 Kontrol Kekuatan Aksial Dinding Struktur.....	155
6.7.3 Desain Elemen Pembatas Dinding Struktural Khusus	155
6.7.4 Penulangan Dinding Struktur	159
BAB VII PERENCANAAN PONDASI	162
7.1 Beban Aksial Pondasi	162
7.2 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang	163
7.2.1 Spesifikasi Tiang Pancang.....	163
7.2.2 Daya Dukung Satu Tiang	164
7.2.3 Rencana Kebutuhan Tiang	165
7.2.4 Daya Dukung Tiang Kelompok.....	167
7.2.5 Kontrol Beban Maksimum Satu Tiang Pancang	168
7.3 Perencanaan <i>Pile Cap</i>	170
7.3.1 Perencanaan <i>Pile Cap</i> Tipe 1	170
7.3.2 Penulangan <i>Pile Cap</i> Tipe 1	171
7.3.3 Perencanaan <i>Pile Cap</i> Tipe 2	174
7.3.4 Penulangan <i>Pile Cap</i> Tipe 2	175
7.4 Perencanaan Sloof	177
7.4.1 Tulangan Longitudinal Sloof.....	178
7.4.2 Tulangan Geser Sloof	179
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN	181
8.1 Kesimpulan	181
8.2 Saran	181
DAFTAR PUSTAKA	182
LAMPIRAN.....	184

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta Gempa Kota Mataram	1
Gambar 2. 1	Parameter Gerak Tanah S_S , Peta MCE_R Wilayah Indonesia	4
Gambar 2. 2	Parameter Gerak Tanah S_1 , Peta MCE_R Wilayah Indonesia	5
Gambar 2. 3	Struktur Gabungan Portal dan Dinding Geser	8
Gambar 2. 4	Luas Joint Efektif	15
Gambar 2. 5	Spektrum Respons Desain	22
Gambar 2. 6	Peta Transisi Periode Panjang, TL, Wilayah Indonesia	22
Gambar 3. 1	Tampak Depan Hotel Delmare	43
Gambar 3. 2	Denah Lantai 1 Hotel Delmare	44
Gambar 3. 3	Denah Lantai 2-10 Hotel Delmare	44
Gambar 3. 4	Diagram Alir Perencanaan	44
Gambar 4. 1	Perencanaan Pelat Atap	51
Gambar 4. 2	Penampang Balok Induk Pelat Atap	51
Gambar 4. 3	Penampang Balok Anak Pelat Atap	52
Gambar 4. 4	Perencanaan Pelat Lantai	54
Gambar 4. 5	Penampang Balok Induk Pelat Lantai	54
Gambar 4. 6	Penampang Balok Anak Pelat Lantai	56
Gambar 4. 7	<i>Tributary Area</i> Kolom	57
Gambar 5. 1	Tipe Pelat Atap	61
Gambar 5. 2	Tipe Pelat Lantai	65
Gambar 5. 3	Perencanaan Tangga	69
Gambar 5. 4	Tebal Pelat Tangga	70
Gambar 5. 5	Beban Mati pada Tangga dan Bordes	71
Gambar 5. 6	Beban Hidup pada Tangga dan Bordes	72
Gambar 5. 7	Gaya Momen pada Tangga	72
Gambar 5. 8	Gaya Geser pada Tangga	72
Gambar 5. 9	Gaya Dalam Bordes	73
Gambar 5. 10	Gaya Dalam Tangga	73
Gambar 5. 11	Gaya yang Bekerja pada Balok Bordes	77
Gambar 5. 12	Pembebanan Balok Penggantung <i>Lift</i>	82

Gambar 5. 13 Gaya Momen pada Balok Penggantung <i>Lift</i>	82
Gambar 5. 14 Gaya Geser pada Balok Penggantung <i>Lift</i>	82
Gambar 5. 15 Gaya Dalam Lapangan Balok Penggantung <i>Lift</i>	83
Gambar 5. 16 Gaya Dalam Tumpuan Balok Penggantung <i>Lift</i>	83
Gambar 5. 17 <i>Tributary Area</i> Pembebanan Balok Anak Atap	89
Gambar 5. 18 Pembebanan Trapezium T1 pada Balok Anak Atap	90
Gambar 5. 19 Pembebanan Trapezium T2 pada Balok Anak Atap	91
Gambar 5. 20 Pembebanan Trapezium T3 pada Balok Anak Atap	92
Gambar 5. 21 Pembebanan Segitiga S1 pada Balok Anak Atap	93
Gambar 5. 22 Pembebanan Segitiga S2 pada Balok Anak Atap	94
Gambar 5. 23 <i>Tributary Area</i> Pembebanan Balok Anak Lantai	99
Gambar 5. 24 Pembebanan Trapezium T1 pada Balok Anak Lantai	100
Gambar 5. 25 Pembebanan Trapezium T2 pada Balok Anak Lantai	101
Gambar 5. 26 Pembebanan Trapezium T3 pada Balok Anak Lantai	102
Gambar 5. 27 Pembebanan Segitiga S1 pada Balok Anak Lantai	102
Gambar 5. 28 Pembebanan Segitiga S2 pada Balok Anak Lantai	103
Gambar 6. 1 Distribusi Gaya Gempa Tiap Lantai pada Arah X dan Arah Y.....	115
Gambar 6. 2 Pemodelan dengan Program Struktur	117
Gambar 6. 3 <i>Output</i> Simpangan antar Lantai Arah X	118
Gambar 6. 4 <i>Output</i> Simpangan antar Lantai Arah Y	118
Gambar 6. 5 Diagram Geser Struktur Bergoyang ke Kanan	128
Gambar 6. 6 Diagram Geser Struktur Bergoyang ke Kiri	129
Gambar 6. 7 Pemutusan Tulangan Balok Induk	136
Gambar 6. 8 Kolom K1.....	137
Gambar 6. 9 Nomogram Faktor Kekakuan Kolom untuk Portal Tidak Bergoyang	139
Gambar 6. 10 Konfigurasi Penulangan Kolom.....	140
Gambar 6. 11 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Arah X	140
Gambar 6. 12 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Arah Y	141
Gambar 6. 13 Gaya Aksial pada Lantai Atas Kolom	142
Gambar 6. 14 Gaya Aksial pada Lantai Bawah Kolom.....	142
Gambar 6. 15 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Arah X	143
Gambar 6. 16 Lebar Efektif Balok T	144

Gambar 6. 17 Pemasangan Tulangan Kolom	149
Gambar 6. 18 Hubungan Balok Kolom yang Ditinjau	150
Gambar 6. 19 Hubungan Balok Kolom Terkekang Empat Balok	152
Gambar 6. 20 Hubungan Balok Kolom Terkekang Tiga atau Dua Balok	153
Gambar 6. 21 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Desain Kekuatan Dinding Struktur	156
Gambar 6. 22 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Desain Kekuatan Dinding Struktur dengan Elemen Pembatas	157
Gambar 6. 23 Penulangan Dinding Struktur dan Elemen Pembatas	161
Gambar 7. 1 Titik-Titik Perletakan.....	162
Gambar 7. 2 Konfigurasi Pondasi 6 Tiang	169
Gambar 7. 3 Statika Pile Cap Tipe 1	172
Gambar 7. 4 Statika Pile Cap Tipe 2	176
Gambar 7. 5 Denah Sloof	177
Gambar 7. 6 Konfigurasi Penulangan Sloof	178
Gambar 7. 7 Diagram Interaksi.....	179

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kekuatan Geser Nominal Joint V_n	14
Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa...	15
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa	17
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs	17
Tabel 2. 5 Koefisien Situs, F_a	19
Tabel 2. 6 Koefisien Situs, F_v	19
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek 0,2 Detik.....	23
Tabel 2. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	23
Tabel 2. 9 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	24
Tabel 2. 10 Simpangan Antar Lantai Tingkat Izin, $\Delta_a^{a,b}$	25
Tabel 2. 11 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang	26
Tabel 2. 12 A_s min untuk Pelat Satu Arah Nonprategang	28
Tabel 2. 13 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior (mm).....	29
Tabel 2. 14 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya	29
Tabel 2. 15 A_s min untuk Pelat Dua Arah Nonprategang	30
Tabel 2. 16 Tinggi Minimum Balok Nonprategang	32
Tabel 2. 17 Spasi Maksimum Tulangan Geser	32
Tabel 2. 18 Persyaratan Spasi Maksimum Tulangan Geser	34
Tabel 2. 19 Tulangan Transversal untuk Elemen Batas Khusus	38
Tabel 5. 1 Momen Pelat Atap.....	61
Tabel 5. 2 Momen Pelat Lantai.....	65
Tabel 6. 1 Berat Tiap Lantai.....	112
Tabel 6. 2 Perhitungan Penentuan Jenis Tanah Kota Mataram	113
Tabel 6. 3 Nilai Respon Spektra untuk Jenis Tanah Lunak di Kota Mataram.....	113
Tabel 6. 4 Distribusi Gaya Gempa pada Tiap Lantai	115
Tabel 6. 5 Nilai Simpangan Tiap Lantai	117

Tabel 6. 6 T-Rayleigh Arah X	118
Tabel 6. 7 T-Rayleigh Arah Y	119
Tabel 6. 8 Presentase Base Shear DS dan SRPMK	120
Tabel 6. 9 Resume Momen Balok Induk	121
Tabel 6. 10 Rekapitulasi Gaya Dalam Kolom	137
Tabel 6. 11 <i>Factored Loads</i> dan <i>Moment with Corresponding Capacities</i>	143
Tabel 6. 12 Resume Gaya pada Dinding Struktur	154
Tabel 7. 1 Nilai Beban Aksial (P).....	162
Tabel 7. 2 Rencana Jumlah Tiang.....	165
Tabel 7. 3 Kontrol Efisiensi untuk Daya Dukung Tanah	167
Tabel 7. 4 Kontrol Satu Tiang Pancang pada Satu Kelompok Tiang	169

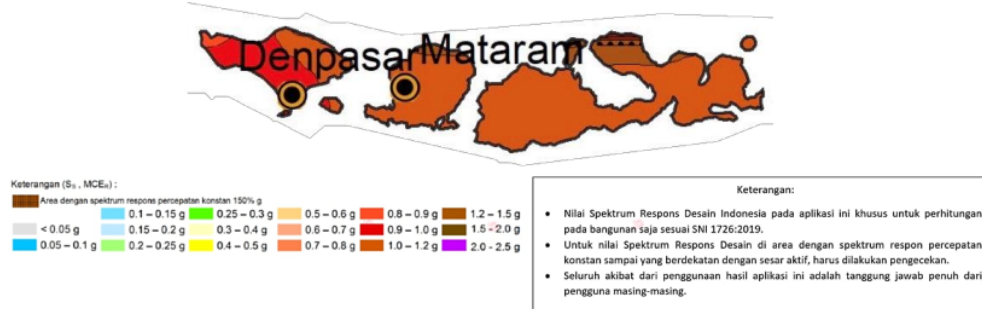
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Mataram merupakan ibu kota Provinsi Nusa Tenggara Barat yang dikenal memiliki keindahan alam dan budaya yang beragam yang dapat menarik minat wisatawan untuk datang dan berkunjung ke Kota Mataram. Melihat potensi yang tentunya dapat memberikan dampak positif berupa meningkatnya perekonomian warga Kota Mataram tersebut, maka direncanakan pembangunan Gedung Hotel Delmare 10 lantai yang dapat digunakan sebagai tempat tinggal sementara bagi para wisatawan yang datang berkunjung ke Kota Mataram. Gedung Hotel Delmare direncanakan berupa bangunan bertingkat ke atas dengan tujuan untuk menghemat lahan yang akan digunakan.

Kota Mataram diketahui termasuk ke dalam kategori desain seismik D di Indonesia dengan parameter gerak tanah (S_s) sebesar 1,0 – 1,2 g seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 1.1. Sehingga Gedung Hotel Delmare 10 lantai direncanakan menggunakan struktur tahan gempa. Sistem yang digunakan dalam perencanaan struktur tahan gempa dapat dilakukan dengan menggunakan sistem ganda. Adapun sistem ganda merupakan gabungan antara Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dengan Sistem Dinding Struktural (SDS). Menurut SNI 1726-2019 pasal 3.51.3, sistem ganda merupakan sistem struktur dengan rangka ruang lengkap untuk memikul beban gravitasi, sedangkan tahanan gempa disediakan oleh kombinasi Sistem Rangka Pemikul Momen dan dinding geser. Dalam sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik desain dan dinding geser akan menerima gaya gempa maksimal 75%. Tahanan gaya seismik total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding struktural dengan distribusi yang proporsional terhadap kekakuannya. (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2019).



Gambar 1.1 Peta Gempa Kota Mataram

21 Sistem dinding struktural adalah dinding yang berfungsi sebagai pengaku yang meneruskan hingga ke pondasi dan juga merupakan dinding inti untuk memperkaku seluruh bangunan yang dirancang untuk menahan gaya geser dan gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa bumi. Dinding struktural pada umumnya bersifat kaku, sehingga deformasi horizontal yang terjadi lebih kecil. (Setiawan dalam Firmansyah dan Machmoed, 2019). Sistem rangka pemikul momen terbagi menjadi 3, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa) yang memiliki koefisien modifikasi respon R sebesar 3, SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah) yang memiliki koefisien modifikasi respon R sebesar 5, dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) yang memiliki koefisien modifikasi respon R sebesar 8.

25 Gedung Hotel Delmare 10 lantai akan direncanakan menggunakan sistem ganda dan mengacu pada peraturan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Pemilihan sistem ganda dalam perencanaan gedung Hotel Delmare dikarenakan sistem ganda memiliki keunggulan yaitu menghasilkan struktur yang kuat dan efisien karena adanya perpaduan dari Sistem Rangka Pemikul Momen dengan dinding struktural yang mana ada dua jenis struktur yang berbeda perilaku dan sifatnya yang kemudian dikombinasikan sehingga menghasilkan struktur gedung dengan kemampuan yang lebih baik dalam menahan gempa (Hendra dkk., 2021).

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam perencanaan Gedung Hotel Delmare 10 Lantai, permasalahan yang akan diidentifikasi yaitu merencanakan Gedung Hotel Delmare 10 Lantai dengan menggunakan sistem ganda yang mengacu pada peraturan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung sehingga gedung mampu menahan gaya gempa.

8 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang perencanaan gedung Hotel Delmare di Kota Mataram, maka dapat diambil beberapa perumusan masalah, diantaranya yaitu:

- 1) Apakah perencanaan struktur gedung tahan gempa Hotel Delmare 10 lantai dengan menggunakan sistem ganda telah memenuhi persyaratan dalam SNI 1726-2019 dimana

SRPMK harus menerima paling sedikit 25% gaya seismik desain dan dinding geser akan menerima gaya gempa maksimal 75%?

- 2) Apakah kekuatan aksial dinding geser pada struktur gedung Hotel Delmare yang direncanakan dengan sistem ganda telah memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2019?
- 3) Apakah simpangan antar lantai dari gedung Hotel Delmare yang direncanakan dengan sistem ganda, telah memenuhi persyaratan dalam SNI 1726-2019?

1.4 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penulisan Tugas Akhir tentang Perencanaan Struktur Gedung Hotel Delmare 10 Lantai Beton Bertulang Tahan Gempa dengan sistem ganda di Kota Mataram adalah untuk menghasilkan struktur yang mampu menahan beban akibat gaya gempa sehingga tidak terjadi kegagalan struktur.

Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir tentang Perencanaan Struktur Gedung Hotel Delmare 10 Lantai Beton Bertulang Tahan Gempa dengan sistem ganda di Kota Mataram yaitu:

- 1) Menghasilkan struktur gedung Hotel Delmare 10 lantai tahan gempa yang sesuai dengan persyaratan sistem ganda dalam peraturan SNI 1726-2019.
- 2) Menghasilkan perencanaan dinding geser dengan kekuatan aksial yang memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2019.
- 3) Menghasilkan simpangan antar lantai dari gedung Hotel Delmare yang memenuhi persyaratan dalam SNI 1726-2019.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penyusunan Tugas Akhir terkait perencanaan struktur gedung Hotel Delmare 10 lantai ini adalah diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang perencanaan struktur gedung bertingkat tahan gempa dengan metode sistem ganda bagi para pembaca.

1.6 Batasan Masalah

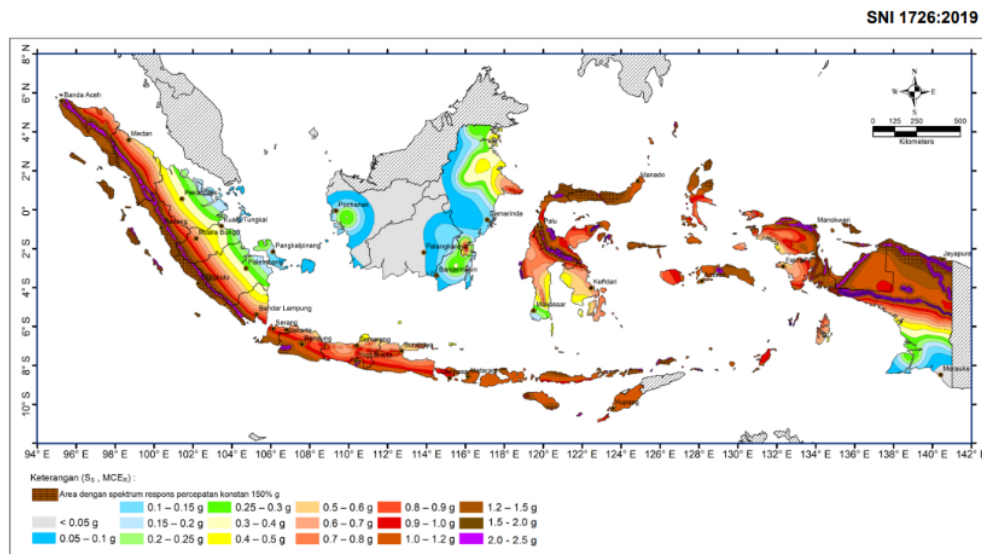
Untuk menghindari melebarnya pembahasan yang dapat menimbulkan penyimpangan permasalahan, maka diberikan batasan masalah antara lain perencanaan tidak meninjau aspek perhitungan biaya bangunan dan metode pelaksanaan konstruksi. Perencanaan juga tidak meninjau sistem utilitas bangunan seperti pekerjaan finishing, manajemen konstruksi, sanitasi, instalasi kelistrikan, serta arsitektur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

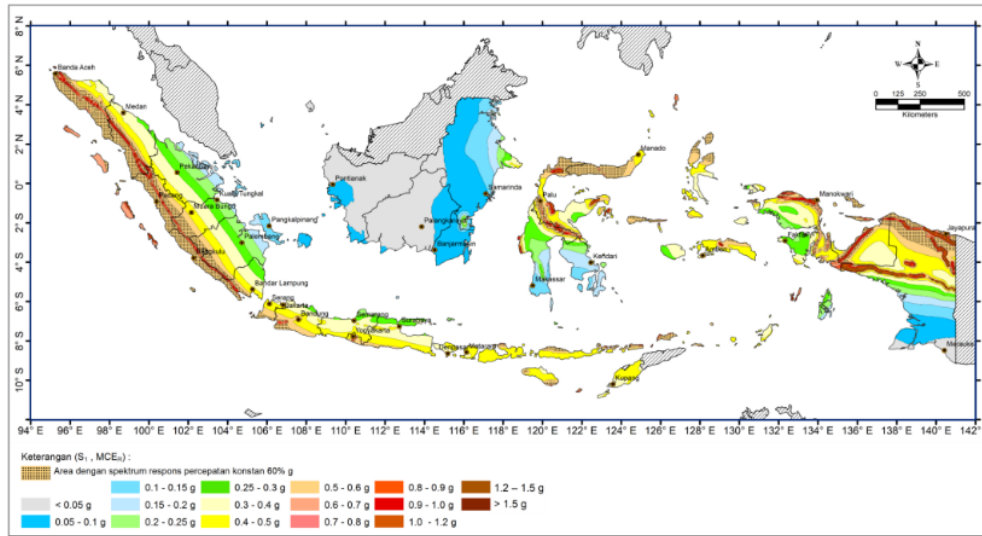
2.1 Wilayah Gempa

Secara umum, seluruh wilayah Indonesia diketahui rawan terhadap gempa bumi mengingat letak geografis Indonesia yang berada di antara tiga lempeng tektonik aktif utama dunia (Indo-Australia, Pasifik dan Eurasia) dunia yang masih aktif bergerak. Gempa bumi merupakan peristiwa berupa terjadinya getaran akibat pergerakan yang terjadi dalam inti bumi akibat adanya pelepasan energi secara tiba-tiba yang dapat menimbulkan gelombang seismik yang menyebabkan terjadinya getaran pada permukaan bumi (Bahri dan Mungkin, 2019). Sebagaimana tercantum dalam SNI 1726-2019 Pasal 6.1.2 wilayah gempa ditetapkan berdasarkan parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek 0,2 detik) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik). Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 15, klasifikasi wilayah gempa didasarkan dengan menggunakan peta gempa berwarna dimana setiap warna menunjukkan parameter S_s dan S_1 yang berbeda untuk tiap besaran spektrum respon percepatan.



15
Gambar 2.1 Parameter Gerak Tanah S_s , Peta MCE_R Wilayah Indonesia

SNI 1726:2019



15
Gambar 2.2 Parameter Gerak Tanah S₁, Peta MCE_r Wilayah Indonesia 13

Dalam peta zonasi gempa wilayah Indonesia (Gambar 2.1 dan Gambar 2.2), besaran parameter percepatan batuan dasar diwakili oleh setiap warna mulai dari warna biru cerah yang menunjukkan parameter terendah dan warna merah kecoklatan yang menunjukkan parameter yang paling tinggi. Daerah yang tidak berwarna (abu-abu) menunjukkan daerah yang tidak terpengaruh oleh gempa karena terletak jauh dari lempeng tempat pusat gempa bumi terjadi. Guna mencari nilai percepatan batuan dasar yang lebih akurat pada tiap kota atau titik koordinat tertentu, dapat dilihat melalui *link* <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id> yang dapat diakses dalam *website* Desain Spektra Indonesia.

2.2 Sistem Ganda

5
Sebagaimana disebutkan dalam SNI 1726-2019, sistem ganda merupakan sistem struktur dengan rangka ruang lengkap untuk memikul beban gravitasi, sedangkan tahanan terhadap gempa disediakan oleh kombinasi sistem rangka pemikul momen dan dinding geser. Pada sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul sekurang-kurangnya 25% gaya seismik desain. Tahanan gaya seismik total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser. 13
Struktur yang direncanakan dengan sistem ganda memiliki kemampuan yang tinggi dalam memikul gaya geser akibat adanya interaksi antara portal dengan dinding geser. Interaksi tersebut terjadi karena adanya perilaku defleksi yang berbeda dari kedua sistem tersebut (Soares, 2020).

Dalam SNI 1726 disebutkan bahwa sistem ganda terdiri dari 3, yaitu:

1. Rangka ruang memikul seluruh beban gravitasi.
2. Pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah dan mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral.
3. Kedua sistem harus direncanakan mampu memikul beban lateral secara bersama-sama dengan memperhatikan interaksi sistem ganda suatu sistem struktur dimana gaya-gaya lateralnya dipikul oleh rangka ruang pemikul momen yang bersifat daktail dan dinding geser dengan kekakuan relatifnya.

Struktur portal sebagai penahan gempa tidak efisien untuk membatasi defleksi lateral akibat gaya gempa, karena dimensi portal akan bertambah besar jika gedung direncanakan dengan bertingkat banyak. Dinding geser sebagai dinding struktural sangat efektif dalam memikul gaya lateral karena kekuatan dinding geser dapat mengontrol simpangan horizontal yang terjadi, selain itu dinding geser juga dapat mengontrol stabilitas struktur secara keseluruhan (Laksmi, 2019).

2.3 Dinding Geser

2.3.1 Klasifikasi Dinding Geser

Dinding geser merupakan struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Adapun fungsi utama dari dinding geser adalah untuk menahan beban-beban lateral seperti gaya gempa dan angin (Nashor, 2018). Letak dinding geser pada struktur bangunan gedung bergantung dari beberapa faktor diantaranya tinggi bangunan dan simetrisitas bangunan. Dinding geser pada struktur biasanya menggunakan mutu beton diatas $f_c' > 30$ MPa. (Sukma, 2018). Berdasarkan fungsi dan letaknya, dinding geser diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu:

1. *Bearing Wall*

Merupakan dinding geser yang juga mendukung sebagian besar beban gravitasi. Tembok-tembok ini juga memakai dinding pembatas antar bagian yang dekat.

2. *Frame Wall*

Yaitu dinding geser yang berguna dalam menahan beban lateral dan beban gravitasi yang beraasal dari portal bangunan. Tembok tersebut dapat dibangun diantara baris kolom.

3. Core Wall

Merupakan dinding geser yang terletak di dalam wilayah inti pusat dalam bangunan gedung. Dinding yang terletak di kawasan inti memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan paling ekonomis.

2.3.2 Fungsi Dinding Geser

Fungsi utama dari dinding geser yaitu sebagai penguat dan pengaku. Dinding geser diharapkan mampu memberikan kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya suatu struktur bangunan gedung. Selain itu, dinding geser juga berfungsi untuk menahan pengaruh gaya lateral berupa goyangan-goyangan yang terjadi pada bangunan akibat beban gempa.

2.3.3 Elemen Struktur Dinding Geser

Pada umumnya, dinding geser dikategorikan berdasarkan geometrinya sebagai berikut (Imran dalam Sukma, 2018):

1. Flexural Wall

Dinding langsing (*flexural wall*) yaitu dinding geser dengan rasio $hw/\ell w \geq 2$, dimana desain dinding dikontrol terhadap perilaku lentur.

2. Squat Wall

Dinding pendek (*squat wall*) yaitu dinding geser dengan rasio $hw/\ell w \leq 2$, dimana desain dinding dikontrol terhadap perilaku lentur.

3. Coupled Shear Wall

Dinding berangkai (*coupled shear wall*) yaitu dimana momen guling akibat gaya gempa ditahan oleh sepasang dinding geser yang dihubungkan dengan balok penghubung sebagai gaya tarik dan tekan yang bekerja pada tiap-tiap dasar dinding tersebut.

2.3.4 Perilaku Dinding Geser

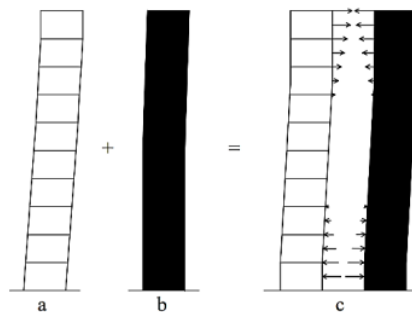
Dinding geser merupakan suatu subsistem gedung yang berfungsi untuk menahan gaya lateral akibat beban gempa. Keruntuhan yang terjadi pada dinding geser dapat diakibatkan karena terjadinya sendi plastis pada kaki dinding. Seiring dengan semakin tingginya suatu bangunan gedung, maka nilai simpangan horizontal yang terjadi akibat gaya gempa akan semakin besar, oleh sebab itu digunakan dinding geser pada struktur bangunan tinggi guna menambah kekakuan struktur sehingga nilai simpangan yang terjadi dapat berkurang. Dinding

geser juga berfungsi untuk mereduksi momen yang diterima oleh struktur rangka sehingga dimensi elemen-elemen struktur dapat dibuat lebih efisien pada struktur bangunan tinggi akibat gaya lateral yang terjadi. Kemampuan dinding geser dalam menahan gaya lateral, torsi dan momen guling tergantung dari konfigurasi, orientasi dan lokasi dinding geser pada suatu bangunan gedung.

2.3.5 Perilaku Struktur Rangka Dinding Geser

Semakin tinggi suatu bangunan gedung, penggunaan struktur rangka saja untuk menahan gaya lateral akibat beban gempa menjadi kurang ekonomis karena membuat dimensi struktur balok dan kolom yang dibutuhkan untuk menahan gaya gempa menjadi semakin besar. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral dapat digunakan kombinasi antara rangka pemikul momen dengan dinding geser (sistem ganda). Dalam sistem ganda, dinding geser dan kolom struktur akan dihubungkan secara kaku oleh balok-balok pada setiap lantainya (Nashor, 2018).

Dengan adanya hubungan yang kaku antara balok, kolom dan dinding geser secara menyeluruh pada bangunan, maka struktur rangka dan dinding geser akan bekerja sama dalam menahan beban yang bekerja baik itu beban gravitasi maupun beban gempa. Selain itu, simpangan yang dihasilkan akan jauh berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah lantai pada bangunan. Besarnya simpangan keseluruhan yang terjadi pada sistem rangka kaku dinding geser diperoleh dengan cara menggabungkan perilaku kedua elemen tersebut seperti yang terdapat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur Gabungan Portal dan Dinding Geser

a. Deformasi Mode Geser untuk Rangka Kaku

Pada suatu struktur rangka kaku, sudut deformasi terbesar terjadi pada dasar struktur dimana terjadi geser maksimum.

b. Deformasi Mode Lentur untuk Dinding Geser

Pada suatu struktur dinding geser, sudut deformasi terbesar terjadi pada bagian atas bangunan karena sistem dinding geser memberikan tingkat kekakuan paling kecil pada bagian atas bangunan.

c. Interaksi antara Rangka Kaku dan Dinding Geser

Perbedaan sifat defleksi antara struktur rangka kaku dengan dinding geser membuat dinding geser menahan simpangan rangka kaku pada bagian bawah, sehingga geser akibat gaya lateral akan diterima oleh sistem rangka pada bagian atas bangunan dan dipikul oleh dinding geser pada bagian bawah bangunan.

2.4 Sistem Rangka Pemikul Momen

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 3.50.4, dijelaskan bahwa sistem rangka pemikul momen merupakan sistem struktur rangka yang elemen-elemen struktur dan sambungannya menahan beban-beban lateral melalui mekanisme lentur. Seperti yang telah dikemukakan oleh Prof. Ir. Rachmat Purwono, M.Sc dalam bukunya “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa”, sistem rangka pemikul momen adalah suatu sistem rangka ruang dimana komponen-komponen struktur dan *joint*nya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Sistem rangka pemikul momen terbagi menjadi 3 (Karisoh dkk., 2018), yaitu:

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) atau elastik penuh, untuk daerah dengan kategori desain seismik A dan B. Keuntungan dari Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) adalah biaya yang murah dan arsitektural yang sederhana. Sedangkan kerugian dari sistem ini yaitu struktur sangat beresiko untuk mengalami keruntuhan apabila sewaktu-waktu terjadi perubahan kondisi alam yang mempengaruhi kondisi tanah yang ada.
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) atau daktail parsial, untuk daerah dengan kategori desain seismik A, B dan C. Keuntungan dari Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yaitu arsitektural yang sederhana dan tidak membutuhkan banyak perkuatan. Sedangkan kerugian dari sistem ini yaitu apabila terjadi perubahan kondisi alam yang mempengaruhi kondisi tanah yang ada, maka struktur dapat beresiko untuk mengalami kegagalan.
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) atau daktilitas tinggi, untuk daerah dengan kategori desain seismik D, E dan F. Keuntungan dari Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yaitu arsitektural yang sederhana. Sedangkan kekurangan dari sistem ini adalah pada pendetailan yang kompleks sehingga dapat mempersulit pengerjaan.

2.5 Persyaratan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Dalam ketentuan SRPMK, terdapat pendetailan khusus yang bertujuan untuk memastikan bahwa respon inelastis dari struktur bersifat daktail (Patrisko dkk., 2018). Adapun prinsip dari Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) antara lain yaitu:

1. *Strong column weak beam*, yaitu kuat lentur kolom direncanakan 1,2 kuat lentur balok sehingga kolom tidak mengalami leleh terlebih dahulu sebelum balok dengan harapan agar menghasilkan struktur bangunan yang stabil sekalipun beberapa komponen mengalami kerusakan akibat gempa. Apabila struktur bangunan memiliki kolom yang lemah, maka simpangan antar lantai yang terjadi akan cenderung terpusat pada satu lantai, namun apabila suatu struktur bangunan memiliki kolom yang sangat kuat maka simpangan antar lantai akan tersebar merata.
2. Menghindari kegagalan geser pada balok, kolom dan sambungan dengan cara pendekatan desain kapasitas, dimana gaya geser yang diperhitungkan tidak hanya gaya geser yang berasal dari beban gravitasi, melainkan juga mempertimbangkan beban geser yang berasal dari kapasitas momen maksimum balok pada saat balok mengalami yielding (kehilangan sifat elastis). Kegagalan geser terutama yang terjadi pada kolom akan berakibat fatal bagi struktur mengingat kemampuan satu kolom untuk menumpu semua lantai yang berada di atasnya.
3. Pendetailan khusus yang bertujuan untuk mendapatkan hasil struktur yang bersifat daktail. Adapun beberapa pendetailan dalam SRPMK antara lain yaitu:
 - Kekuatan geser dari beton (V_c) pada saat analisa kekuatan geser pada balok diabaikan, terutama pada balok dengan gaya aksial kecil, sehingga gaya geser hanya ditahan oleh tulangan.
 - Tulangan sengkang dipasang rapat pada bagian struktur yang mengalami kelelahan, terutama pada daerah hubungan balok-kolom.
 - Pendetailan pada daerah sambungan dilakukan untuk mencegah kegagalan pada daerah itu sendiri.

2.5.1 Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Adapun persyaratan untuk perencanaan komponen lentur dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang mengacu pada SNI 2847-2019 diantaranya:

1. Pasal 9.6.1.2

As min harus lebih besar dari $\frac{0,25\sqrt{f'c'}}{f_y} \cdot b_w \cdot d$ dan $\frac{1,4}{f_y} \cdot b_w \cdot d$

2. Pasal 18.6.1

Gaya tekan aksial terfaktor $P_u < \frac{A_g \cdot f'c'}{10}$

3. Pasal 18.6.2.1

Balok harus memenuhi persyaratan berikut:

- Bentang bersih $l_n \geq 4d$.
- Lebar penampang b_w harus sekurangnya nilai terkecil dari $0,3h$ dan 250 mm.
- Proyeksi lebar balok yang melampaui lebar kolom penumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari c_2 dan $0,75c_1$ pada masing-masing kolom.

4. Pasal 18.6.3.1

- Balok-balok harus memiliki setidaknya dua batang tulangan menerus pada sisi atas dan bawah penampang.
- Rasio tulangan ρ baik untuk tulangan atas maupun bawah tidak boleh melebihi $0,025$.

5. Pasal 18.6.3.2

- Kekuatan M_{nr^+} pada muka *joint* $> (1/2)M_{nr^-}$ pada muka *joint* tersebut.
- Kekuatan M_{nr^-} dan M_{nr^+} pada sebarang penampang di sepanjang bentang komponen struktur $> (1/4)M_n \max$ pada muka kedua *joint*.

6. Pasal 18.6.3.3

- Sambungan lewatan tulangan longitudinal diizinkan apabila sengkang pengekang atau spiral dipasang sepanjang sambungan lewatan.
- Spasi tulangan transversal yang melingkupi batang tulangan yang disambung-lewatan harus $< (d/4)$ dan < 100 mm.
- Sambungan lewatan tidak boleh digunakan pada lokasi dalam *joint*; dalam jarak $2 \times$ tinggi balok dari muka *joint*; dalam jarak $2 \times$ tinggi balok dari penampang kritis dimana pelelehan lentur dimungkinkan terjadi sebagai akibat deformasi lateral yang melampaui perilaku elastik.

7. Pasal 18.6.4.1

Sengkang pengekang harus dipasang pada daerah balok berikut:

- Sepanjang jarak yang sama dengan $2h$ balok yang diukur dari muka kolom penumpu ke arah tengah bentang di kedua ujung balok.

- Sepanjang jarak yang sama dengan $2h$ balok pada kedua sisi suatu penampang dimana pelelehan lentur dimungkinkan terjadi sebagai akibat deformasi lateral yang melampaui perilaku elastik.

8. Pasal 18.6.4.4

Sengkang pengekang pertama harus ditempatkan ≤ 50 mm dari muka kolom penumpu. Spasi sengkang pengekang tidak boleh melebihi nilai terkecil dari ketentuan berikut:

- $d/4$
- $6 \times$ diameter terkecil batang tulangan lentur utama, tidak termasuk tulangan longitudinal samping
- 150 mm

9. Pasal 18.6.4.6

Bila sengkang pengekang tidak diperlukan, sengkang dengan kait gempa pada kedua ujungnya harus dipasang dengan spasi $\leq (d/2)$ sepanjang bentang balok.

10. Pasal 18.6.4

- Batas atas pada spasi sengkang pengekang paling kecil adalah $(d/4)$, diameter 8 untuk batang longitudinal, $24 \times$ diameter sengkang pengekang, dan 300 mm.
- Spasi tulangan longitudinal yang tertumpu secara lateral tidak boleh melebihi 350 mm.

11. Pasal 18.6.5.1

Gaya geser desain V_e harus dihitung dari tinjauan gaya-gaya pada bagian balok di antara kedua muka *joint*. Momen-momen dengan tanda berlawanan yang terkait dengan kekuatan momen lentur maksimum yang mungkin terjadi, M_{pr} , harus diasumsikan bekerja pada muka-muka *joint* dan balok dibebani dengan beban gravitasi tributary terfaktor di sepanjang bentangnya.

12. Pasal 18.6.5.2

Tulangan transversal sepanjang daerah yang diidentifikasi dalam 18.6.4.1 harus didesain untuk menahan geser dengan mengasumsikan $V_c = 0$ bilamana kedua persyaratan di bawah terpenuhi:

- Gaya geser akibat gempa yang dihitung sesuai 18.6.5.1 mewakili setidaknya setengah kekuatan geser perlu maksimum dalam bentang tersebut.
- Gaya tekan aksial terfaktor P_u termasuk pengaruh gempa kurang dari $\frac{A_g \cdot f_c'}{20}$

2.5.2 Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Adapun persyaratan untuk perencanaan komponen terkena beban lentur dan aksial pada sistem rangka pemikul momen khusus yang mengacu pada SNI 2847-2019 antara lain:

1. Pasal 18.7.2.1

Kolom-kolom harus memenuhi persyaratan berikut:

- Dimensi penampang terkecil, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak kurang dari 300 mm.
- Rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegak lurus nya $\geq 0,4$.

2. Pasal 18.7.3.2

Kekuatan lentur kolom harus memenuhi $\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb}$.

$\sum M_{nc}$ adalah jumlah kekuatan lentur nominal kolom-kolom yang merangka ke dalam *joint*, yang dievaluasi di muka-muka *joint*. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur terendah.

$\sum M_{nb}$ adalah jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam *joint*, yang dievaluasi di muka-muka *joint*.

3. Pasal 18.7.3.3

Apabila persamaan dalam pasal 18.7.3.2 tidak dipenuhi pada suatu *joint*, kekuatan dan kekakuan lateral kolom yang merangka ke dalam *joint* tersebut harus diabaikan pada saat menghitung kekuatan dan kekakuan struktur.

4. Pasal 18.7.4.1

Luas tulangan longitudinal A_{st} tidak boleh kurang dari $0,01A_g$ dan tidak lebih dari $0,06A_g$.

5. Pasal 18.7.4.3

Sambungan lewatan diizinkan hanya dalam daerah tengah tinggi kolom dan harus didesain sebagai sambungan lewatan tarik dan harus dilingkupi tulangan transversal.

6. Pasal 18.7.5.1

Panjang ℓ_0 tidak boleh kurang dari nilai terbesar antara persyaratan berikut:

- Tinggi kolom pada muka *joint* atau pada penampang dimana pelelehan lentur dimungkinkan terjadi
- (1/6) tinggi bersih kolom
- 450 mm

7. Pasal 18.7.5.3

Spasi tulangan transversal tidak melebihi nilai terkecil dari persyaratan berikut:

- (1/4) dimensi terkecil penampang kolom.
- 6 x diameter tulangan longitudinal kecil.
- S_0 yang dihitung dengan persamaan $S_0 = 100 + \left(\frac{350-hx}{3}\right)$

Nilai S_0 tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu kurang dari 100 mm.

8. Pasal 18.7.5.7

Jika tebal selimut beton di luar tulangan transversal pengekang yang ditetapkan berdasarkan 18.7.5.1, 18.7.5.5, dan 18.7.5.6 melebihi 100 mm, maka harus disediakan tulangan transversal tambahan dengan tebal selimut beton tidak melebihi 100 mm dan spasi tidak melebihi 300 mm.

2.5.3 Joint Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Detailing hubungan balok dan kolom memerlukan perhatian khusus mengingat pada pertemuan sambungan balok kolom memiliki konsentrasi tegangan yang tinggi apabila terkena gaya gempa. Dalam persyaratan umum SNI 2847-2019 terdapat beberapa pasal yang menjelaskan terkait detailing hubungan balok kolom, diantaranya:

1. Pasal 18.8.2.1 menyebutkan bahwa gaya-gaya pada tulangan longitudinal balok di muka joint harus dihitung dengan mengasumsikan tegangan pada tulangan tarik lentur adalah $1,25f_y$.
2. Pasal 18.8.2.3 menjelaskan bahwasanya apabila tulangan longitudinal balok diteruskan melalui joint balok-kolom, dimensi kolom yang paralel dengan tulangan balok tersebut tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok untuk beton normal (*normalweight*). Untuk beton ringan (*lightweight*), dimensinya tidak boleh kurang dari 26 kali diameter tulangan.
3. Pasal 18.8.4.1 tertulis bahwa kekuatan geser V_n joint harus sesuai dengan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kekuatan Geser Nominal Joint V_n

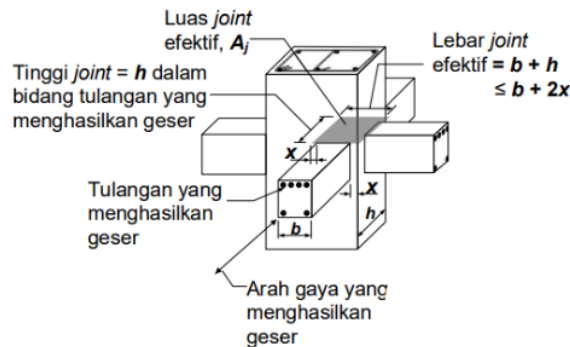
Konfigurasi Joint	V_n
Untuk joint yang terkekang oleh balok-balok pada keempat sisinya.	$1,7\lambda \sqrt{f'c'} A_j$
Untuk joint yang terkekang oleh balok-balok pada tiga sisinya atau dua sisi berlawanan.	$1,2\lambda \sqrt{f'c'} A_j$
Untuk kasus-kasus lainnya.	$1,0\lambda \sqrt{f'c'} A_j$

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 18.8.4.1 Pasal 18.8.4.1)

4. Pasal 18.8.3.2 menyebutkan bahwa apabila keempat sisi joint terdapat balok yang merangka kepadanya dan bila lebar dari setiap balok tersebut setidaknya tiga perempat

lebar kolom, maka jumlah tulangan yang diperlukan 18.7.5.4 diizinkan untuk direduksi setengahnya, dan spasi yang disyaratkan 18.7.5.3 diizinkan untuk ditingkatkan hingga 150 mm dalam ketinggian balok h yang terendah yang merangka pada *joint* tersebut.

5. Pasal 18.8.3.3 menjelaskan bahwa tulangan longitudinal balok yang berada di luar inti kolom harus dikekang oleh tulangan transversal yang menembus kolom dengan spasi sesuai 18.6.4.4, dan persyaratan 18.6.4.2 dan 18.6.4.3, jika pengekangan tersebut tidak diberikan oleh balok yang merangka ke dalam *joint*.
6. Pasal 18.8.5.4 menyatakan bahwa tulangan lurus yang berhenti pada *joint* harus melewati inti terkekang kolom atau elemen batas. Semua bagian ℓ_d yang tidak berada di dalam inti terkekang harus diperpanjang dengan faktor sebesar 1,6 kali.



Gambar 2. 4 Luas *Joint* Efektif

2.6 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko bangunan gedung merupakan kategori yang membedakan setiap gedung berdasarkan jenis pemanfaatannya dan juga risiko kerugian yang diterima apabila terjadi suatu kegagalan struktur. Pengaruh gempa rencana terhadap berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung harus dikalikan suatu faktor keutamaan gempa (I_e). Kategori risiko juga menjadi salah satu pertimbangan dalam penentuan kategori desain seismik. Dalam SNI 1726-2019, kategori risiko bangunan gedung dan faktor keutamaan gempa dijelaskan dalam Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> • Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan 	I

Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa
(lanjutan)

11 Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<ul style="list-style-type: none"> • Fasilitas sementara • Gudang penyimpanan • Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perumahan • Rumah toko dan rumah kantor • Pasar • Gedung perkantoran • Gedung apartemen/rumah susun • Pusat perbelanjaan/mall • Bangunan industry • Fasilitas manufaktur • Pabrik 	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bioskop • Gedung pertemuan • Stadion • Fasilitas Kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas penitipan anak • Penjara • Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk ke dalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pusat pembangkit listrik biasa • Fasilitas penanganan air • Fasilitas penanganan limbah • Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bangunan-bangunan monumental 	IV

19

Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa
(lanjutan)

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<ul style="list-style-type: none"> • Gedung sekolah dan fasilitas Pendidikan • Rumah ibadah • Rumah sakit dan fasilitas Kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat • Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya • Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat • Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat. • Struktur tambahan (termasuk Menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, Menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat. 	
<p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang termasuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 3 Pasal 4.1.2)

Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 4 Pasal 4.1.2)

2.7 Klasifikasi Situs

Sebagaimana tercantum dalam SNI 1726-2019 Pasal 5.1, klasifikasi situs digunakan untuk memberikan kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Profil tanah pada suatu situs harus diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 2.4, berdasarkan profil lapisan tanah 30 m paling atas.

Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	\bar{V}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{S}_u (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A

Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs

(lanjutan)

Kelas Situs	\bar{V}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{S}_u (kPa)
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, Kuat geser niralinir $\bar{S}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti SNI 1729-2019)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> • Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersedimentasi lemah • Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) • Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$) • Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{S}_u < 50$ kPa 		

CATATAN : N/A = tidak dapat dipakai

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 5 Pasal 5.3)

2.8 Analisis Respons Situs untuk Tanah Kelas Situs SF

Apabila terdapat kondisi yang terpenuhi dari beberapa kondisi di bawah, maka situs tersebut harus diklasifikasikan kedalam kelas situs SF. Dalam SNI 1726-2019 pasal 5.3.1 tertulis bahwa analisis respons situs untuk tanah kelas situs SF harus dilakukan, jika tidak, pengecualian-pengecualian di bawah terpenuhi. Adapun kondisi-kondisi yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Tanah yang rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat seismik seperti mudah likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersedimentasi lemah;

Pengecualian : Untuk struktur bangunan dengan periode getar fundamental $\leq 0,5$ detik, analisis respons spesifik-situs tidak diperlukan dalam menentukan percepatan spectral untuk tanah yang berpotensi likuifaksi. Sebagai gantinya, klasifikasi situs dapat ditentukan menggunakan nilai F_a dan F_v terbesar untuk situs kelas SD atau SE yang ditentukan dari Tabel 2.5 dan Tabel 2.6.

2. Lempung kadar organik tinggi dan/atau gambut, dengan ketebalan, $H > 3$ m;

3. Lempung dengan plastisitas yang sangat tinggi dengan ketebalan, $H > 7,5$ m, dengan indeks plastisitas $PI > 75$);
 Pengecualian : Analisis respons spesifik-situs tidak diperlukan untuk tanah lempung kategori ini jika kedua persyaratan berikut terpenuhi: (i) Nilai nilai F_a dan F_v ditentukan dari Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 untuk kelas situs SD atau SE dikalikan dengan faktor yang meningkat secara linear dari 1,0 pada $PI = 75$ sampai dengan 1,3 untuk $PI = 125$ dan 1,3 untuk $PI > 125$; dan (ii) Nilai S_{DS} dan S_{D1} yang didapat dari faktor skala F_a dan F_v tidak melebihi nilai batas atas untuk kategori desain seismik B yang ditentukan pada Tabel 2.7 dan Tabel 2.8.
4. Lempung lunak atau lempung dengan kekuatan sedang yang memiliki ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{S}_u < 50$ kPa.
 Pengecualian : Analisis respons spesifik-situs tidak diperlukan untuk lempung kategori ini jika kedua persyaratan berikut terpenuhi: (i) Nilai F_a dan F_v ditentukan dari Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 untuk kelas situs SE; dan (ii) Nilai S_{DS} dan S_{D1} yang didapat dari faktor skala F_a dan F_v tidak melebihi nilai batas atas untuk kategori desain seismik kategori B yang ditentukan pada Tabel 2.7 dan Tabel 2.8.

Tabel 2. 5 Koefisien Situs, F_a

Kelas Situs	Parameter Respons Spektra Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Terpetakan pada Periode Pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS ^(a)					

CATATAN : (a) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik.

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 6 Pasal 6.2)

Tabel 2. 6 Koefisien Situs, F_v

Kelas Situs	Parameter Respons Spektra Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Terpetakan pada Periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4

7
Tabel 2. 6 Koefisien Situs, F_v
 (lanjutan)

Kelas Situs	Parameter Respons Spektra Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Terpetakan pada Periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
5 SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS ^(a)					

CATATAN : (a) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik.

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 7 Pasal 6.2)

2.9 Menentukan Respon Spektra

Respon spektra merupakan suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik antara periode getar struktur T dan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan tempa tertentu. Dalam perencanaan suatu bangunan, diperlukan respon spektra sebagai suatu konsep pendekatan (Belo, 2015). Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 6.2, diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode pendek 0,2 detik dan periode 1 detik untuk menentukan respon spektra percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah. Adapun parameter respon spektra percepatan pada periode pendek 0,2 detik dan periode 1 detik yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (2.1)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \quad (2.2)$$

Keterangan:

S_{MS} = Parameter respon spektra percepatan pada periode pendek 0,2 detik

S_{M1} = Parameter respon spektra percepatan pada periode 1 detik

F_a = Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek 0,2 detik

F_v = Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik

S_s = Parameter respon spektra percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek 0,2 detik

S_1 = Parameter respon spektra percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1 detik

Dalam perumusan di atas, besarnya nilai koefisien situs F_a dan F_v ditentukan berdasarkan Tabel 2.5 dan Tabel 2.6.

Setelah besarnya nilai parameter respon spektra percepatan pada periode pendek 0,2 detik dan periode 1 detik diketahui, maka seismik selanjutnya yaitu menentukan besarnya nilai

parameter percepatan spektra desain untuk periode pendek 0,2 detik (S_{DS}) dan periode 1 detik (S_{D1}). Parameter percepatan spektra desain merupakan parameter yang akan dimasukkan ke dalam perencanaan koefisien respons seismik dan kategori desain seismik. Parameter percepatan spektra desain untuk periode pendek 0,2 detik (S_{DS}) dan periode 1 detik (S_{D1}) harus ditentukan melalui perumusan berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (2.3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (2.4)$$

Adapun prosedur penentuan respon spektra desain berdasarkan SNI 1726-2019 dibuat dengan mengikuti ketentuan berikut:

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain (S_a) harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{T}{T_0} \right) \quad (2.5)$$

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} .

3. Untuk periode lebih besar dari T_s tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L , respons spektra percepatan desain, S_a , diambil dari persamaan:

$$S_a = \frac{SD1}{T} \quad (2.6)$$

4. Untuk periode lebih besar dari T_L , respons spektra percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{SD1 \cdot TL}{T^2} \quad (2.7)$$

Keterangan:

S_{DS} = Parameter respons spektra percepatan desain pada periode pendek 0,2 detik

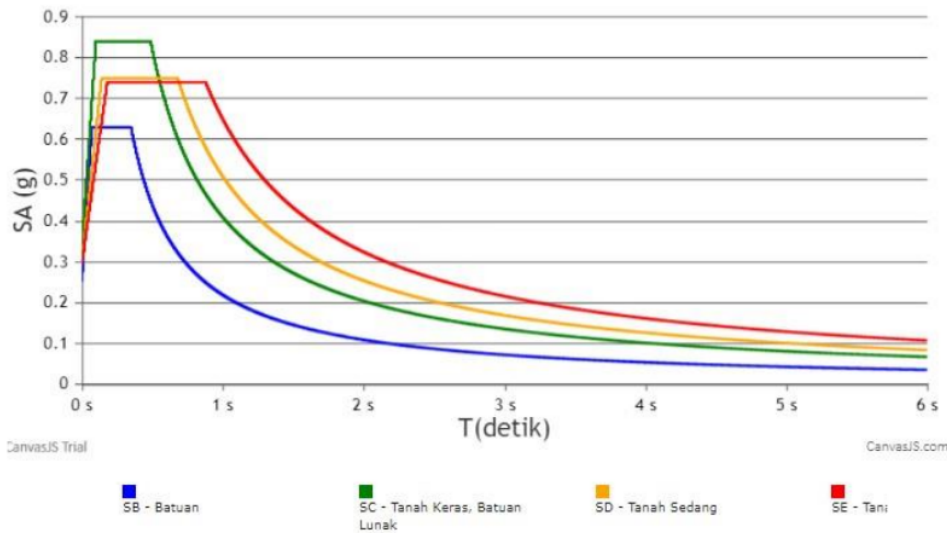
S_{D1} = Parameter respons spektra percepatan desain pada periode 1 detik

T = Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \cdot \frac{SD1}{SDS} \quad (2.8)$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS} \quad (2.9)$$

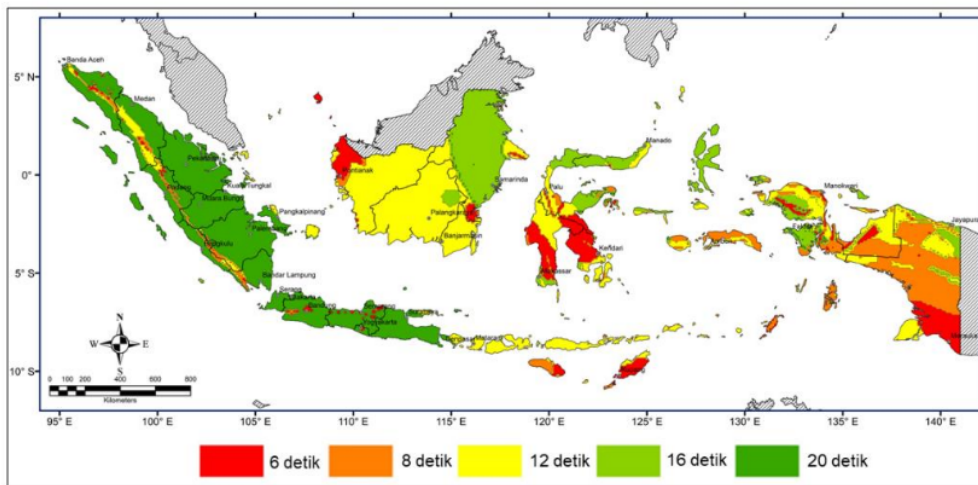
T_L = Peta transisi periode panjang



Gambar 2.5 Spektrum Respon Desain

(Sumber : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id>)

SNI 1726:2019



Gambar 2.6 Peta Transisi Periode Panjang, TL, Wilayah Indonesia

2.10 Kategori Desain Seismik

Menurut Belo (2015), kategori desain seismik merupakan kategori yang menentukan jenis sistem rangka yang akan digunakan dalam perencanaan sesuai dengan nilai S_{DS} , S_{D1} dan

kategori risiko gedung. Untuk menentukan kategori desain seismik suatu wilayah dapat dilakukan dengan mengacu pada Tabel 2.7 dan Tabel 2.8. Struktur dengan kategori risiko I, II, atau III yang memiliki faktor S_1 lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E. Sedangkan untuk Struktur dengan kategori risiko IV yang memiliki faktor S_1 lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F.

Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek 0,2 Detik

Nilai S_{DS}	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 8 Pasal 6.5)

Tabel 2. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik

Nilai S_{D1}	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 9 Pasal 6.5)

Berdasarkan SNI 1726-2019, dijelaskan apabila nilai S_1 kurang dari 0,75 maka kategori desain seismik diizinkan untuk ditentukan berdasarkan Tabel 2.7 saja, selain itu juga terdapat beberapa ketentuan yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Pada masing-masing dua arah seismik S_{SI} , perkiraan periode fundamental struktur yang digunakan, T_a , yang ditentukan adalah kurang dari $0,8T_s$.
2. Pada masing-masing dua arah seismik S_{SI} , periode struktur yang digunakan untuk menghitung simpangan antar lantai adalah kurang dari T_s .
3. Koefisien respons seismik, C_s yang dipakai yaitu menggunakan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2.10)$$

Keterangan:

S_{DS} = Parameter percepatan respon spektra desain dalam rentang periode pendek

R = Koefisien modifikasi respons

I_e = Faktor keutamaan gempa

4. Diafragma seismik S_{SI} adalah kaku, untuk diafragma yang fleksibel, jarak antar elemen seismik pemikul gaya seismik tidak melebihi 12 m.

2.11 Perencanaan Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dampak dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa. Dalam perencanaan suatu bangunan tahan gempa tentu perlu dilakukan perencanaan terhadap beban gempa pada wilayah tersebut, dengan begitu diharapkan struktur tidak akan mengalami kegagalan pada saat terjadi gempa.

2.11.1 Periode Fundamental Pendekatan

Periode fundamental merupakan komponen yang cukup penting untuk diketahui dalam proses perancangan struktur tahan gempa karena periode fundamental yang akan menentukan besarnya beban gempa yang akan diaplikasikan dalam perancangan sstruktur. Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2.1, periode fundamental pendekatan harus ditentukan dengan perumusan berikut:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (2.11)$$

Keterangan:

h_n adalah ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefien C_t dan x ditentukan dari Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x

Tipe Struktur	C _t	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 18 Pasal 7.8.2.1)

2.11.2 Distribusi Gaya Gempa

Pencarian nilai distribusi gaya gempa dilakukan berdasarkan gaya geser dasar seismik, V , yang dibagi sepanjang tinggi struktur gedung ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V = C_S \cdot W \quad (2.12)$$

Keterangan :

C_S = Koefisien respons seismik

W = Berat seismik efektif

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.3 gaya seismik lateral (F_x), di sebarang tingkat harus ditentukan menurut persamaan berikut:

$$F_x = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum W_i \cdot h_i^k} \cdot V \quad (2.13)$$

Keterangan:

F_x = gaya seismik lateral

w_i & w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (w) yang ditempatkan pada tingkat i atau x

h_i & h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m)

k = Eksponen yang terkait dengan periode struktur, $T_a \leq 0,5$ maka $k = 1$, dan $T_a > 0,5$ maka $k = 2$ atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

2.11.3 Batasan Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai merupakan pergeseran posisi (defleksi) yang terjadi antara pusat massa sebuah lantai dengan lantai lainnya akibat dari adanya penyerapan beban yang dialami oleh suatu struktur. (Belo, 2015). Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.12.1 menjelaskan bahwa simpangan antar lantai desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin (Δ_a) seperti yang disyaratkan pada Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2. 10 Simpangan Antar Lantai Tingkat Izin, $\Delta_a^{a,b}$

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}^c$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

(Sumber : SNI 1726-2019 Tabel 20 Pasal 7.12.1)

Tujuan dari pemberian batasan simpangan ini adalah agar struktur tidak terlalu melentur dan juga tidak terlalu kaku, karena struktur yang terlalu melentur memberikan efek tidak nyaman bagi penghuni sedangkan struktur yang terlalu kaku tidak bisa memberikan adanya tanda-tanda kerusakan struktur sehingga memberikan efek tidak aman bagi para penghuni gedung.

2.11.4 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 4.2.2.1, tertulis bahwa struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen pondasi harus didesain sedemikian hingga kuat rencananya sama dengan atau lebih dari pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi berikut:

1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L, \text{ atau } R)$
3. $1,2 D + 1,6 (L, \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4. $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L, \text{ atau } R)$
5. $0,9 D + 1,0 W$

2.12 Perencanaan Struktur Sekunder

Struktur sekunder yaitu bagian struktur gedung yang tidak menahan kekuatan secara penuh, namun tetap mengalami tegangan-tegangan akibat pembebanan yang mengenai bagian struktur tersebut secara langsung. Adapun dalam perencanaan struktur sekunder, komponen-komponen yang direncanakan antaralain adalah komponen pelat dan balok anak. Perencanaan struktur sekunder mengacu pada peraturan SNI 2847-2019 dengan ketentuan sebagai berikut:

2.12.1 Perencanaan Pelat Satu Arah

1. Pasal 7.3.1.1

Untuk pelat solid nonprategang yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, ketebalan keseluruhan pelat h tidak boleh kurang dari batas minimum pada Tabel 7.3.1.1 SNI 1726-2019, kecuali jika hasil hitungan pada batas lendutan 7.3.2 SNI 1726-2019 terpenuhi.

Tabel 2. 11 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang

Kondisi Tumpuan	h Minimum
Tumpuan sederhana	$l/20$
Satu ujung menerus	$l/24$

Tabel 2. 11 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang
(lanjutan)

Kondisi Tumpuan	h Minimum
Kedua ujung menerus	$\ell/28$
Kantilever	$\ell/10$

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 7.3.1.1 Pasal 7.3.1.1)

2. Pasal 7.3.1.1.1

Untuk f_y lebih dari 420 MPa, persamaan pada Tabel 2.10 harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y / 700)$.

3. Pasal 7.3.1.1.2

Untuk pelat nonprategang yang terbuat dari beton ringan dengan w_c berkisar antara 1440 hingga 1840 kg/m³, persamaan pada Tabel 2.10 harus dikalikan dengan nilai terbesar dari:

- $1,65 - 0,0003w_c$
- 1,09

4. Pasal 7.3.3.1

Batas regangan tulangan pada pelat nonprategang yaitu ϵ_t sekurang-kurangnya 0,004.

5. Pasal 7.4.2.1

Momen terfaktor untuk pelat yang dibangun menyatu dengan tumpuan, M_u di tumpuan diperkenankan dihitung pada muka tumpuan.

6. Pasal 7.4.3.1

Geser terfaktor untuk pelat yang dibangun menyatu dengan tumpuan, V_u di tumpuan diperkenankan dihitung pada muka tumpuan.

7. Pasal 7.4.3.2

Geser terfaktor untuk penampang antara muka tumpuan dan penampang kritis yang terletak sejauh d dari permukaan tumpuan untuk pelat nonprategang atau $h/2$ dari muka tumpuan untuk pelat prategang harus dirancang untuk memenuhi V_u pada penampang kritis jika persyaratan berikut terpenuhi:

- Reaksi perletakan, dalam arah geser yang terjadi, menimbulkan tekan ke daerah ujung pelat.
- Beban yang diberikan pada atau dekat permukaan atas pelat.
- Tidak ada beban terpusat antara muka tumpuan dan penampang kritis.

8. Pasal 7.5.1.1

Untuk setiap kombinasi beban terfaktor yang dipakai, kekuatan desain di semua penampang harus memenuhi $\phi S_n \geq U$ termasuk kesua persyaratan di bawah. Interaksi antara pengaruh beban harus diperhitungkan.

- $\phi M_n \geq M_u$
- $\phi V_n \geq V_u$

9. Pasal 7.6.1.1

Luas minimum tulangan lentur, A_s min, harus disediakan sesuai dengan Tabel 2.12.

Tabel 2.12 A_s min untuk Pelat Satu Arah Nonprategang

Tipe Tulangan	f_y , MPa	A_s min
Batang ulir	< 420	$0,0020A_g$
Batang ulir atau kawat las	≥ 420	Terbesar dari:
		$\frac{0,0018 \times 420}{f_y} A_g$ $0,0014A_g$

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 7.6.1.1 Pasal 7.6.1.1)

10. Pasal 7.6.3.1

Luas minimum tulangan geser, A_v min, harus disediakan pada semua penampang dimana $V_u > \phi V_c$.

11. Pasal 7.7.2.3

Spasi maksimum s untuk tulangan ulir harus kurang dari $3h$ dan 450 mm.

12. Pasal 7.7.3.3

Tulangan harus diteruskan melewati titik dimana tulangan tersebut tidak lagi diperlukan untuk menahan lentur dengan jarak setidaknya yang terbesar dari d dan $12d_b$, kecuali pada tumpuan sederhana dan kantilever.

13. Pasal 7.7.3.5

Tulangan tarik lentur tidak boleh diputus di daerah tarik, kecuali memenuhi ketiga persyaratan berikut:

- $V_u \leq (2/3) \phi V_n$ pada titik putus (*cutoff*).
- Untuk tulangan D36 atau yang lebih kecil, luas tulangan yang diteruskan dua kali lipat dari luas yang dibutuhkan untuk lentur pada titik putus dan $V_u \leq (3/4) \phi V_n$.
- Luas sengkang berlebih yang diperlukan untuk geser disediakan di sepanjang pemutusan tulangan atau kawat sejarak $\frac{3}{4}d$ dari titik pemutusan tulangan. Luas sengkang berlebih harus tidak boleh kurang dari $W/0,41b_w s/f_{yr}$. Spasi s tidak boleh melebihi $d/(8\beta_b)$.

14. Pasal 7.7.8.3

Pada tumpuan sederhana dan titik balik, d_b untuk tulangan tarik momen positif harus dibatasi sedemikian rupa sehingga ℓ_d dapat memenuhi kedua persyaratan di bawah. Jika tulangan terputus melewati garis tengah tumpuan dengan ujung kait standar atau pengangkuran mekanis yang setidaknya setara dengan kait standar, maka kedua persyaratan di bawah tidak perlu dipenuhi.

- $\ell_d \leq (1,3M_n / V_u + \ell_a)$ jika ujung tulangan dikekang oleh reaksi tekan.
- $\ell_d \leq (M_n / V_u + \ell_a)$ jika ujung tulangan tidak dikekang oleh reaksi tekan.

2.12.2 Perencanaan Pelat Dua Arah

1. Pasal 8.3.1.1

Untuk pelat nonprategang tanpa balok interior yang membentang di antara tumpuan pada semua sisinya yang memiliki rasio bentang panjang terhadap bentang pendek maksimum 2, ketebalan pelat keseluruhan h tidak boleh kurang dari batasan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior (mm)

12 f_y , MPa	Tanpa Drop Panel			Dengan Drop Panel		
	Panel Eksterior		Panel Interior	Panel Eksterior		Panel Interior
	Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi		Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi	
280	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$	$\ell_n/40$	$\ell_n/40$
420	$\ell_n/30$	$\ell_n/33$	$\ell_n/33$	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$
520	$\ell_n/28$	$\ell_n/31$	9 $\ell_n/31$	$\ell_n/31$	$\ell_n/34$	$\ell_n/34$

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 8.3.1.1 Pasal 8.3.1.1)

2. Pasal 8.3.1.2

Untuk pelat nonprategang dengan balok membentang di antara tumpuan di semua sisi, ketebalan pelat keseluruhan h harus memenuhi batasan pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya

α_{fm}	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b)
		125	(c)

Tabel 2. 14 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya

(lanjutan)

α_{fm}	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d)
		90	(e)

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 8.3.1.2 Pasal 8.3.1.2)

3. Pasal 8.5.1.1

Untuk setiap beban kombinasi terfaktor yang berlaku, kekuatan desain harus memenuhi $\phi S_n \geq U$, dan mencakup keempat persyaratan di bawah. Hubungan antara pengaruh beban harus dipertimbangkan.

- $\phi M_n \geq M_u$ di semua penampang sepanjang bentang pada setiap arah.
- $\phi M_n \geq \gamma_r M_{sc}$ dalam b_{pelat} .
- $\phi V_n \geq V_u$ di semua penampang sepanjang bentang pada setiap arah untuk geser satu arah.
- $\phi v_n \geq v_u$ pada penampang kritis.

4. Pasal 8.6.1.1

Luas minimum tulangan lentur, $A_s \text{ min}$, harus disediakan di dekat muka tarik pada arah bentang yang ditinjau sesuai Tabel 2.15.

Tabel 2. 15 $A_s \text{ min}$ untuk Pelat Dua Arah Nonprategang

Jenis Tulangan	f_y , MPa	$A_s \text{ min}$, mm^2	
Batang ulir	< 420	$0,0020A_g$	
Batang ulir atau kawat las	≥ 420	Terbesar dari:	$\frac{0,0018 \times 420}{f_y} A_g$
			$0,0014A_g$

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 8.6.1.1 Pasal 8.6.1.1)

5. Pasal 8.7.2.2

Untuk pelat solid nonprategang, spasi maksimum s tulangan ulir longitudinal harus yang terkecil dari $2h$ dan 450 mm pada penampang kritis, dan yang terkecil dari $3h$ dan 450 mm pada penampang lainnya.

2.12.3 Balok Anak

Komponen balok anak adalah komponen yang berguna untuk mencegah lendutan pada pelat akibat luasan pelat yang terlalu besar sehingga dibutuhkan balok anak untuk meminimalisasikan besarnya lendutan yang terjadi (Nashor, 2018).

2.12.4 Balok Penggantung Lift

Beban yang bekerja pada balok penumpu merupakan beban akibat dari mesin penggerak lift + berat kereta luncur + perlengkapan, selain itu juga akibat bandul pemberat + perlengkapan. Dalam PPIUG 1983 Pasal 3.3.(3) tertulis bahwa beban keran yang membenani struktur pemikulnya terdiri dari berat sendiri keran ditambah dengan berat muatan yang diangkatnya, dalam kedudukan keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau. Sebagai beban rencana harus diambil beban keran tersebut dengan mengalikannya dengan suatu koefisien kejut yang ditentukan menurut rumus berikut:

$$\psi = (1 + k_1 \cdot k_2 \cdot v) \geq 1,15$$

Keterangan:

ψ = koefisien kejut yang nilainya tidak boleh diambil kurang dari 1,15

k_1 = kecepatan angkat maksimum dalam m/det pada pengangkatan muatan maksimum dalam kedudukan keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau, dan nilainya tidak perlu diambil lebih dari 1,00 m/det

k_2 = koefisien yang bergantung pada sifat-sifat mesin angkat dari keran angkatnya, dan dapat diambil sebagai berikut:

- Pada mesin listrik biasa atau mesin-mesin lain dengan sifat-sifat yang sejenis $k_2 = 1,0$
- Pada mesin sangkar asinkron dan mesin termis dengan kopling $k_2 = 1,3$
- Pada mesin dengan pembatas percepatan otomatis:
 - Dengan alat cengkeram $k_2 = 0,75$
 - Dengan alat kait $k_2 = 0,50$

2.13 Perencanaan Struktur Primer

Struktur primer merupakan komponen utama yang berfungsi untuk menahan beban gravitasi dan beban lateral (beban gempa). Adapun dalam perencanaan struktur primer, komponen-komponen yang direncanakan antaralain adalah komponen balok induk, kolom dan dinding geser. Perencanaan struktur sekunder mengacu pada peraturan SNI 2847-2019 dengan ketentuan sebagai berikut:

2.13.1 Perencanaan Balok Induk

1. Pasal 9.3.1.1

Tinggi balok minimum untuk balok nonprategang yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, ketebalan

keseluruhan pelat h tidak boleh kurang dari batas minimum pada Tabel 2.16.

Tabel 2. 16 Tinggi Minimum Balok Nonprategang

Kondisi Perletakan	Minimum h
Perletakan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 9.3.1.1 Pasal 9.3.1.1)

2. Pasal 9.3.1.1.1

Untuk f_y lebih dari 420 MPa, persamaan pada Tabel 2.16 harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$.

3. Pasal 9.3.1.1.2

Untuk balok nonprategang yang terbuat dari beton ringan dengan w_c berkisar antara 1440 hingga 1840 kg/m^3 , persamaan pada Tabel 2.16 harus dikalikan dengan nilai terbesar dari $1,65 - 0,0003w_c$ dan 1,09.

4. Pasal 9.3.3.1

Untuk balok nonprategang dengan $P_u < 0,10 \cdot f_c'$. A_g , ϵ_t sekurang-kurangnya 0,004.

5. Pasal 9.5.1.1

Untuk setiap kombinasi beban terfaktor yang dipakai, kekuatan desain di semua penampang harus memenuhi $\phi S_n \geq U$ meliputi keempat persyaratan di bawah. Interaksi antara pengaruh beban harus diperhitungkan.

- $\phi M_n \geq M_u$
- $\phi V_n \geq V_u$
- $\phi T_n \geq T_u$
- $\phi P_n \geq P_u$

6. Pasal 9.7.6.2.2

Spasi maksimum tulangan geser harus sesuai dengan Tabel 2.17.

Tabel 2. 17 Spasi Maksimum Tulangan Geser

V_s	Maksimum s , mm		
		Balok Prategang	
$\leq 0,33 \sqrt{f_c'} bw d$	Terkecil dari:	Balok Nonprategang	
		$d/2$	$3h/4$
$> 0,33 \sqrt{f_c'} bw d$	Terkecil dari:	$d/4$	$3h/8$
		600	300

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 9.7.6.2.2 Pasal 9.7.6.2.2)

7. Pasal 9.7.6.3.2

Tulangan torsi longitudinal harus diteruskan sekurang-kurangnya $(b_t + d)$ melewati titik yang disyaratkan oleh analisis.

8. Pasal 9.7.6.3.3

Spasi tulangan torsi transversal tidak boleh melebihi $p_h/8$ dan 300 mm.

9. Pasal 9.7.6.4.3

Spasi tulangan transversal harus tidak melebihi sekurang-kurangnya ketiga persyaratan berikut:

- $16d_b$ tulangan longitudinal
- $48d_b$ tulangan transversal
- Dimensi terkecil balok

2.13.2 Perencanaan Kolom

1. Pasal 10.3.1.3

Untuk kolom dicor secara monolitik dengan dinding beton, batas luar penampang kolom efektif tidak boleh diambil lebih besar dari 40 mm di luar tulangan transversal.

2. Pasal 10.5.1.1

Untuk setiap kombinasi beban terfaktor yang ditetapkan, kekuatan desain pada semua penampang harus memenuhi $\phi S_n \geq U$, termasuk keempat persyaratan berikut. Interaksi antara efek beban harus dipertimbangkan.

- $\phi P_n \geq P_u$
- $\phi M_n \geq M_u$
- $\phi V_n \geq V_u$
- $\phi T_n \geq T_u$

3. Pasal 10.6.1.1

Untuk kolom nonprategang dan kolom prategang dengan nilai rata-rata $f_{pe} < 1,6$ MPa, luas tulangan longitudinal harus sekurang-kurangnya $0,01A_g$, namun tidak boleh melebihi $0,08A_g$.

4. Pasal 10.6.2.1

Luas minimum tulangan geser, $A_{v \min}$ harus disediakan di semua wilayah dimana $V_u > 0,5 \phi V_c$.

5. Pasal 10.6.2.2

Bila tulangan geser diperlukan, $A_{v \text{ min}}$ harus lebih besar dari:

- $0,062 \sqrt{f_c'} \frac{bws}{f_{yt}}$
- $0,35 \frac{bws}{f_{yt}}$

6. Pasal 10.7.3.1

Untuk kolom nonprategang dan kolom prategang dengan nilai rata-rata $f_{pe} < 1,6 \text{ MPa}$, jumlah minimum tulangan longitudinal adalah:

- Tiga dalam sengkang ikat segitiga
- Empat dalam sengkang ikat segi empat atau lingkaran
- Enam dalam sengkang spiral atau untuk kolom pada sistem pemikul momen khusus dalam sengkang spiral melingkar

7. Pasal 10.7.6.5.2

Spasi maksimum tulangan geser harus sesuai dengan Tabel 2.18.

Tabel 2.18 Persyaratan Spasi Maksimum Tulangan Geser

V_s	Maksimum s, mm		
		Balok Nonprategang	Balok Prategang
$\leq 0,33 \sqrt{f_c'} bw d$	Terkecil dari:	d/2	3h/4
		600	
$> 0,33 \sqrt{f_c'} bw d$	Terkecil dari:	d/4	3h/8
		300	

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 10.7.6.5.2 Pasal 10.7.6.5.2)

2.13.3 Dinding Struktural Khusus

Dinding struktural khusus merupakan suatu dinding struktural yang memiliki tingkat daktilitas penuh dan harus digunakan untuk struktur bangunan yang termasuk ke dalam kategori desain seismik D, E dan F. Menurut SNI 2847-2019 Pasal 18.10 mengatur mengenai dinding struktural khusus dan semua komponennya termasuk balok kopel dan pilar dinding yang merupakan sistem pemikul gaya seismik. Adapun persyaratan untuk dinding struktural khusus diantaranya:

1. Pasal 18.10.2.1

Rasio tulangan badan (*web*) terdistribusi, ρ_ℓ dan ρ_t , pada dinding struktural tidak boleh kurang dari 0,0025. Kecuali bila V_u tidak melebihi $0,083 \cdot A_{cv} \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}$. ρ_ℓ dan ρ_t diizinkan

4
untuk direduksi sesuai 11.6 SNI 2847-2019. Spasi tulangan untuk masing-masing arah pada dinding struktural tidak boleh melebihi 450 mm. Tulangan yang memberi kontribusi pada V_n harus menerus dan harus didistribusikan sepanjang bidang geser.

2. Pasal 18.10.2.2

6
Paling sedikit dua lapis tulangan harus digunakan pada suatu dinding jika $V_u > 0,17 \cdot A_{cv} \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}$ atau $h_w/\ell_w \geq 2,0$, dimana h_w dan ℓ_w merupakan tinggi dan panjang dari dinding secara keseluruhan.

4
3. Pasal 18.10.2.3

Tulangan dinding struktural harus dapat disalurkan atau disambung-lewatkan agar mampu mencapai kekuatan leleh tarik f_y sesuai 25.4, 25.5 SNI 2847-2019, dan ketiga persyaratan berikut:

- 2
• Tulangan longitudinal harus diteruskan sejauh minimal $0,8\ell_w$ di luar batas dimana tulangan tersebut tidak lagi diperlukan untuk menahan lentur, kecuali pada bagian atas dinding.
- Pada lokasi dimana pelelehan tulangan longitudinal mungkin terjadi akibat perpindahan lateral, panjang penyaluran tulangan longitudinal harus dihitung untuk dapat mengembangkan $1,25f_y$ dalam kondisi tarik.
- Sambungan mekanis tulangan harus memenuhi 18.2.7 SNI 2847-2019 dan sambungan las tulangan harus memenuhi 18.2.8 SNI 2847-2019.

3
4. Pasal 18.10.3

Gaya desain V_u harus diperoleh dari analisis beban lateral dengan menggunakan kombinasi beban terfaktor.

6
5. Pasal 18.10.4.1

V_n dinding struktural tidak boleh melebihi $V_n = A_{cv} (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y)$ dimana koefisien α_c adalah 0,25 untuk $h_w/\ell_w \leq 1,5$; 0,17 untuk $h_w/\ell_w \geq 2,0$, dan bervariasi secara linier antara 0,25 dan 0,17 untuk h_w/ℓ_w antara 1,5 dan 2,0.

4
6. Pasal 18.10.4.2

Pada 18.10.4.1, nilai rasio h_w/ℓ_w yang digunakan untuk menghitung V_n pada segmen-segmen dinding haruslah nilai terbesar dari rasio h_w/ℓ_w untuk dinding keseluruhan dan untuk segmen dinding yang ditinjau.

2
7. Pasal 18.10.4.3

Dinding harus memiliki tulangan geser terdistribusi dalam dua arah ortogonal pada bidang

dinding. Jika h_w/ℓ_w tidak melebihi 2,0, rasio tulangan ρ_t tidak boleh kurang dari rasio tulangan ρ_t .

8. Pasal 18.10.4.4

Untuk semua segmen vertikal dinding yang secara bersama menahan gaya lateral, V_n tidak boleh diambil lebih besar dari $0,66 \cdot A_{cv} \sqrt{f'c'}$, dimana A_{cv} adalah luas bruto penampang dinding yang dibatasi tebal badan dan panjang penampang. Untuk masing-masing segmen vertikal dinding individu, V_n tidak boleh lebih besar dari $0,83 \cdot A_{cw} \sqrt{f'c'}$, dimana A_{cw} adalah luas penampang segmen vertikal dinding individu yang ditinjau.

9. Pasal 18.10.4.5

Untuk segmen dinding horizontal dan balok kopel, V_n tidak boleh lebih besar dari $0,83 \cdot A_{cw} \sqrt{f'c'}$, dimana A_{cw} adalah luas penampang beton segmen dinding horizontal atau balok kopel.

10. Pasal 18.10.5.1

Dinding struktural dan bagian-bagian dari dinding tersebut yang mengalami kombinasi beban lentur dan aksial harus didesain sesuai 22.4 SNI 2847-2019. Beton dan tulangan longitudinal yang terangkur dengan baik dalam lebar efektif sayap, elemen batas, dan badan dinding harus dianggap efektif. Pengaruh bukaan dinding harus ditinjau.

11. Pasal 18.10.5.2

Kecuali bila analisis yang lebih detail dilakukan, lebar efektif sayap harus diperlebar dari muka badan dinding yang ditinjau sejauh jarak yang sama dengan nilai terkecil dari setengah jarak antara badan dinding-dinding yang bersebelahan dan 25% tinggi total dinding.

12. Pasal 18.10.6.2

Dinding atau pilar-pilar dinding dengan $h_w/\ell_w \geq 2,0$ yang secara efektif menerus dari dasar struktur hingga sisi paling atas dinding dan didesain untuk mempunyai penampang kritis tunggal untuk lentur dan beban aksial harus memenuhi kedua persyaratan berikut atau harus didesain sesuai 18.10.6.3.

- Daerah tekan harus ditulangi dengan elemen batas khusus bila $c \geq \frac{\ell_w}{600 (1,5 \cdot \delta_u / h_w)}$ dan c sesuai nilai tinggi sumbu netral terbesar yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor dan kekuatan momen nominal, yang konsisten dengan arah perpindahan desain δ_u . Rasio δ_u/h_w harus ditetapkan tidak kurang dari 0,005.
- Bila elemen batas khusus disyaratkan oleh persyaratan di atas, tulangan transversal elemen batas khusus harus diperpanjang pada arah vertikal, di atas dan di bawah

penampang kritis dengan jarak minimal nilai terbesar dari ℓ_w dan $M_u/4V_u$, kecuali yang diizinkan berdasarkan 18.10.6.4 (poin 7) SNI 2847-2019.

13. Pasal 18.10.6.3

Dinding-dinding struktural yang tidak didesain sesuai 18.10.6.2 harus memiliki elemen-elemen batas khusus pada daerah batas dan daerah tepi-tepi sekeliling bukaan dari dinding-dinding struktural dimana tegangan tekan serat ekstrim maksimum, akibat kombinasi pembebanan termasuk pengaruh gempa, E , melebihi $0,2 f_c'$. Elemen batas khusus dapat dihentikan pada lokasi dimana tegangan tekan yang dihitung kurang dari $0,15 f_c'$. Tegangan-tegangan harus dihitung berdasarkan beban-beban terfaktor menggunakan model elastik linier dan sifat-sifat penampang bruto. Untuk dinding-dinding dengan sayap, lebar efektif sayap yang digunakan harus sesuai 18.10.5.2 SNI 2847-2019.

14. Pasal 18.10.6.4

Bila elemen-elemen batas khusus diperlukan oleh 18.10.6.2 atau 18.10.6.3, maka seluruh persyaratan berikut harus dipenuhi:

- Elemen batas harus diperpanjang pada arah horizontal dari serat tekan terluar sejauh minimal nilai terbesar dari $c - 0,1\ell_w$ dan $c/2$, dimana c adalah tinggi sumbu netral terbesar yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor dan kekuatan momen nominal yang sesuai dengan δ_u yang ditinjau.
- Lebar daerah tekan lentur, b , sepanjang jarak horizontal yang dihitung dengan persyaratan di atas, termasuk sayap bilamana ada, harus diambil minimal $h_u/16$.
- Untuk dinding atau pilar-pilar dinding dengan $h_w/\ell_w \geq 2,0$ yang secara efektif menerus dari dasar struktur hingga sisi paling atas dinding, yang didesain memiliki penampang kritis tunggal untuk beban-beban lentur dan aksial, dan dengan $c/\ell_w \geq 3/8$, lebar daerah tekan lentur b disepanjang daerah yang dihitung berdasarkan 18.10.6.4 (poin pertama) harus lebih besar dari atau sama dengan 300 mm.
- Pada penampang-penampang bersayap, elemen batas harus termasuk lebar sayap efektif yang mengalami tekan dan harus diperpanjang minimal 300 mm ke dalam badan dinding.
- Tulangan transversal elemen batas harus memenuhi 18.7.5.2(a) hingga € dan 18.7.5.3, kecuali bila nilai h_x dalam 18.7.5.2 SNI 2847-2019 tidak melebihi nilai terkecil antara 350 mm dan dua pertiga ketebalan elemen batas, dan 37nelast spasi tulangan transversal sesuai 18.7.5.3(a) SNI 2847-2019 harus diambil sepertiga dari dimensi terkecil elemen batas.

- Jumlah tulangan transversal harus sesuai Tabel 2.19.

Tabel 2. 19 Tulangan Transversal untuk Elemen Batas Khusus

Tulangan Transversal	Persamaan yang Berlaku		
$A_{sh}/s_b c$ untuk sengkang pengekang persegi	Nilai terbesar dari	$0,3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yt}}$	(a)
		$0,09 \frac{f_c'}{f_{yt}}$	(b)
ρ_s untuk spiral ataupun sengkang pengekang lingkaran	Nilai terbesar dari	$0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yt}}$	€
		$0,12 \frac{f_c'}{f_{yt}}$	(d)

(Sumber : SNI 2847-2019 Tabel 18.10.6.4 Pasal 18.10.6.4)

- Bila penampang kritis terjadi di dasar dinding, maka tulangan transversal elemen batas pada dasar dinding harus diperpanjang ke dalam sistem tumpuan sejauh minimal ℓ_d , sesuai 18.10.2.3 SNI 2847-2019, yang dihitung berdasarkan tulangan longitudinal terbesar pada elemen batas khusus. Bila elemen batas khusus berhenti pada fondasi telapak, fondasi rakit atau pile cap, tulangan transversal elemen batas khusus harus menerus paling sedikit 300 mm ke dalam sistem-sistem fondasi tersebut, kecuali jika diperlukan perpanjangan yang lebih besar berdasarkan 18.13.2 SNI 2847-2019.
 - Tulangan horizontal pada badan dinding harus diperpanjang masuk sedalam 150 mm pada tepi dinding. Tulangan tersebut harus diangkur dalam inti terkekang pada elemen batas menggunakan kait standar atau tulangan berkepala agar mencapai f_y . Bila panjang zona elemen batas terkekang cukup memadai untuk menyalurkan tulangan horizontal badan, dan A_{vfy}/s tulangan badan tidak melebihi A_{shfy}/s tulangan transversal elemen batas yang dipasang 38nelasti dengan tulangan horizontal badan, maka tulangan horizontal badan tersebut dapat dihentikan tanpa kait standar atau kepala.
15. Pasal 18.10.6.5
- Bila elemen batas khusus tidak diperlukan sesuai 18.10.6.2 atau 18.10.6.3, maka kedua persyaratan berikut harus dipenuhi:

- Jika rasio tulangan longitudinal pada elemen batas dinding melebihi $2,8/f_y$, maka tulangan transversal pada elemen batas tersebut harus memenuhi 18.7.5.2 (a) hingga € SNI 2847-2019, disepanjang jarak yang dihitung sesuai 18.10.6.4 (poin pertama). Spasi arah longitudinal pada tulangan transversal tersebut tidak boleh melebihi nilai terkecil dari 200 mm dan $8d_b$ batang tulangan lentur utama terkecil, kecuali spasi tersebut tidak melebihi nilai terkecil dari 150mm dan $6d_b$ di dalam zona sejauh nilai terbesar antara ℓ_w

dan $M_u/4V_u$ di atas dan di bawah penampang kritis di mana pelelehan tulangan longitudinal dapat terjadi akibat perpindahan lateral 39nelastic yang ditinjau.

- Kecuali bila V_u pada bidang dinding lebih kecil dari $0,83 \cdot A_{cw} \lambda \sqrt{f_c'}$, maka tulangan horizontal yang berhenti pada tepi-tepi dinding struktural tanpa elemen batas harus memiliki kait standar yang melingkupi tulangan tepi atau tulangan tepi tersebut harus dilingkupi dalam sengkang U yang memiliki ukuran dan spasi yang sama dengan, serta disambung-lewatkan pada, tulangan horizontal tersebut.

2.14 Perencanaan Pondasi

Pondasi merupakan sebuah media bangunan yang berfungsi sebagai pemikul beban baik beban bangunan itu sendiri maupun beban luar yang bekerja pada bangunan menuju ke lapisan tanah di sekitarnya (Canakci dkk. dalam Febriantoro dkk., 2018). Dalam menjalankan perannya sebagai sub-struktur, pondasi memikul beban yang cukup besar untuk menahan beban bangunan (Chomaedhi dkk. dalam Febriantoro dkk., 2018). Kekuatan tanah yang menerima penyaluran beban gaya oleh pondasi juga perlu diperhitungan dengan baik sehingga dapat meminimalisir terjadinya penurunan (*settlement*) yang terjadi (Hakam dkk. dalam Febriantoro dkk., 2018).

2.14.1 Klasifikasi Pondasi

Takaredase (2019) menyatakan bahwa secara umum, pondasi terdiri dari 2 macam, antara lain:

1. Pondasi dangkal, yaitu pondasi yang bisa digunakan apabila lapisan tanah dengan kondisi yang baik dan terletak tidak terlalu dalam dari permukaan. Pondasi dangkal memiliki nilai ekonomis yang tinggi selain karena kontruksi yang mudah, juga karena material yang diperlukan tidak terlalu banyak. Adapun jenis-jenis dari pondasi dangkal diantaranya terdiri dari pondasi setempat, pondasi lanjut/menerus, pondasi *full plat*, pondasi cakar ayam dan pondasi *strauzst pile*.
2. Pondasi dalam, yaitu pondasi yang digunakan pada permukaan tanah dengan tingkat daya dukung tanah rendah. Pondasi jenis ini dapat mentransfer beban dari struktur atas menuju lapisan tanah yang lebih dalam hingga mencapai kedalaman tertentu dimana tingkat daya dukung tanah sudah cukup tinggi dan kuat untuk menahan beban struktur. diantaranya terdiri dari pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile*.

2.14.2 Pondasi Tiang Pancang

Nasarani (2014) menyebutkan bahwa pondasi tiang pancang merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang berfungsi untuk menyalurkan beban bangunan melewati lapisan tanah yang memiliki daya dukung rendah menuju ke tanah dengan daya dukung yang lebih tinggi yang berada pada posisi lebih dalam, selain itu pondasi tiang pancang juga dapat digunakan untuk menahan gaya angkat akibat gaya apun air tanah, gaya lateral maupun gaya gempa. Penggunaan pondasi tiang pancang pada tanah lunak umumnya dilakukan guna menghindari penurunan yang berlebihan, sedangkan untuk menahan gaya lateral dilakukan dengan penggunaan tiang miring. Pondasi tiang pancang kebanyakan dibuat secara pabrikasi sebelum kemudian dikirim ke lokasi pembangunan proyek untuk mengalami proses pemancangan. Jenis pondasi tiang pancang banyak dipergunakan untuk lokasi dengan tingkat daya dukung tanah yang rendah (Sardjono dalam Wiratmoko dkk., 2019).

Adapun perumusan daya dukung ultimit menurut Meyerhoff dinyatakan dengan rumus:

$$Q_u = \frac{q_c \cdot A_b}{3} + \frac{JHL \cdot K}{5} \quad (2.14)$$

$$Q_{ult} = \frac{\sum Q_u}{n} \quad (2.15)$$

Keterangan:

q_c = Nilai conus

A_b = Luas penampang (m^2)

JHL = Jumlah hambatan lekat dari data CPT (Kg/cm)

K = Keliling tiang (m)

Q_u = Nilai daya dukung tanah (ton)

Q_{ult} = Nilai daya dukung maksimum (ton)

Apabila tiang pancang bekerja dalam kelompok, maka kekuatannya menjadi tidak sebesar saat bekerja sendiri. Adapun beberapa rumus koreksi yaitu sebagai berikut:

1. Merencanakan tiang pancang kelompok

Jarak antar tiang pancang dirumuskan sebagai berikut:

$$1,5D \leq S \leq 3,5D \quad (2.16)$$

Jarak tepi tiang pancang dirumuskan dengan:

$$D \leq S_1 \leq 1,5 \quad (2.17)$$

2. Kontrol kebutuhan tiang pancang

$$P_{\text{ijin satu tiang}} = \frac{Cn \cdot A}{n1} + \frac{JHP \cdot K}{n2} \quad (2.18)$$

$$n = \frac{\sum P}{P_{\text{ijin}}} \quad (2.19)$$

$$P_{\text{group}} = \eta \cdot P_{\text{ijin satu tiang}} \quad (2.20)$$

$$P_{\text{tiang max}} = \frac{\sum P}{n} + \frac{\sum Mx \cdot Y}{\sum Y^2} + \frac{\sum My \cdot X}{\sum X^2} < P_{\text{ijin group}} \quad (2.21)$$

3. Faktor Efisiensi

$$\eta = 1 - \text{arc. Tg} \frac{D}{S} \cdot \frac{m(n-1) + n(m-1)}{90 \cdot m \cdot n} \quad (2.22)$$

4. Daya dukung pondasi kelompok menurut Converse Labare

$$Q_{\text{tiang}} = \eta \cdot P_{\text{ijin}} \cdot P_{\text{max}} \quad (2.23)$$

5. Cek kekuatan

$$P_{\text{max}} < P_{\text{ijin}} \cdot \eta \quad (2.24)$$

Keterangan:

V = Beban vertikal yang dipikul kaki kolom (Ton atau Kg)

Mx = Momen arah sumbu x (tm atau Kgm)

My = Momen arah sumbu y (tm atau Kgm)

n = Jumlah tiang pancang dalam kelompok

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat dari absis

$\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat dari ordinat

S = Jarak antar tiang pondasi

D = Diameter tiang pancang

m = Jumlah tiang pancang dalam satu kolom

n = Jumlah tiang pancang dalam satu baris

2.14.3 Perencanaan *Pilecap*

Pada saat merencanakan *pilecap*, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah kekuatan gaya geser nominal yang harus lebih besar dari gaya geser *pilecap* yang terjadi agar *pilecap* dinyatakan memenuhi syarat. Adapun besarnya kuat geser yang terjadi disumbangkan oleh beton dan diambil nilai terkecil sesuai dengan persyaratan yang disyaratkan dalam SNI 2847-2019 sebagai berikut:

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta \cdot c} \right) \lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad (2.25)$$

$$V_c = 0,083 \left(\frac{A_s \cdot d}{b_0} + 2 \right) \lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad (2.26)$$

$$V_c = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad (2.27)$$

Keterangan:

β = Rasio dari sisi Panjang terhadap sisi pendek pada kolom (h/b)

b_0 = Keliling dari penampang kritis pada *pilecap* (mm)

d = Tinggi efektif (mm)

A_s = 20 untuk kolom sudut, 30 untuk kolom tepi, 40 untuk kolom interior

λ = Faktor modifikasi untuk beton normal = 1, berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 19.2.4.2

BAB III

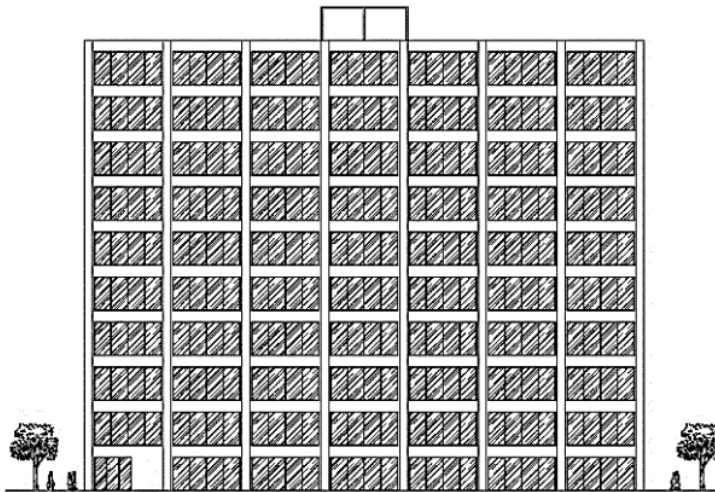
METODOLOGI PERENCANAAN

3.1 Data Perencanaan

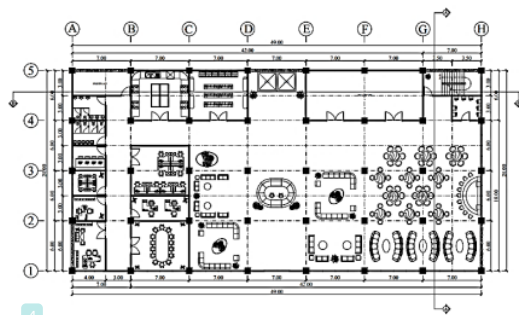
Hotel Delmare direncanakan akan dibangun 10 lantai menggunakan struktur beton bertulang. Berikut data perencanaan gedung Hotel Delmare:

1. Nama Gedung : Hotel Delmare
2. Lokasi : Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat
3. Jumlah Lantai : 10 Lantai
4. Fungsi Gedung : Hotel
5. Sistem Struktur : Sistem Ganda
6. Panjang Gedung : 49 m
7. Lebar Gedung : 24 m
8. Tinggi Gedung : 40 m
9. Tinggi Tiap Lantai : 4 m
10. Mutu Beton (f_c') : 40 MPa
11. Mutu Baja (f_y) : 400 MPa
12. Tipe Pondasi : Pondasi Tiang Pancang

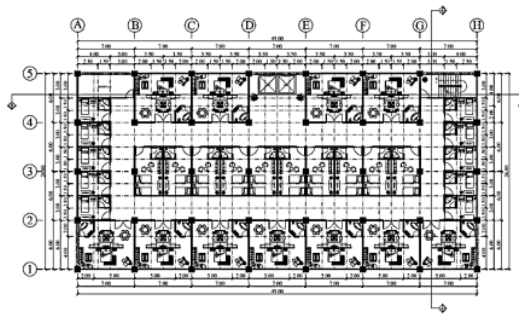
Gambar tampak depan seperti pada Gambar 3.1 dan denah lantai 1 Hotel Derlmare seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2, untuk denah lantai 2-10 dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.1 Tampak Depan Hotel Delmare



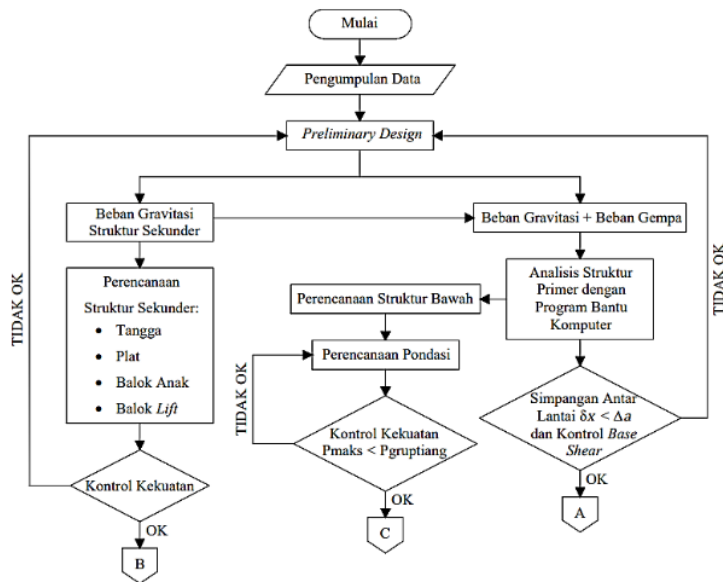
Gambar 3. 2 Denah Lantai 1 Hotel Delmare



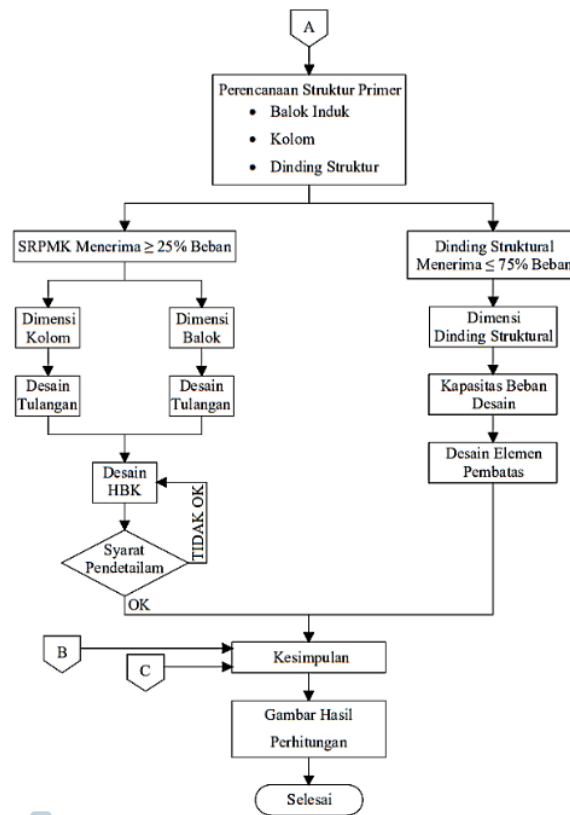
Gambar 3. 3 Denah Lantai 2-10 Hotel Delmare

3.2 Diagram Alir Perencanaan

Dalam proses perencanaannya, Hotel Delmare direncanakan dengan mengikuti tahapan seperti diagram alir pada Gambar 3.4:



Gambar 3. 4 Diagram Alir Perencanaan



8
Gambar 3. 4 Diagram Alir Perencanaan (lanjutan)

3.3 Penjelasan Diagram Alir Perencanaan

Adapun uraian penjelasan dari masing-masing tahapan alur perencanaan Hotel Delmare yaitu sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Adapun data-data yang diperlukan untuk merencanakan suatu bangunan gedung diantaranya yaitu:

- a. Lokasi perencanaan
- b. Data tanah
- c. Gambar arsitektural

2. Preliminary Design

Pada tahapan ini merupakan tahapan awal perencanaan dengan tujuan untuk memperkirakan dimensi komponen struktur yang dibutuhkan diantaranya dimensi kolom, balok

induk, balok anak dan dinding geser. Diharapkan dimensi dari komponen struktur yang telah direncanakan dapat memenuhi persyaratan yang tertulis dalam peraturan SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

3. Pembebanan

Pada tahapan pembebanan, dilakukan proses perhitungan beban yang akan bekerja pada struktur gedung. Pada perencanaan gedung Hotel Delmare 10 lantai perhitungan pembebanan mengacu pada peraturan SNI 1726-2019 untuk perhitungan beban gempa (E) dengan asumsi gedung dibebani dengan pengaruh gaya yang sebenarnya. Untuk perhitungan beban mati, beban hidup dan beban angin, mengacu pada SNI 1727-2020.

4. Perencanaan Struktur Sekunder

Perencanaan struktur sekunder yang dilakukan diantaranya perencanaan tangga, plat, balok anak dan balok lift. Setelah dilakukan perencanaan struktur sekunder, maka perlu dilakukan kontrol kekuatan apakah momen nominal yang dihasilkan oleh struktur lebih besar dari momen yang ditimbulkan akibat beban. Apabila hasil kontrol kekuatan struktur sekunder didapati tidak terpenuhi, maka harus kembali dilakukan *preliminary design* dengan perencanaan yang berbeda dari perencanaan sebelumnya.

5. Analisis Struktur dengan Program Bantu Komputer

Analisis struktur dilakukan dengan bantuan program bantu komputer dengan tujuan untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang terjadi pada portal akibat beban hidup beban mati, beban angin dan beban gempa. Selain itu, analisis struktur dengan menggunakan program bantu komputer juga dapat mengetahui besarnya simpangan horizontal dari struktur yang telah direncanakan.

6. Kontrol Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan *output* yang diperoleh berupa nilai simpangan horizontal dari analisis struktur yang telah dilakukan menggunakan program bantu komputer, perlu dilakukan kontrol simpangan antar lantai, dimana besarnya simpangan horizontal yang terjadi pada struktur tidak boleh melebihi simpangan izin yang telah ditetapkan dalam SNI 1726-2019 yaitu $\delta x < \Delta a$. Apabila hasil perencanaan dinyatakan tidak memenuhi syarat, maka tahap perencanaan harus kembali ke proses *preliminary design*.

7. Perencanaan Struktur Primer

Struktur primer merupakan komponen utama dalam sebuah struktur, dimana yang termasuk ke dalam struktur primer yaitu komponen kolom, balok induk dan dinding struktural. Mengingat lokasi perencanaan dengan kategori desain seismik D, maka perencanaan kolom dan

balok dilakukan dengan dengan mengikuti prinsip ¹ sistem ganda yang merupakan perpaduan antara Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan dinding geser.

8. Syarat Pendetailan

Setelah perencanaan struktur primes berupa kolom dan balok selesai dilakukan, maka perlu dilakukan kontrol terhadap syarat pendetailan, apakah sudah memenuhi persyaratan yang disyaratkan dalam peraturan SNI 2847-2019. Adapun syarat pendetailan yang perlu diperhatikan antara lain pengekangan, panjang penyaluran, hubungan balok-kolom (HBK) dan konsep *strong column weak beam*. Apabila terdapat persyaratan yang tidak terpenuhi, maka tahap perencanaan harus kembali ke proses *preliminary design*.

9. Perencanaan Pondasi

Perencanaan pondasi dilakukan berdasarkan hasil pengujian daya dukung pondasi (*bearing capacity*) yang dapat dihitung berdasarkan data tanah yang didapat dari pengujian laboratorium dan juga pengujian di lapangan. Pada perencanaan gedung Hotel Delmare 10 lantai ini direncanakan akan menggunakan pondasi tiang pancang.

10. Gambar Struktur Hasil Perhitungan

Apabila semu tahapan proses perencanaan dinyatakan memenuhi syarat, maka dapat dilakukan penggambaran struktur sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Tahapan penggambaran struktur sesuai dengan hasil perhitungan dilakukan dengan program bantu komputer.

11. Kesimpulan

Kesimpulan berisi sekumpulan informasi inti dari masing-masing tahapan yang telah dilakukan sebelumnya. Kesimpulan juga menjawab segala rumusan masalah yang mendasari perencana struktur bangunan gedung.

BAB IV

PRELIMINARY DESIGN

4.1 Preliminary Design

Preliminary design merupakan tahapan awal perencanaan dengan tujuan untuk memperkirakan dimensi komponen struktur yang dibutuhkan diantaranya dimensi kolom, balok anak, balok induk hingga dimensi dinding geser. Dimensi dari komponen struktur yang telah direncanakan harus memenuhi persyaratan yang tertulis dalam peraturan SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Preliminary design* bertujuan agar dimensi-dimensi struktur yang dihasilkan memiliki ukuran yang tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar, sesuai dengan kebutuhan struktur.

Dalam perencanaan struktur gedung Hotel Delmare, direncanakan menggunakan mutu beton f_c' 40 MPa, sesuai dengan yang telah disyaratkan dalam SNI 2847-2019 Pasal 19.2.1.1 mengenai batasan nilai f_c' bahwasanya nilai f_c' minimum untuk bangunan gedung dengan SRPMK dan dinding geser yaitu sebesar 21 MPa dan tidak ada batasan nilai f_c' maksimum untuk beton dengan berat normal. Sedangkan mutu baja tulangan yang digunakan yaitu f_y 400 MPa, tidak jauh berbeda dengan f_y maks yang diizinkan yaitu 420 MPa sesuai persyaratan dalam SNI 2847-2019 Pasal 20.2.2.4.

4.2 Dimensi Balok Induk

Dimensi lebar penampang balok b_w seperti yang tertulis dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.6.2.1 yaitu harus sekurang-kurangnya nilai terkecil dari $0,3h$ dan 250 mm. Sedangkan untuk tinggi minimum balok dengan kondisi perletakan sederhana seperti yang telah disyaratkan dalam SNI 2847-2019 Tabel 9.3.1.1 adalah sebagai berikut:

$$h = \frac{\ell}{16}$$

- Perhitungan balok induk atap bentang 700 cm

$$h = \frac{\ell}{16} = \frac{700}{16} = 43,75 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 43,75 = 13,125 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok induk atap sebesar 40/60 cm

- Perhitungan balok induk atap bentang 600 cm

$$h = \frac{\ell}{16} = \frac{600}{16} = 37,50 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 37,50 = 11,25 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok induk atap sebesar 40/60 cm

- Perhitungan balok induk lantai bentang 700 cm

$$h = \frac{\ell}{16} = \frac{700}{16} = 43,75 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 43,75 = 13,125 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok induk lantai sebesar 40/60 cm

- Perhitungan balok induk lantai bentang 600 cm

$$h = \frac{\ell}{16} = \frac{600}{16} = 37,50 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 37,50 = 11,25 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok induk lantai sebesar 40/60 cm

4.3 Dimensi Balok Anak

Dimensi lebar penampang balok b_w seperti yang tertulis dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.6.2.1 yaitu harus sekurang-kurangnya nilai terkecil dari $0,3h$ dan 250 mm. Sedangkan untuk tinggi minimum balok dengan kondisi perletakan menerus dua sisi seperti yang telah disyaratkan dalam SNI 2847-2019 Tabel 9.3.1.1 adalah sebagai berikut:

$$h = \frac{\ell}{21}$$

- Perhitungan balok anak atap bentang 700 cm

$$h = \frac{\ell}{21} = \frac{700}{21} = 33,33 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 33,33 = 9,99 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok anak atap sebesar 30/50 cm

- Perhitungan balok anak atap bentang 600 cm

$$h = \frac{\ell}{21} = \frac{600}{21} = 28,57 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 28,57 = 8,57 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok anak atap sebesar 30/50 cm

- Perhitungan balok anak lantai bentang 700 cm

$$h = \frac{\ell}{21} = \frac{700}{21} = 33,33 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 33,33 = 9,99 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok anak lantai sebesar 30/50 cm

- Perhitungan balok anak lantai bentang 600 cm

$$h = \frac{\ell}{21} = \frac{600}{21} = 28,57 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 28,57 = 8,57 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok anak lantai sebesar 30/50 cm

4.4 Dimensi Pelat

Pelat atap direncanakan memiliki ketebalan 10 cm dan 12 cm untuk pelat lantai dengan menggunakan beton dengan mutu f_c' 40 MPa dan mutu baja tulangan f_y 400 MPa. Pelat direncanakan berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 7.3.1.1. Untuk memenuhi syarat lendutan, ketebalan minimum dari pelat harus memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2019 Pasal 8.3.1.2.

Untuk konstruksi monolit atau konstruksi komposit penuh, sebagian dari pelat sebagai sayap merupakan bagian dari balok. Sehingga untuk menentukan lebar efektif balok (b_e) berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal R8.4.1.8 berikut:

$$b_e = b_w + 2h_b \leq b_w + 8h_f$$

Untuk momen inersia penampang bersayap bisa dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k (LinBurns, 1996):

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

Dimana:

b_e = Lebar efektif, harga minimum (cm)

b_w = Lebar balok (cm)

t = Tebal rencana pelat (cm)

h = Tinggi balok (cm)

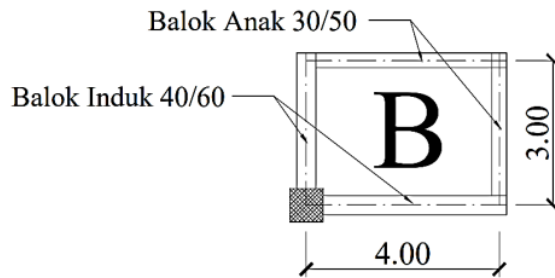
Sehingga momen inersia penampang T (I_b) dan momen inersia pelat (I_p):

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3$$

4.4.1 Perencanaan Pelat Atap

Perencanaan pelat atap ditinjau dari pelat B seperti pada Gambar 4.1:



Gambar 4.1 Perencanaan Pelat Atap

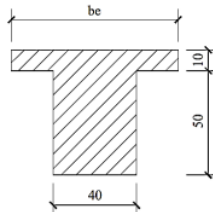
- 1. Bentang bersih sumbu panjang

$$\ell_n = 400 - \frac{40}{2} - \frac{30}{2} = 365 \text{ cm}$$
- Bentang bersih sumbu pendek

$$S_n = 300 - \frac{40}{2} - \frac{30}{2} = 265 \text{ cm}$$
- Didapatkan nilai β_1

$$\beta_1 = \frac{\ell_n}{S_n} = \frac{365}{265} = 1,37 < 2 \text{ (Pelat dua arah)}$$
- Mencari nilai α dengan balok induk 40/60 cm

Menentukan lebar efektif (b_e):



Gambar 4.2 Penampang Balok Induk Pelat Atap

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 10) = 140 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(10) = 120 \text{ cm}$$

Diambil $b_e = 120 \text{ cm}$

Faktor modifikasi k:

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{120}{40} - 1\right)\left(\frac{10}{60}\right)\left[4 - 6\left(\frac{10}{60}\right) + 4\left(\frac{10}{60}\right)^2 + \left(\frac{120}{40} - 1\right)\left(\frac{10}{60}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{120}{40} - 1\right)\left(\frac{10}{60}\right)}$$

$$k = 1,53$$

Balok induk bentang 400 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,53 = 1101667 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 400 \times 10^3 = 33333,33 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' 40$ MPa, sehingga:

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_1 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p} \right) = \left(\frac{29725,41 \times 1101667}{29725,41 \times 33333,33} \right) = 33,05 > 1$$

Balok induk bentang 300 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,53 = 1101667 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 300 \times 10^3 = 25000 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' 40$ MPa, sehingga:

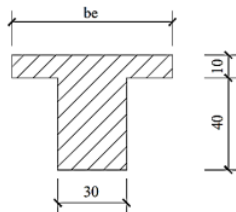
$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_2 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p} \right) = \left(\frac{29725,41 \times 1101667}{29725,41 \times 25000} \right) = 44,07 > 1$$

- Mencari nilai α dengan balok anak 30/50 cm

Menentukan lebar efektif (b_e):



Gambar 4. 3 Penampang Balok Anak Pelat Atap

$$b_e = b_w + 2h_b = 30 + 2(50 - 10) = 110 \text{ cm}$$

$$b_c = b_w + 8h_f = 30 + 8(10) = 110 \text{ cm}$$

Diambil b_c terkecil = 110 cm

Faktor modifikasi k :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{110}{30} - 1\right)\left(\frac{10}{50}\right)\left[4 - 6\left(\frac{10}{50}\right) + 4\left(\frac{10}{50}\right)^2 + \left(\frac{110}{30} - 1\right)\left(\frac{10}{50}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{110}{30} - 1\right)\left(\frac{10}{50}\right)}$$

$$k = 1,69$$

Balok anak bentang 400 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 30 \times 50^3 \times 1,69 = 527862,32 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 400 \times 10^3 = 33333,33 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 40$ MPa, sehingga:

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_3 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p}\right) = \left(\frac{29725,41 \times 527862,32}{29725,41 \times 33333,33}\right) = 15,84 > 1$$

Balok anak bentang 300 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 30 \times 50^3 \times 1,69 = 527862,32 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 300 \times 10^3 = 25000 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 40$ MPa, sehingga:

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_4 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p}\right) = \left(\frac{29725,41 \times 527862,32}{29725,41 \times 25000}\right) = 21,11 > 1$$

Diperoleh nilai rata-rata α_m :

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{33,05 + 44,07 + 15,84 + 21,11}{4} = 28,52$$

Karena $\alpha_m > 2$, maka untuk menentukan tebal pelat atap minimum digunakan persamaan dalam pasal 8.3.1.2 SNI 2847-2019 berikut:

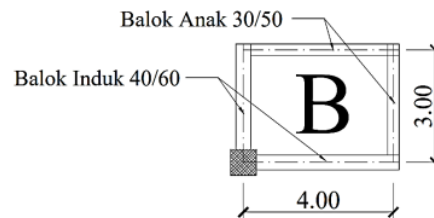
$$h_{\text{minimum}} = \frac{\ell n \left(0,8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 9\beta} = \frac{3650 \left(0,8 + \frac{400}{1400}\right)}{36 + 9(1,37)} = 82 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$$

$$h_{\text{rencana}} = 100 \text{ mm} > h_{\text{minimum}} = 82 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Maka, tebal pelat atap yang digunakan adalah 100 mm.

4.4.2 Perencanaan Pelat Lantai

Perencanaan pelat atap ditinjau dari pelat B seperti pada Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Perencanaan Pelat Lantai

- Bentang bersih sumbu panjang

$$\ell_n = 400 - \frac{40}{2} - \frac{30}{2} = 365 \text{ cm}$$

- Bentang bersih sumbu pendek

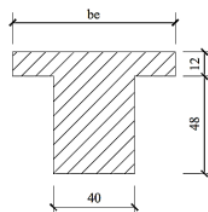
$$S_n = 300 - \frac{40}{2} - \frac{30}{2} = 265 \text{ cm}$$

- Didapatkan nilai β_1

$$\beta_1 = \frac{\ell_n}{S_n} = \frac{365}{265} = 1,37 < 2 \text{ (Pelat dua arah)}$$

- Mencari nilai α dengan balok induk 40/60 cm

Menentukan lebar efektif (b_e):



Gambar 4.5 Penampang Balok Induk Pelat Lantai

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 136 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil b_e terkecil = 136 cm

Faktor modifikasi k:

$$k = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{10}{60}\right)\left[4 - 6\left(\frac{10}{60}\right) + 4\left(\frac{10}{60}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{10}{60}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{10}{60}\right)}$$

$$k = 1,61$$

Balok induk bentang 400 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,61 = 1156571 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 400 \times 12^3 = 57600 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 40$ MPa, sehingga:

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_1 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p}\right) = \left(\frac{29725,41 \times 1156571}{29725,41 \times 57600}\right) = 20,08 > 1$$

Balok induk bentang 300 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,61 = 1156571 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 300 \times 12^3 = 43200 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 40$ MPa, sehingga:

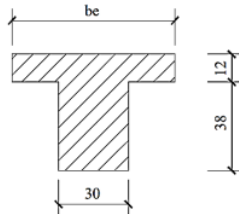
$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_2 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p} \right) = \left(\frac{29725,41 \times 1156571}{29725,41 \times 43200} \right) = 26,77 > 1$$

- Mencari nilai α dengan balok anak 30/50 cm

Menentukan lebar efektif (b_e):



Gambar 4. 6 Penampang Balok Anak Pelat Lantai

$$b_e = b_w + 2h_b = 30 + 2(50 - 12) = 106 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 30 + 8(12) = 126 \text{ cm}$$

Diambil b_e terkecil = 106 cm

Faktor modifikasi k :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left[4 - 6 \left(\frac{t}{h}\right) + 4 \left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{106}{30} - 1\right) \left(\frac{10}{50}\right) \left[4 - 6 \left(\frac{10}{50}\right) + 4 \left(\frac{10}{50}\right)^2 + \left(\frac{106}{30} - 1\right) \left(\frac{10}{50}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{106}{30} - 1\right) \left(\frac{10}{50}\right)}$$

$$k = 1,67$$

Balok anak bentang 400 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 30 \times 50^3 \times 1,67 = 520603,24 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 400 \times 12^3 = 57600 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah f_c' 40 MPa, sehingga:

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_3 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p} \right) = \left(\frac{29725,41 \times 520603,24}{29725,41 \times 57600} \right) = 9,04 > 1$$

Balok anak bentang 300 cm

Momen inersia penampang T:

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 30 \times 50^3 \times 1,67 = 520603,24 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat:

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3 = \frac{1}{12} \times 300 \times 12^3 = 43200 \text{ cm}^4$$

Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 40 \text{ MPa}$, sehingga:

$$E_{cb} = E_{cp} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$$

Sehingga rasio kekakuan terhadap pelat adalah:

$$\alpha_4 = \left(\frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p} \right) = \left(\frac{29725,41 \times 520603,24}{29725,41 \times 43200} \right) = 12,05 > 1$$

Diperoleh nilai rata-rata α_m :

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4} = \frac{20,08 + 26,77 + 9,04 + 12,05}{4} = 16,99$$

Karena $\alpha_m > 2$, maka untuk menentukan tebal pelat atap minimum digunakan persamaan dalam pasal 8.3.1.2 SNI 2847-2019 berikut:

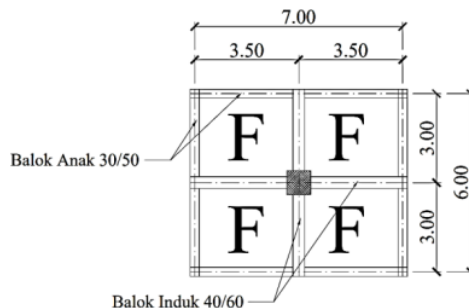
$$h_{\text{minimum}} = \frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} = \frac{3650 \left(0,8 + \frac{400}{1400} \right)}{36 + 9(1,37)} = 82 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$$

$$h_{\text{rencana}} = 120 \text{ mm} > h_{\text{minimum}} = 82 \text{ mm (OK)}$$

Maka, tebal pelat lantai yang digunakan adalah 120 mm.

4.5 Dimensi Kolom

Dalam tahapan *preliminary design* untuk perencanaan dimensi kolom digunakan cara *tributary area*, yaitu pembebanan pada kolom dimana beban dari pelat dan balok tidak dipikul sepenuhnya melainkan hanya setengah bentang. Pembebanan pada kolom dianggap sama pada semua lantainya. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Tributary Area Kolom

1 4.5.1 Perhitungan Beban Atap

• **Beban Mati Atap**

Berat pelat	$= 0,10 \times 6 \times 7 \times 2400$	$= 10080 \text{ Kg}$
Balok induk	$= 0,40 \times 0,60 \times 13 \times 2400$	$= 7488 \text{ Kg}$
Balok anak	$= 0,30 \times 0,50 \times 26 \times 2400$	$= 9360 \text{ Kg}$
Aspal 1 cm	$= 6 \times 7 \times 14$	$= 588 \text{ Kg}$
Ducting AC	$= 6 \times 7 \times 20$	$= 840 \text{ Kg}$
Plumbing	$= 6 \times 7 \times 10$	$= 420 \text{ Kg}$
Plafond	$= 6 \times 7 \times 18$	$= 756 \text{ Kg}$
Spesi 2 cm	$= 6 \times 7 \times 21 \times 2$	$= 1764 \text{ Kg}$
		<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black; margin-bottom: 5px;"/> + Jumlah beban mati pada atap (DL) = 31296 Kg

• **Beban Hidup Atap**

Beban hidup merata	$= 6 \times 7 \times 100$	$= 4200 \text{ Kg}$
--------------------	---------------------------	---------------------

4.5.2 Perhitungan Beban Lantai

• **Beban Mati Lantai**

Berat pelat	$= 0,12 \times 6 \times 7 \times 2400$	$= 12096 \text{ Kg}$
Balok induk	$= 0,40 \times 0,60 \times 13 \times 2400$	$= 7488 \text{ Kg}$
Balok anak	$= 0,30 \times 0,50 \times 26 \times 2400$	$= 9360 \text{ Kg}$
Ducting AC	$= 6 \times 7 \times 20$	$= 840 \text{ Kg}$
Plumbing	$= 6 \times 7 \times 10$	$= 420 \text{ Kg}$
Plafond	$= 6 \times 7 \times 18$	$= 756 \text{ Kg}$
Keramik	$= 6 \times 7 \times 24$	$= 1008 \text{ Kg}$
Spesi 2 cm	$= 6 \times 7 \times 21 \times 2$	$= 1764 \text{ Kg}$
		<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black; margin-bottom: 5px;"/> + Jumlah beban mati pada lantai (DL) = 33732 Kg

• **Beban Hidup Lantai**

Beban hidup merata (LL)	$= 6 \times 7 \times 250$	$= 10500 \text{ Kg}$
-------------------------	---------------------------	----------------------

4.5.3 Total Pembebanan

• **Akibat Beban Mati**

Beban atap	$= 31296$	$= 31296 \text{ Kg}$
Beban lantai	$= 33732 \times 10$	$= 337320 \text{ Kg}$
		<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black; margin-bottom: 5px;"/> + Total (DL) = 368616 Kg

- **Akibat Beban Hidup**

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= 4200 &= 4200 \text{ Kg} \\ \text{Beban lantai} &= 10500 \times 10 &= 105000 \text{ Kg} \\ \text{Total (LL)} &= 109200 \text{ Kg} \end{aligned} +$$

- **Total Beban Terpusat**

$$P = 1,2D + 1,6L = 1,2(368616) + 1,6(109200) = 617059,2 \text{ Kg} = 6170592 \text{ N}$$

4.5.4 Menentukan Dimensi Kolom

Faktor reduksi kekuatan (ϕ) = 0,3

Mutu beton (f_c') = 40 MPa

$$A = \frac{P}{\phi \times f_c'} = \frac{6170592}{0,3 \times 40} = 515216 \text{ mm}^2$$

Kolom direncanakan berbentuk segi empat, maka $A = b^2$

$$b^2 = 515216 \text{ mm}^2$$

$$b = \sqrt{515216}$$

$$b = 717,09 \text{ mm} = 71,71 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi kolom 80/80 cm ($640000 \text{ mm}^2 > 515216 \text{ mm}^2$) (OK)

4.6 Dimensi Dinding Geser

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 11.3.1.1 dijelaskan bahwasanya tebal minimum dinding geser tidak boleh kurang dari 1/25 nilai terkecil dari panjang dan tinggi tidak tertumpu, yang mana lebih pendek atau kurang dari 100 mm. Sehingga perencanaan desain awal dinding geser adalah sebagai berikut:

$$\text{Elevasi per-lantai} = 400 \text{ cm}$$

$$\text{Bentang terlebar} = 700 \text{ cm (Bentang terlebar yang tertumpu)}$$

$$\text{Tebal dinding geser} = 700 \times \frac{1}{25} = 28 \text{ cm (Tebal dinding minimum)}$$

Dinding geser direncanakan dengan ketebalan 30 cm.

BAB V

STRUKTUR SEKUNDER

5.1 Struktur Sekunder

Struktur sekunder tidak dirancang untuk menahan gaya gempa, melainkan hanya dirancang untuk menerima beban lentur saja. Walaupun demikian, struktur sekunder tetap menjadi beban yang mempengaruhi struktur utama. Adapun yang termasuk ke dalam struktur sekunder antara lain yaitu pelat atap, pelat lantai, tangga, balok penggantung lift dan balok anak.

5.2 Perencanaan Pelat Atap

5.2.1 Pembebanan Pelat Atap

- Akibat Beban Mati

Berat pelat	= 0,10 × 2400	= 240 Kg/m ²
Aspal 1 cm	= 14	= 14 Kg/m ²
Ducting AC	= 20	= 20 Kg/m ²
Plumbing	= 10	= 10 Kg/m ²
Plafond	= 18	= 18 Kg/m ²
Spesi 2 cm	= 21 × 2	= 42 Kg/m ²
Finishing (rabatan kedap air)	= 21	= 21 Kg/m ²
Jumlah beban mati pada atap (Qd)		= 365 Kg/m ² +

- Akibat Beban Hidup

Beban hidup pelat atap (Ql) = 100 Kg/m²

- Akibat Air Hujan

Beban air hujan (Qr) = 0,05 × 1000 = 50 Kg/m²

- Kombinasi Pembebanan Pelat Atap

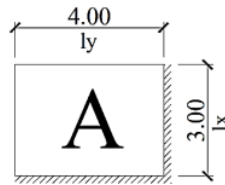
$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2D + 1,6L + 0,5R \\ &= 1,2(365) + 1,6(100) + 0,5(50) \\ &= 623 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

5.2.2 Perhitungan Momen Pelat Atap

Untuk perhitungan momen pada pelat atap, digunakan pelat A (Gambar 5.1) sebagai contoh perhitungan.

Jenis pelat : Jepit di kedua sisinya

Tebal pelat : 100 mm



Gambar 5.1 Tipe Pelat Atap

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{4}{3} = 1,3 < 2,5 \text{ (Pelat dua arah/Two way slab)}$$

Momen pelat atap berdasar dari PBI'71 Tabel 13.3.1 dengan jenis pelat III:

$$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot C = +0,001 \cdot 623 \cdot 3^2 \cdot 42 = 235,49 \text{ Kgm}$$

$$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot C = +0,001 \cdot 623 \cdot 3^2 \cdot 27 = 151,39 \text{ Kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot C = -0,001 \cdot 623 \cdot 3^2 \cdot 92 = -515,84 \text{ Kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot C = -0,001 \cdot 623 \cdot 3^2 \cdot 76 = -426,13 \text{ Kgm}$$

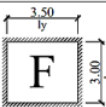
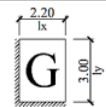
Diambil momen terbesar arah X yaitu $M_{tx} = -515,84 \text{ Kgm}$ dan momen terbesar arah Y yaitu

$$M_{ty} = -426,13 \text{ Kgm}$$

Tabel 5.1 Momen Pelat Atap

Tipe Pelat	Ukuran Pelat (m)	l_y/l_x	Keterangan	C	Momen	Mu (Kgm)	Tulangan
	4,0 × 3,0	1,30	Two way slab	42	M_{lx}	235,49	Arah X = Ø10–200 Arah Y = Ø10–200
				27	M_{ly}	151,39	
				92	M_{tx}	-515,84	
				76	M_{ty}	-426,13	
	4,0 × 3,0	1,30	Two way slab	35	M_{lx}	196,25	Arah X = Ø10–200 Arah Y = Ø10–200
				18	M_{ly}	100,93	
				74	M_{tx}	-414,92	
	3,0 × 3,0	1,00	Two way slab	21	M_{lx}	117,75	Arah X = Ø10–200 Arah Y = Ø10–200
				26	M_{ly}	145,78	
				55	M_{tx}	-308,39	
				60	M_{ty}	-336,42	
	3,0 × 3,0	1,00	Two way slab	21	M_{lx}	117,75	Arah X = Ø10–200 Arah Y = Ø10–200
				21	M_{ly}	117,75	
				52	M_{tx}	-291,56	
				52	M_{ty}	-291,56	
	3,5 × 3,0	1,17	Two way slab	31	M_{lx}	173,82	Arah X = Ø10–200 Arah Y = Ø10–200
				28	M_{ly}	157,00	
				74	M_{tx}	-414,92	
				69	M_{ty}	-386,88	

Tabel 5. 1 Momen Pelat Atap
(lanjutan)

Type Pelat	Ukuran Pelat (m)	I_y/I_x	Keterangan	C	Momen	Mu (Kgm)	Arah Tulangan
 F	3,5 × 3,0	1,17	Two way slab	28	M_{I_x}	157,00	Arah X = Ø10-200 Arah Y = Ø10-200
				20	M_{I_y}	112,14	
				64	M_{I_x}	-358,85	
				56	M_{I_y}	-313,99	
 G	3,0 × 2,2	1,36	Two way slab	36	M_{I_x}	135,69	Arah X = Ø10-200 Arah Y = Ø10-200
				17	M_{I_y}	78,40	
				77	M_{I_x}	-292,50	
				58	M_{I_y}	-232,18	

5.2.3 Perhitungan Penulangan Pelat Atap

- Syarat Batas**

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f'c - 30}{7} \right) (0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7} \right) (0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,039$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

- Penulangan Pelat Atap Arah X**

Tebal pelat atap (h) = 100 mm

Tebal selimut beton (s) = 20 mm (SNI 2847-2019 Tabel 20.6.1.3.1)

Faktor reduksi kekuatan = 0,9 (SNI 2847-2019 Pasal 9.3.2.1)

Direncanakan menggunakan tulangan dengan diameter Ø10 mm

Maka, jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (d_x) yaitu:

$$d_x = h - s - (\frac{1}{2} \phi) = 100 - 20 - (\frac{1}{2} \cdot 10) = 75 \text{ mm}$$

$$M_u = M_{I_x} = -515,84 \text{ Kgm} = -5158400 \text{ Nmm}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5158400}{0,9} = 5731555,56 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot d_x^2} = \frac{5731555,56}{1000 \cdot 75^2} = 1,02 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 1,02}{400}} \right) = 0,0026$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0026 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}})$$

Tulangan perlu arah X:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_x = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 75 = 262,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 10\text{--}200$ mm ($A_S = 393 \text{ mm}^2$)

Tulangan susut arah X:

$$A_{SS \text{ perlu}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 100 = 200 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 10\text{--}200$ mm ($A_S = 393 \text{ mm}^2$)

• Penulangan Pelat Atap Arah Y

$$d_y = h - s - \emptyset_{\text{tul. arah x}} - (\frac{1}{2} \emptyset_{\text{tul. arah x}}) = 100 - 20 - 10 - (\frac{1}{2} \cdot 10) = 65 \text{ mm}$$

$$M_u = M_{ly} = -426,13 \text{ Kgm} = -4261300 \text{ Nmm}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4261300}{0,9} = 4734777,78 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot d_y^2} = \frac{4734777,78}{1000 \cdot 65^2} = 1,12 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 1,12}{400}} \right) = 0,0028$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0028 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}})$$

Tulangan perlu arah Y:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_y = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 65 = 227,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 10\text{--}200$ mm ($A_S = 393 \text{ mm}^2$)

Tulangan susut arah Y:

$$A_{SS \text{ perlu}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 100 = 200 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 10\text{--}200$ mm ($A_S = 393 \text{ mm}^2$)

5.2.4 Kontrol Kekuatan Pelat Atap

• Tulangan Arah X

$$\rho = \frac{A_{S \text{ pakai}}}{b \cdot d_x} = \frac{393}{1000 \cdot 75} = 0,0052$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{393 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 1000} = 4,62 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 393 \cdot 400 \left(75 - \frac{4,62}{2} \right) = 11426868 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 11426868 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 5731555,56 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Jarak tulangan $\leq 3 \times$ tebal pelat

Jarak tulangan $\leq 3 \times 100$ mm

200 mm \leq 300 mm (OK)

Tulangan susut:

$$A_{ss \text{ pakai}} = \frac{1}{4} \cdot \phi^2 \cdot \pi \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 10^2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1000}{200} = 391,5 \text{ mm}^2 > A_{ss \text{ perlu}} = 200 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

• Tulangan Arah Y

$$\rho = \frac{As \text{ pakai}}{b \cdot dy} = \frac{393}{1000 \cdot 65} = 0,0060$$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{393 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 1000} = 4,62 \text{ mm}$$

$$M_n = As \cdot fy \left(d - \frac{a}{2} \right) = 393 \cdot 400 \left(65 - \frac{4,62}{2} \right) = 9854868 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 9854868 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 4734777,78 \text{ Nmm} \quad \text{(OK)}$$

Jarak tulangan $\leq 3 \times$ tebal pelat

Jarak tulangan $\leq 3 \times 100$ mm

200 \leq 300 mm (OK)

Tulangan susut:

$$A_{ss \text{ pakai}} = \frac{1}{4} \cdot \phi^2 \cdot \pi \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 10^2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1000}{200} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{ss \text{ perlu}} = 200 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

5.3 Perencanaan Pelat Lantai

5.3.1 Pembebanan Pelat Lantai

• Akibat Beban Mati

$$\text{Berat pelat} = 0,12 \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Ducting AC} = 20 = 20 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Plumbing} = 10 = 10 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Plafond} = 18 = 18 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Spesi 2 cm} = 21 \times 2 = 42 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Keramik} = 24 = 24 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Jumlah beban mati pada lantai (Qd)} = 402 \text{ Kg/m}^2 +$$

• Akibat Beban Hidup

$$\text{Beban hidup pelat lantai (Ql)} = 250 \text{ Kg/m}^2$$

• Kombinasi Pembebanan Pelat Lantai

$$Q_u = 1,2D + 1,6L$$

$$= 1,2(402) + 1,6(250)$$

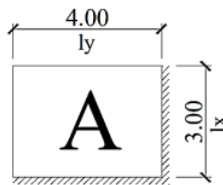
$$= 882,4 \text{ Kg/m}^2$$

5.3.2 Perhitungan Momen Pelat Lantai

Untuk perhitungan momen pada pelat lantai, digunakan pelat A (Gambar 5.2) sebagai contoh perhitungan.

Jenis pelat : Jepit di kedua sisinya

Tebal pelat : 120 mm



Gambar 5. 2 Tipe Pelat Lantai

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{4}{3} = 1,3 < 2,5 \text{ (Pelat dua arah/Two way slab)}$$

Momen pelat atap berdasar dari PBI'71 Tabel 13.3.1 dengan jenis pelat III:

$$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot C = +0,001 \cdot 882,4 \cdot 3^2 \cdot 42 = 333,55 \text{ Kgm}$$

$$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot C = +0,001 \cdot 882,4 \cdot 3^2 \cdot 27 = 214,42 \text{ Kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot C = -0,001 \cdot 882,4 \cdot 3^2 \cdot 92 = -730,63 \text{ Kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot C = -0,001 \cdot 882,4 \cdot 3^2 \cdot 76 = -603,56 \text{ Kgm}$$

Diambil momen terbesar arah X yaitu $M_{tx} = -730,63 \text{ Kgm}$ dan momen terbesar arah Y yaitu

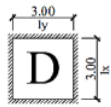
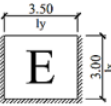
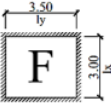
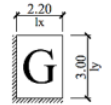
$$M_{ty} = -603,56 \text{ Kgm}$$

Tabel 5. 2 Momen Pelat Lantai

Tipe Pelat	Ukuran Pelat (m)	l_y/l_x	Keterangan	C	Momen	Mu (Kgm)	Tulangan
	4,0 × 3,0	1,30	Two way slab	42	M_{lx}	333,55	Arah X = Ø12-200 Arah Y = Ø12-200
				27	M_{ly}	214,42	
				92	M_{tx}	-730,63	
				76	M_{ty}	-603,56	
	4,0 × 3,0	1,30	Two way slab	35	M_{lx}	277,96	Arah X = Ø12-200 Arah Y = Ø12-200
				18	M_{ly}	142,95	
				74	M_{tx}	-587,68	
				57	M_{ty}	-452,67	
	3,0 × 3,0	1,00	Two way slab	21	M_{lx}	166,77	Arah X = Ø12-200 Arah Y = Ø12-200
				26	M_{ly}	206,48	
				55	M_{tx}	-436,79	
				60	M_{ty}	-476,50	

Tabel 5.2 Momen Pelat Lantai

(lanjutan)

Tipe Pelat	Ukuran Pelat (m)	l_y/l_x	Keterangan	C	Momen	Mu (Kgm)	Arah Tulangan
 D	3,0 × 3,0	1,00	Two way slab	21	M_{lx}	166,77	Arah X = Ø12-200 Arah Y = Ø12-200
				21	M_{ly}	166,77	
				52	M_{tx}	-412,96	
				52	M_{ty}	-412,96	
 E	3,5 × 3,0	1,17	Two way slab	31	M_{lx}	246,19	Arah X = Ø12-200 Arah Y = Ø12-200
				28	M_{ly}	222,36	
				74	M_{tx}	-587,68	
				69	M_{ty}	-547,97	
 F	3,5 × 3,0	1,17	Two way slab	28	M_{lx}	222,36	Arah X = Ø12-200 Arah Y = Ø12-200
				20	M_{ly}	158,83	
				64	M_{tx}	-508,26	
				56	M_{ty}	-444,73	
 G	3,0 × 2,2	1,36	Two way slab	45	M_{lx}	192,19	Arah X = Ø12-200 Arah Y = Ø12-200
				26	M_{ly}	111,04	
				98	M_{tx}	-418,54	
				77	M_{ty}	-328,85	

5.3.3 Perhitungan Penulangan Pelat Lantai

- Syarat Batas

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f'c - 30}{7} \right) (0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7} \right) (0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,039$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

- Penulangan Pelat Lantai Arah X

Tebal pelat lantai (h) = 120 mm

Tebal selimut beton (s) = 20 mm (SNI 2847-2019 Tabel 20.6.1.3.1)

Faktor reduksi kekuatan = 0,9 (SNI 2847-2019 Tabel 21.2.1)

Direncanakan menggunakan tulangan dengan diameter Ø12 mm

Maka, jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (d_x) yaitu:

$$d_x = h - s - \left(\frac{1}{2} \Phi \right) = 120 - 20 - \left(\frac{1}{2} \cdot 12 \right) = 94 \text{ mm}$$

$$M_u = M_{tx} = -730,63 \text{ Kgm} = -7306300 \text{ Nmm}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{Mu}{\phi} = \frac{7306300}{0,9} = 8118111,11 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot dx^2} = \frac{8118111,11}{1000 \cdot 94^2} = 0,91 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 0,91}{400}} \right) = 0,0023$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0023 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}})$$

Tulangan perlu arah X:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_x = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 94 = 329 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 12\text{--}200$ mm ($A_S = 565 \text{ mm}^2$)

Tulangan susut arah X:

$$A_{SS \text{ perlu}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 12\text{--}200$ mm ($A_S = 565 \text{ mm}^2$)

• Penulangan Pelat Lantai Arah Y

$$d_y = h - s - \phi_{\text{tul. arah x}} - (\frac{1}{2} \phi_{\text{tul. arah x}}) = 120 - 20 - 12 - (\frac{1}{2} \cdot 12) = 82 \text{ mm}$$

$$M_u = M_{ty} = -603,56 \text{ Kgm} = -6035600 \text{ Nmm}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{Mu}{\phi} = \frac{6035600}{0,9} = 6706222,22 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot dy^2} = \frac{6706222,22}{1000 \cdot 82^2} = 0,99 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 0,99}{400}} \right) = 0,0025$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0025 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}})$$

Tulangan perlu arah Y:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_y = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 82 = 287 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 12\text{--}200$ mm ($A_S = 565 \text{ mm}^2$)

Tulangan susut arah Y:

$$A_{SS \text{ perlu}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 12\text{--}200$ mm ($A_S = 565 \text{ mm}^2$)

5.3.4 Kontrol Kekuatan Pelat Lantai

• Tulangan Arah X

$$\rho = \frac{As \text{ pakai}}{b \cdot dx} = \frac{565}{1000 \cdot 94} = 0,0060$$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{565 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 1000} = 6,65 \text{ mm}$$

$$M_n = As \cdot fy \left(d - \frac{a}{2} \right) = 565 \cdot 400 \left(94 - \frac{6,65}{2} \right) = 20492550 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 20492550 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 8118111,11 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Jarak tulangan $\leq 3 \times$ tebal pelat

Jarak tulangan $\leq 3 \times 120 \text{ mm}$

$$200 \text{ mm} \leq 360 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Tulangan susut:

$$A_{SS \text{ pakai}} = \frac{1}{4} \cdot \phi^2 \cdot \pi \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 12^2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1000}{200} = 565,2 \text{ mm}^2 > A_{SS \text{ perlu}} = 240 \text{ mm}^2 (\text{OK})$$

• Tulangan Arah Y

$$\rho = \frac{As \text{ pakai}}{b \cdot dy} = \frac{565}{1000 \cdot 82} = 0,0069$$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{565 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 1000} = 6,65 \text{ mm}$$

$$M_n = As \cdot fy \left(d - \frac{a}{2} \right) = 565 \cdot 400 \left(82 - \frac{6,65}{2} \right) = 17780550 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 17780550 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 6706222,22 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Jarak tulangan $\leq 3 \times$ tebal pelat

Jarak tulangan $\leq 3 \times 120 \text{ mm}$

$$200 \leq 360 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Tulangan susut:

$$A_{SS \text{ pakai}} = \frac{1}{4} \cdot \phi^2 \cdot \pi \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 12^2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1000}{200} = 565,2 \text{ mm}^2 > A_{SS \text{ perlu}} = 240 \text{ mm}^2 (\text{OK})$$

5.4 Kontrol Retak Pelat

5.4.1 Kontrol Retak Pelat Atap

$$Z = fs \sqrt{dc \cdot A}$$

$$fs = 60\% \times fy = 0,6 \times 400 = 240 \text{ MPa}$$

$$dc = P + \left(\frac{1}{2} \phi \right) = 20 + \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \right) = 25 \text{ mm}$$

$$s = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2,5c_c = 380 \left(\frac{280}{240} \right) - 2,5 \times 20 = 393,33 \text{ mm}$$

$$A = 2 \times dc \times s = 2 \times 25 \times 393,33 = 19666,5 \text{ mm}^2$$

$$Z = 240 \sqrt[3]{25 \cdot 19666,5} = 18942 = 18,94 \text{ MN/m} < 30 \text{ MN/m} \quad (\text{OK})$$

5.4.2 Kontrol Retak Pelat Lantai

$$Z = f_s \sqrt[3]{dc \cdot A}$$

$$f_s = 60\% \times f_y = 0,6 \times 400 = 240 \text{ MPa}$$

$$dc = P + \left(\frac{1}{2} \phi \right) = 20 + \left(\frac{1}{2} \cdot 12 \right) = 26 \text{ mm}$$

$$s = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2,5c_c = 380 \left(\frac{280}{240} \right) - 2,5 \times 20 = 393,33 \text{ mm}$$

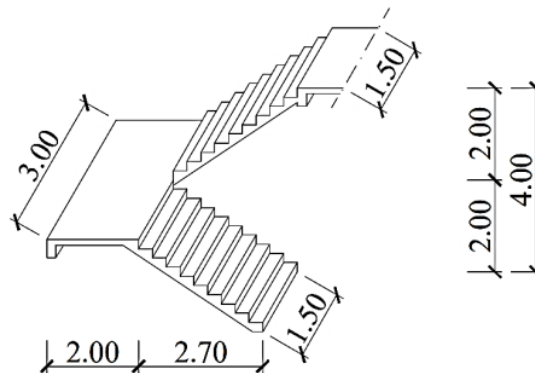
$$A = 2 \times dc \times s = 2 \times 26 \times 393,33 = 20453,16 \text{ mm}^2$$

$$Z = 240 \sqrt[3]{26 \cdot 20453,16} = 19444,16 = 19,44 \text{ MN/m} < 25 \text{ MN/m} \quad (\text{OK})$$

5.5 Perencanaan Tangga

Adapun data perencanaan tangga adalah sebagai berikut:

Selisih tinggi lantai	= 4,00 m
Panjang tangga	= 4,70 m
Lebar tangga	= 3,00 m
Lebar bordes	= 2,00 m
Panjang bordes	= 3,00 m
Elevasi bordes	= 2,00 m
Mutu beton (f_c')	= 40 MPa
Mutu baja (f_y)	= 400 MPa



Gambar 5.3 Perencanaan Tangga

- **Hitungan tangga**

Lebar anak tangga (*Antrade*) = 30 cm, Syarat : $26 \text{ cm} \leq A \leq 30 \text{ cm}$ (OK)

Tinggi anak tangga (*Optrade*) = 20 cm, Syarat : $16 \text{ cm} \leq O \leq 20 \text{ cm}$ (OK)

Jumlah tanjakan = $\frac{200}{20} = 10$ anak tangga

Jumlah injakan = $10 - 1 = 9$ anak tangga

Syarat kemiringan tangga = $25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$

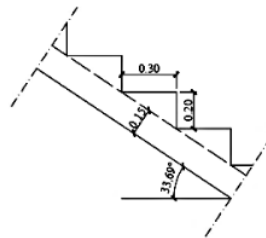
Sudut kemiringan tangga (α) = $\text{Arc. Tan } \frac{O}{A} = \text{Arc. Tan } \frac{20}{30} = 33,69^\circ \leq 40^\circ$ (OK)

- **Menghitung tebal pelat tangga**

Tebal selimut beton = 20 mm

Tebal pelat tangga (h_{\min}) = $\frac{H}{27} = \frac{(200 / \sin 33,69)}{27} = 13,35 \text{ cm}$

Digunakan tebal pelat tangga = 15 cm



Gambar 5.4 Tebal Pelat Tangga

$h' = h + \left(\frac{O}{2} \times \cos \alpha\right) = 15 + \left(\frac{20}{2} \times \cos 33,69\right) = 23,32 \text{ cm}$

Maka, tebal equivalen pelat tangga = $23,32 - 15 = 8,32 \text{ cm} = 0,0832 \text{ m}$

5.5.1 Pembebanan Tangga

- **Beban Pelat Tangga**

Beban Mati

Berat sendiri = $(0,15 \times 2400 \times (1/\cos 33,69^\circ)) \times 1,5 = 648,54 \text{ Kg/m}$

Berat anak tangga = $0,0832 \times 1,5 \times 2400 = 299,52 \text{ Kg/m}$

Spesi (2 cm) = $2 \times 21 \times 1,5 = 63 \text{ Kg/m}$

Keramik (1 cm) = $1 \times 24 \times 1,5 = 36 \text{ Kg/m}$

Berat sandaran = 30 = 30 Kg/m

Jumlah beban mati (Q_d) = $1077,06 \text{ Kg/m}$ +

Beban Hidup

$$\text{Beban hidup pelat tangga (Ql)} = 300 \text{ Kg/m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 450 \text{ Kg/m}$$

Kombinasi Pembebanan

$$Q_u = 1,2D + 1,6L = 1,2(1077,06) + 1,6(450) = 2012,47 \text{ Kg/m}$$

• **Beban Pelat Bordes**

Beban Mati

$$\text{Berat sendiri} = 0,15 \times 1,5 \times 2400 = 540 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Spesi (2 cm)} = 2 \times 21 \times 1,5 = 63 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Keramik (1 cm)} = 1 \times 24 \times 1,5 = 36 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Berat sandaran} = 30 = 30 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Jumlah beban mati (Qd)} = 669 \text{ Kg/m} \quad +$$

Beban Hidup

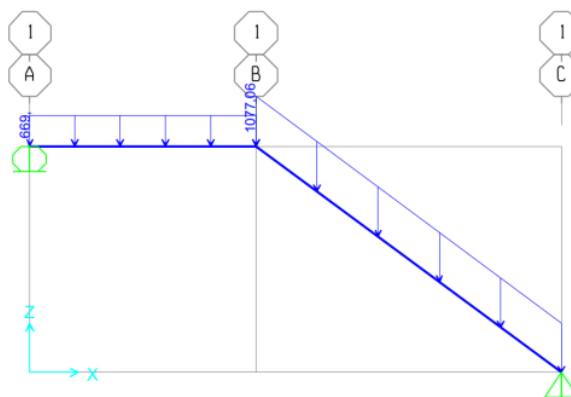
$$\text{Beban hidup pelat bordes (Ql)} = 300 \text{ Kg/m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 450 \text{ Kg/m}$$

Kombinasi Pembebanan

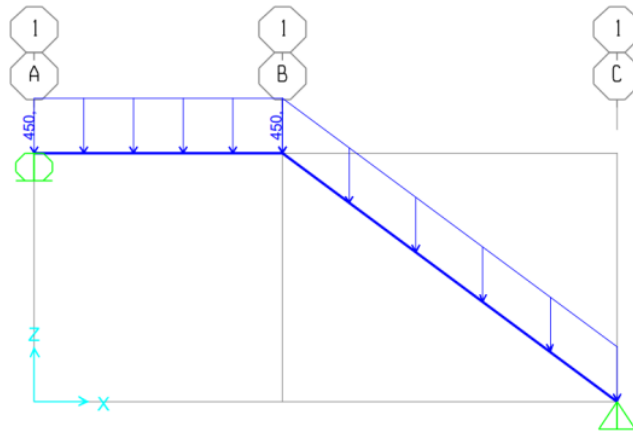
$$Q_u = 1,2D + 1,6L = 1,2(669) + 1,6(450) = 1552,8 \text{ Kg/m}$$

5.5.2 Analisa Statika Tangga

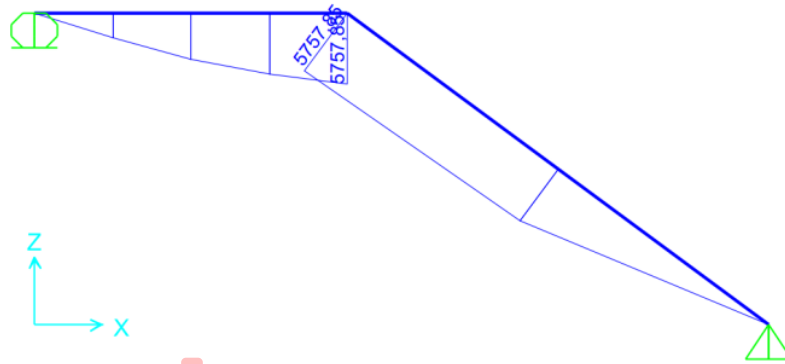
Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mencari gaya-gaya dalam dari tangga dengan menggunakan program bantu struktur. Tangga dianggap sebagai konstruksi statis tertentu yang memiliki tumpuan sendi dan rol, dengan metode kesetimbangan gaya dalam (M, D, N), maka analisa tangga dilakukan sesuai dengan pembebanan seperti pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6 berikut:



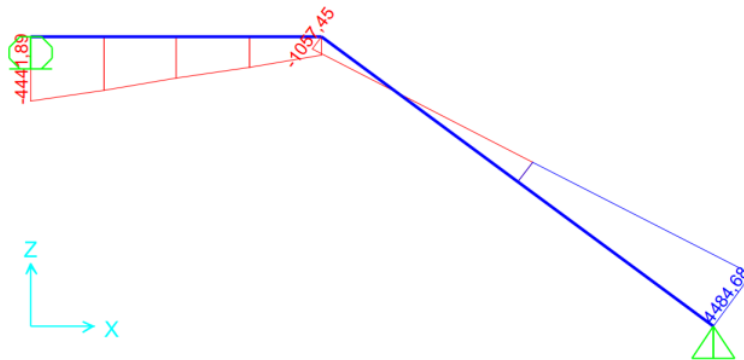
Gambar 5.5 Beban Mati pada Tangga dan Bordes



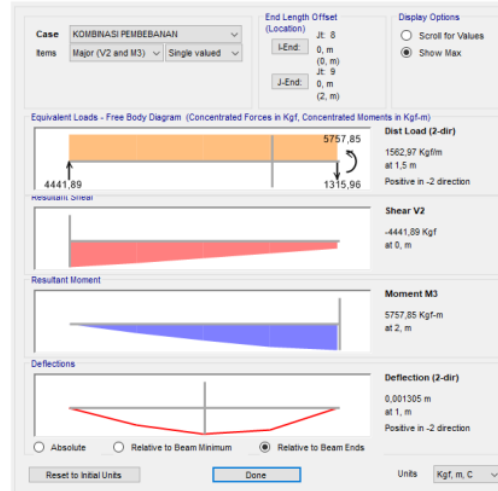
Gambar 5.6 Beban Hidup pada Tangga dan Bordes



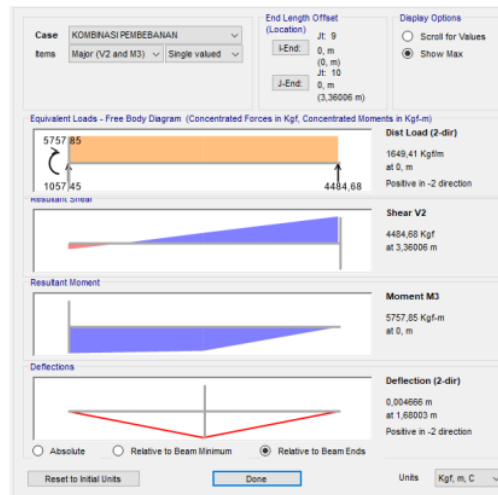
Gambar 5.7 Gaya Momen pada Tangga



Gambar 5.8 Gaya Geser pada Tangga



Gambar 5.9 Gaya Dalam Bordes



Gambar 5.10 Gaya Dalam Tangga

Dari analisa perhitungan menggunakan program struktur yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil $M_u \text{ tangga} = 5757,85 \text{ Kgm}$ dan $M_u \text{ bordes} = 5757,85 \text{ Kgm}$

- **Gaya dalam pada tangga**

Momen yang terjadi (M_u) = 5757,85 Kgm

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{5757,85}{0,9} = 6397,61 \text{ Kgm} = 63976100 \text{ Nmm}$$

- **Gaya dalam pada bordes**

Momen yang terjadi (M_u) = 5757,85 Kgm

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5757,85}{0,9} = 6397,61 \text{ Kgm} = 63976100 \text{ Nmm}$$

5.5.3 Penulangan Pelat Tangga

- **Data perencanaan**

Mutu beton (f_c') = 40 MPa

Mutu baja (f_y) = 400 MPa

Tebal selimut beton = 20 mm

Diameter tulangan = $\phi 13$ mm

$M_n = 63976100 \text{ Nmm}$

- **Syarat Batas**

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 30}{7} \right) (0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7} \right) (0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

$$d_x = h - s - \left(\frac{1}{2} \phi \right) = 150 - 20 - \left(\frac{1}{2} \cdot 13 \right) = 123,5 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d_x^2} = \frac{63976100}{1000 \cdot 123,5^2} = 4,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 4,19}{400}} \right) = 0,0112$$

$$\rho_{\min} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0112 < \rho_{\max} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0112)$$

- **Tulangan Perlu**

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x = 0,0112 \cdot 1000 \cdot 123,5 = 1386,60 \text{ mm}^2$$

Dipakai D13-75 mm ($A_s = 1770 \text{ mm}^2$)

- **Tulangan Susut**

$$A_{SS \text{ perlu}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 = 300 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\emptyset 12-200$ mm ($A_S = 565 \text{ mm}^2$)

- **Kontrol Kekuatan Pelat Tangga**

$$a = \frac{A_s \text{ pakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1770 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 1000} = 52,06$$

$$M_n = A_S \text{ pakai} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1770 \cdot 400 \left(123,5 - \frac{52,06}{2} \right) = 69009176,47 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 69009176,47 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 63976100 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Jarak tulangan $\leq 3 \times$ tebal pelat

$$75 \leq 3 \times 150$$

$$75 \text{ mm} \leq 450 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Tulangan susut:

$$A_{SS \text{ pakai}} = \frac{1}{4} \cdot \phi^2 \cdot \pi \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 12^2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1000}{200} = 565,20 \text{ mm}^2 > A_{SS \text{ perlu}} = 300 \text{ mm}^2 (\text{OK})$$

5.5.4 Penulangan Pelat Bordes

- **Data perencanaan**

$$\text{Mutu beton } (f_c') = 40 \text{ Mpa}$$

$$\text{Mutu baja } (f_y) = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Tebal selimut beton} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tulangan} = \emptyset 13 \text{ mm}$$

$$M_n = 63976100 \text{ Nmm}$$

- **Syarat Batas**

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 30}{7} \right) (0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7} \right) (0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

$$d_x = h - s - (\frac{1}{2} \phi) = 150 - 20 - (\frac{1}{2} \cdot 13) = 123,5 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d_x^2} = \frac{63976100}{1000 \cdot 123,5^2} = 4,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 4,19}{400}} \right) = 0,0112$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0112 < \rho_{\text{max}} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0112)$$

- **Tulangan Perlu**

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x = 0,0112 \cdot 1000 \cdot 123,5 = 1386,60 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\phi 13-75$ mm ($A_s = 1770 \text{ mm}^2$)

- **Tulangan Susut**

$$A_{ss \text{ perlu}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 = 300 \text{ mm}^2$$

Dipakai $\phi 12-200$ mm ($A_s = 565 \text{ mm}^2$)

- **Kontrol Kekuatan Pelat Bordes**

$$a = \frac{A_s \text{ pakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1770 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 1000} = 52,06$$

$$M_n = A_s \text{ pakai} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1770 \cdot 400 \left(123,5 - \frac{52,06}{2} \right) = 69009176,47 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 69009176,47 \text{ Nmm} > M_n \text{ awal} = 63976100 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Jarak tulangan $\leq 3 \times$ tebal pelat

$$75 \leq 3 \times 150$$

$$75 \text{ mm} \leq 450 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Tulangan susut:

$$A_{ss \text{ pakai}} = \frac{1}{4} \cdot \phi^2 \cdot \pi \cdot \frac{b}{s} = \frac{1}{4} \cdot 12^2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1000}{200} = 565,20 \text{ mm}^2 > A_{ss \text{ perlu}} = 300 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

5.5.5 Perencanaan Balok Bordes

- **Dimensi Balok Bordes**

$$h = \frac{\ell}{16} = \frac{300}{16} = 18,75 \text{ cm}$$

$$b_w = 0,3h = 0,3 \cdot 18,75 = 5,63 \text{ cm}$$

Dipakai dimensi balok bordes sebesar 20/25 cm

- **Pembebanan Balok Bordes**

Berat sendiri balok $= 0,20 \times 0,25 \times 2400 = 120 \text{ Kg/m}$

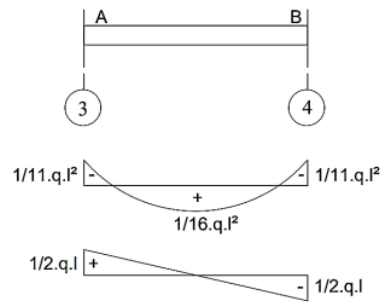
Beban bekerja pada pelat bordes $= 1552,8 = 1552,8 \text{ Kg/m}$

Kombinasi pembebanan:

$Q_u = 1,2 D + 1,6 L = 1,2(120) + 1,6(1552,8) = 2628,48 \text{ Kg/m}$

- **Analisa Statika Balok Bordes**

Adapun momen yang bekerja pada balok dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5. 11 Gaya yang Bekerja pada Balok Bordes

$M_{tumpuan} = \frac{1}{11} \times Q_u \times L^2 = \frac{1}{11} \times 2628,48 \times 3^2 = 2150,57 \text{ Kgm}$

$M_{lapangan} = \frac{1}{16} \times Q_u \times L^2 = \frac{1}{16} \times 2628,48 \times 3^2 = 1478,51 \text{ Kgm}$

$V_u = V_1 = V_2 = \frac{1}{2} \times Q_u \times L = \frac{1}{2} \times 2628,48 \times 3 = 3942,72 \text{ Kg}$

- **Penulangan Lentur Balok Bordes**

Data perencanaan

Mutu beton (f_c') $= 40 \text{ MPa}$

Mutu baja (f_y) $= 400 \text{ MPa}$

Tebal selimut beton (s) $= 40 \text{ mm}$

Tulangan utama $= D12 \text{ mm}$

Tulangan sengkang $= \emptyset 10 \text{ mm}$

Syarat Batas

$\beta = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 30}{7}\right)(0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7}\right)(0,05) = 0,78$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

Daerah Tumpuan

$$d = h - s - \phi_{\text{tul. utama}} - (\frac{1}{2} \phi_{\text{tul. sengkang}}) = 250 - 40 - 12 - (\frac{1}{2} \cdot 10) = 193 \text{ mm}$$

$$M_u = 2150,57 \text{ Kgm} = 21505700 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{21505700}{0,9} = 23895222,22 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{23895222,22}{200 \cdot 193^2} = 3,2 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 3,2}{400}} \right) = 0,0084$$

$$\rho_{\min} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0084 < \rho_{\max} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0084)$$

Tulangan tumpuan atas:

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0084 \cdot 200 \cdot 193 = 324,24 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D12** ($A_s = 339 \text{ mm}^2$)

Tulangan tumpuan bawah:

$$A_s' = \delta \times A_s \text{ pakai} = 0,5 \times 339 = 169,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai **2D12** ($A_s = 226 \text{ mm}^2$)

Daerah Lapangan

$$d = h - s - \phi_{\text{tul. utama}} - (\frac{1}{2} \phi_{\text{tul. sengkang}}) = 250 - 40 - 12 - (\frac{1}{2} \cdot 10) = 193 \text{ mm}$$

$$M_u = 1478,51 \text{ Kgm} = 14785100 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{14785100}{0,9} = 16427888,89 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{16427888,89}{200 \cdot 193^2} = 2,2 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 2,2}{400}} \right) = 0,0057$$

$$\rho_{\min} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0057 < \rho_{\max} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0057)$$

Tulangan lapangan atas:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0,0057 \cdot 200 \cdot 193 = 220,02 \text{ mm}^2$$

Dipakai **2D12** ($A_S = 226 \text{ mm}^2$)

Tulangan lapangan bawah:

$$A_{S'} = \delta \times A_{S \text{ pakai}} = 0,5 \times 226 = 113 \text{ mm}^2$$

Dipakai **2D12** ($A_S = 226 \text{ mm}^2$)

• Penulangan Geser Balok Bordes

Beban geser terfaktor (V_u) = $3942,72 \text{ Kg} = 39427,2 \text{ N}$

$$\text{Kekuatan geser beton } (V_C) = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{40} \cdot 200 \cdot 193 = 40687,97 \text{ N}$$

Periksa kategori desain:

$$\emptyset V_C = 0,75 \times 40687,97 = 30515,98 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \emptyset V_C = \frac{1}{2} \times 30515,98 = 15258 \text{ N}$$

$$V_S = \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{3} \times 200 \times 193 = 12866,67 \text{ N}$$

$$\emptyset V_S = 0,75 \times 12866,67 = 9650 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \emptyset V_S = 30515,98 + 9650 = 40165,98 \text{ N}$$

$$\text{min.} \emptyset V_S = 0,6 \times 12866,67 = 7720 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \text{min.} \emptyset V_S = 30515,98 + 7720 = 38235,98 \text{ N}$$

$$\emptyset \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 0,6 \times \frac{1}{3} \sqrt{40} \times 200 \times 193 = 48825,57 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \emptyset \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 30515,98 + 48825,57 = 79341,55 \text{ N}$$

$$\emptyset \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 0,6 \times \frac{2}{3} \sqrt{40} \times 200 \times 193 = 97651,13 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \emptyset \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 30515,98 + 97651,13 = 128167,11 \text{ N}$$

Kategori desain:

$$V_{u1} = \frac{V_u (\frac{1}{2} L_n - d)}{\frac{1}{2} L_n} = \frac{39427,2 (\frac{1}{2} \cdot (300 - 35 - 10) - 19,3)}{\frac{1}{2} \cdot (300 - 35 - 10)} = 33459 \text{ N}$$

Untuk $V_u = 33459 \text{ N}$, termasuk ke dalam kategori desain ke-3, dimana

$$(\emptyset V_C) < V_u \leq (\emptyset V_C + \text{min.} \emptyset V_S) = 30515,98 \text{ N} < 33459 \text{ N} \leq 38235,98 \text{ N}$$

Sehingga diperlukan tulangan geser minimum dengan sengkang yang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\text{Max. } s \leq \frac{d}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Max. } s \leq \frac{193}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

Max. $s \leq 96,5 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm}$

Dipakai sengkang dengan jarak $s = 95 \text{ mm}$

$$\text{Maka luas } A_{v \text{ min}} = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{200 \cdot 95}{3 \cdot 400} = 15,83 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\emptyset 10 \text{ mm}$ dengan $A_v = 157 \text{ mm}^2 > A_{v \text{ min}} = 15,83 \text{ mm}^2$ (OK)

Gaya geser perlawanan sengkang:

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{157 \cdot 400 \cdot 193}{95} = 127583,16 \text{ N}$$

$$\emptyset V_s = 0,75 \times 127583,16 = 95687,37 \text{ N}$$

Untuk jarak 80 cm dari muka (daerah lapangan):

$$V_{u2} = \frac{V_u (\frac{1}{2} L_n - 80)}{\frac{1}{2} L_n} = \frac{39427,2 (\frac{1}{2} \cdot (300 - 35 - 10) - 80)}{\frac{1}{2} \cdot (300 - 35 - 10)} = 14688,56 \text{ N}$$

$V_{u2} \leq \frac{1}{2} \cdot \emptyset V_c = 14688,56 \text{ N} \leq 15258 \text{ N}$, Maka termasuk ke dalam kategori desain ke-1 (tanpa syarat tulangan)

Rencana menggunakan tulangan $\emptyset 10 - 200 \text{ mm}$

$$A_{v \text{ min}} = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{200 \cdot 200}{3 \cdot 400} = 33,33 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\emptyset 10 \text{ mm}$ dengan $A_v = 157 \text{ mm}^2 > A_{v \text{ min}} = 33,33 \text{ mm}^2$ (OK)

Gaya geser perlawanan sengkang:

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{157 \cdot 400 \cdot 193}{200} = 60602 \text{ N}$$

$$\emptyset V_s = 0,75 \times 60602 = 45451,5 \text{ N} > \text{min.} \emptyset V_s = 7720 \text{ N} \text{ (OK)}$$

Maka, dipakai tulangan sengkang $\emptyset 10 - 95 - 200 \text{ mm}$.

5.6 Perencanaan Balok Lift

Perencanaan balok lift meliputi balok-balok yang berkaitan dengan ruang mesin lift, yaitu balok penggantung lift. Lift yang digunakan untuk bangunan gedung Hotel Delmare menggunakan merk dari Abtech Elevator dengan data-data sebagai berikut:

Tipe lift	= P17(15) - CO
Merek	= Abtech Elevator
Kapasitas	= 15 orang (1150 Kg)
Kecepatan	= 105 m/menit
Lebar pintu (open width)	= 1000 mm
Dimensi sangkar (car size): Outside	= 1000 mm \times 2100 mm

<i>Inside</i>	= 1800 mm × 1500 mm
Dimensi ruang luncur (<i>hoistway</i>)	= 2350 mm × 2250 mm
Dimensi ruang mesin	= 3000 mm × 4200 mm
Beban reaksi ruang mesin: R1	= 7000 Kg
R2	= 5500 Kg
Dimensi balok <i>lift</i>	= 30/40 cm

5.6.1 Koefisien Kejut Beban Hidup Oleh Crane

Beban keran yang dipikul oleh balok penggantung *lift* terdiri dari berat sendiri keran ditambah dengan berat muatan yang diangkatnya. Sebagai beban rencana harus diambil beban keran tersebut dan dikalikan dengan suatu koefisien yang ditentukan menurut rumus berikut:

$$\psi = (1 + k_1 \times k_2 \times V) \geq 1,15$$

$$\psi = (1 + 0,6 \times 1,3 \times 1) \geq 1,15$$

$$\psi = 1,78 \geq 1,15$$

Dimana:

ψ = Koefisien kejut yang nilainya tidak boleh diambil kurang dari 1,15

k_1 = Koefisien yang tergantung pada kekuatan keran induk. Untuk keran induk dengan struktur rangka pada umumnya nilai k_1 diambil sebesar 0,6.

k_2 = Koefisien yang tergantung pada sifat-sifat mesin angkat dari keran angkatnya, dapat diambil sebesar 1,3.

V = Kecepatan angkat maksimum (m/dt) pada pengangkatan muatan maksimum dalam keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau dan nilai V tidak perlu lebih dari 1,00 m/dt.

Jadi, balok yang bekerja pada balok penggantung adalah:

$$P_{u1} = R1 \times \psi = 7000 \times 1,78 = 12460 \text{ Kg}$$

$$P_{u2} = R2 \times \psi = 5500 \times 1,78 = 9790 \text{ Kg}$$

$$P = 12460 + 9790 = 22250 \text{ Kg}$$

5.6.2 Pembebanan Balok Penggantung Lift

Adapun pembebanan untuk balok penggantung *lift* terdiri dari beban merata dan beban terpusat sebagai berikut:

Beban Mati

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,3 \times 0,4 \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}$$

Beban Hidup

$$\text{Beban bekerja} = 100 = 100 \text{ Kg/m}$$

Beban Ultimate

$$Q_u = 1,2D + 1,6L = 1,2(288) + 1,6(100) = 505,6 \text{ Kg/m}$$

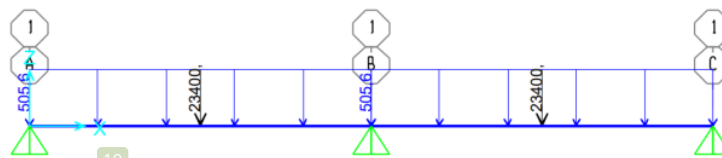
Beban Terpusat

$$\text{Beban terpusat lift} = 22250 = 22250 \text{ Kg}$$

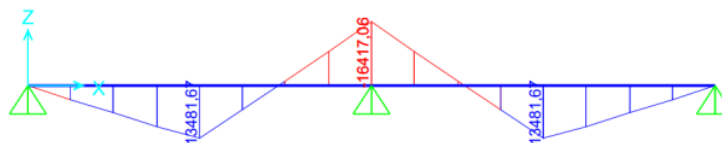
$$\begin{aligned} \text{Beban kapasitas lift} &= 1150 = 1150 \text{ Kg} \\ \text{Total beban terpusat} &= 23400 \text{ Kg} \end{aligned}$$

5.6.3 Analisa Statika Balok Penggantungan Lift

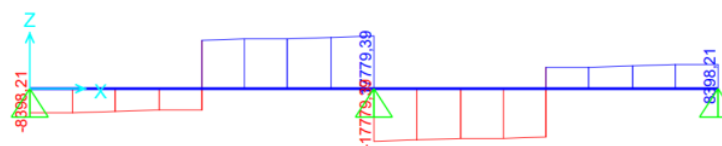
Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mencari gaya-gaya dalam dari balok penggantungan lift dengan menggunakan program bantu struktur. Tangga dianggap sebagai konstruksi statis tertentu yang memiliki tumpuan sendi, dengan metode kesetimbangan gaya dalam (M, D, N), maka analisa balok penggantungan lift dilakukan sesuai dengan pembebanan seperti pada Gambar 5.12 berikut:



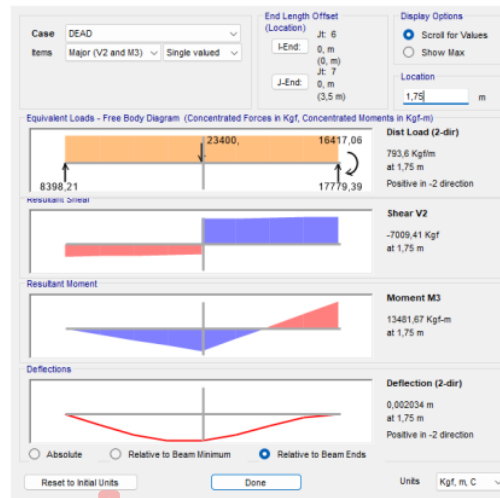
Gambar 5.12 Pembebanan Balok Penggantungan Lift



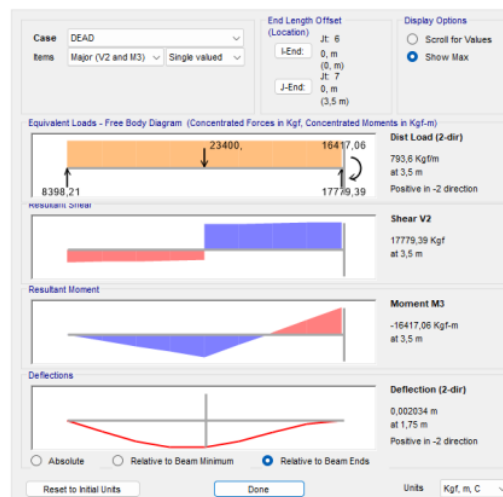
Gambar 5.13 Gaya Momen pada Balok Penggantungan Lift



Gambar 5.14 Gaya Geser pada Balok Penggantungan Lift



Gambar 5.15 Gaya Dalam Lapangan Balok Penggantung Lift



Gambar 5.16 Gaya Dalam Tumpuan Balok Penggantung Lift

Dari analisa perhitungan menggunakan program bantu yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

- M_u tumpuan = 16417,06 Kgm
- M_u lapangan = 13481,67 Kgm
- $V = 17779,39$ Kg

5.6.4 Penulangan Balok Penggantung Lift

• Penulangan Lentur Balok Penggantung Lift

Data perencanaan

$$\text{Mutu beton } (f_c') = 40 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu baja } (f_y) = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Dimensi balok} = 30/40 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal selimut beton } (s) = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan utama} = \text{D19 mm}$$

$$\text{Tulangan sengkang} = \text{Ø10 mm}$$

Lebar efektif balok penggantung lift:

$$d = h - s - \left(\frac{1}{2} \phi_{\text{tul. utama}}\right) - \phi_{\text{tul. sengkang}} = 400 - 40 - \left(\frac{1}{2} \cdot 19\right) - 10 = 340,5 \text{ mm}$$

$$d' = s + \left(\frac{1}{2} \phi_{\text{tul. utama}}\right) + \phi_{\text{tul. sengkang}} = 40 + \left(\frac{1}{2} \cdot 19\right) + 10 = 59,5 \text{ mm}$$

Syarat Batas

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 30}{7}\right)(0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7}\right)(0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

Daerah Tumpuan

$$M_u = 16417,06 \text{ Kgm} = 164170600 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{164170600}{0,9} = 182411777,78 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{182411777,78}{300 \cdot 340,5^2} = 5,24 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 5,17}{400}}\right) = 0,014$$

$$\rho_{\min} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,014 < \rho_{\max} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,014)$$

Tulangan tumpuan atas:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,014 \cdot 300 \cdot 340,5 = 1462,40 \text{ mm}^2$$

Dipakai **6D19** ($A_s = 1701 \text{ mm}^2$)

Tulangan tumpuan bawah:

$$A_s' = \delta \times A_s \text{ pakai} = 0,5 \times 1701 = 850,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D19** ($A_s = 851 \text{ mm}^2$)

Kontrol tulangan:

$$a = \frac{A_s \text{ pakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1701 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 300} = 66,71$$

$$M_n = A_s \text{ pakai} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1701 \cdot 400 \left(340,5 - \frac{66,71}{2} \right) = 208982858,82 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 208982858,82 = 188084572,94 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 188084572,94 \text{ Nmm} > M_n \text{ awal} = 182411777,78 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Daerah Lapangan

$$M_u = 13481,67 \text{ Kgm} = 134816700 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{134816700}{0,9} = 149796333,33 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{149796333,3}{300 \cdot 340,5^2} = 4,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 4,31}{400}} \right) = 0,011$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,011 < \rho_{\text{max}} = 0,029 \quad (\text{dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,011)$$

Tulangan lapangan bawah:

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0,011 \cdot 300 \cdot 340,5 = 1179,97 \text{ mm}^2$$

Dipakai **5D19** ($A_s = 1418 \text{ mm}^2$)

Tulangan lapangan atas:

$$A_s' = \delta \times A_s \text{ pakai} = 0,5 \times 1418 = 709 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D19** ($A_s = 851 \text{ mm}^2$)

Kontrol tulangan:

$$a = \frac{A_s \text{ pakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1418 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 300} = 55,61$$

$$M_n = A_s \text{ pakai} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1418 \cdot 400 \left(340,5 - \frac{55,61}{2} \right) = 177361215,69 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 177361215,69 = 159625094,12 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 159625094,12 \text{ Nmm} > M_n \text{ awal} = 149796333,33 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

• **Penulangan Geser Balok Penggantung Lift**

Beban geser terfaktor (V_u) = 17779,39 Kg = 177793,9 N

Kekuatan geser beton (V_C) = $\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{40} \cdot 300 \cdot 340,5 = 107675,55$ N

Periksa kategori desain:

ϕV_C	= $0,75 \times 107675,55$	= 80756,67 N
$\frac{1}{2} \cdot \phi V_C$	= $\frac{1}{2} \times 80756,67$	= 40378,33 N
$V_S = \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot d$	= $\frac{1}{3} \times 300 \times 340,5$	= 34050,00 N
ϕV_S	= $0,75 \times 34050$	= 25537,50 N
$\phi V_C + \phi V_S$	= $80756,67 + 25537,50$	= 106294,17 N
min. ϕV_S	= $0,6 \times 34050$	= 20430,00 N
$\phi V_C + \text{min.}\phi V_S$	= $80756,67 + 20430$	= 101186,67 N
$\phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	= $0,6 \times \frac{1}{3} \sqrt{40} \times 300 \times 340,5$	= 129210,67 N
$\phi V_C + \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	= $80756,67 + 129210,67$	= 209967,33 N
$\phi \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	= $0,6 \times \frac{2}{3} \sqrt{40} \times 300 \times 340,5$	= 258421,33 N
$\phi V_C + \phi \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	= $80756,67 + 258421,33$	= 339178,00 N

Kategori desain:

$$V_{u1} = \frac{V_u (\frac{1}{2} Ln - d)}{\frac{1}{2} Ln} = \frac{177793,9 (\frac{1}{2} \cdot (350 - 20 - 15) - 34,1)}{\frac{1}{2} \cdot (350 - 20 - 15)} = 139300,11$$
 N

Untuk $V_u = 139300,11$ N, termasuk ke dalam kategori desain ke-4, dimana

$$(\phi V_C + \text{min.}\phi V_S) < V_u \leq (\phi V_C + \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d)$$

$$101186,67 \text{ N} < 139300,11 \text{ N} \leq 209967,33 \text{ N}$$

Sehingga diperlukan tulangan geser minimum dengan sengkang yang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Kuat geser nominal tulangan:

$$\phi V_S = V_u - \phi V_C$$

$$V_S = \frac{V_u}{\phi} - V_C = \frac{139300,11}{0,75} - 107675,55 = 78057,93 \text{ N}$$

$$\text{Syarat: } V_S < \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 78057,93 \text{ N} < \frac{1}{3} \sqrt{40} \cdot 300 \cdot 340,5 = 78057,93 \text{ N} < 215351 \text{ N}$$

Cek Max. s:

$$\text{Max. s} \leq \frac{d}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Max. s} \leq \frac{340,5}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Max. } s \leq 170,25 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm}$$

Dipakai sengkang dengan jarak $s = 100 \text{ mm}$

$$\text{Maka, } A_v \text{ min} = \frac{b \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{300 \cdot 100}{3 \cdot 400} = 25 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\varnothing 10 \text{ mm}$, $A_v = 157 \text{ mm}^2 > A_v \text{ min} = 25 \text{ mm}^2$ (OK)

Gaya geser perlawanan sengkang:

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d} = \frac{78057,93 \cdot 100}{400 \cdot 340,5} = 57,31 \text{ mm}^2$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{57,31 \cdot 400 \cdot 340,5}{100} = 78056,22 \text{ N}$$

Cek kondisi V_n :

Syarat: $\varnothing V_n \geq V_u$

$$\varnothing(V_c + V_s \text{ perlu}) \geq V_u$$

$$0,75(107675,55 + 78056,22) \geq 139300,11 \text{ N}$$

$$139298,83 \text{ N} \geq 139300,11 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

Untuk daerah lapangan:

$$V_{u2} = \frac{V_u (\frac{1}{2} L_n - 80)}{\frac{1}{2} L_n} = \frac{177793,90 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 315 - 80)}{\frac{1}{2} \cdot 315} = 87485,89 \text{ N}$$

Untuk $V_u = 87485,89 \text{ N}$, termasuk ke dalam kategori desain ke-3, dimana

$$\varnothing V_c < V_u \leq (\varnothing V_c + \text{min.} \varnothing V_s)$$

$$80756,67 \text{ N} < 87485,89 \text{ N} \leq 101186,67 \text{ N}$$

Sehingga diperlukan tulangan geser minimum dengan sengkang yang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\text{Max. } s \leq \frac{d}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Max. } s \leq \frac{340,5}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Max. } s \leq 170,25 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm}$$

Dipakai sengkang dengan jarak $s = 150 \text{ mm}$

$$\text{Maka luas } A_v \text{ min} = \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{300 \cdot 150}{3 \cdot 400} = 37,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\varnothing 10 \text{ mm}$ dengan $A_v = 157 \text{ mm}^2 > A_v \text{ min} = 37,5 \text{ mm}^2$ (OK)

Gaya geser perlawanan sengkang:

$$V_s \text{ perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{157 \cdot 400 \cdot 340,5}{150} = 142556 \text{ N}$$

Cek kondisi V_n :

Syarat: $\phi V_n \geq V_U$

$$\phi(V_C + V_S \text{ perlu}) \geq V_U$$

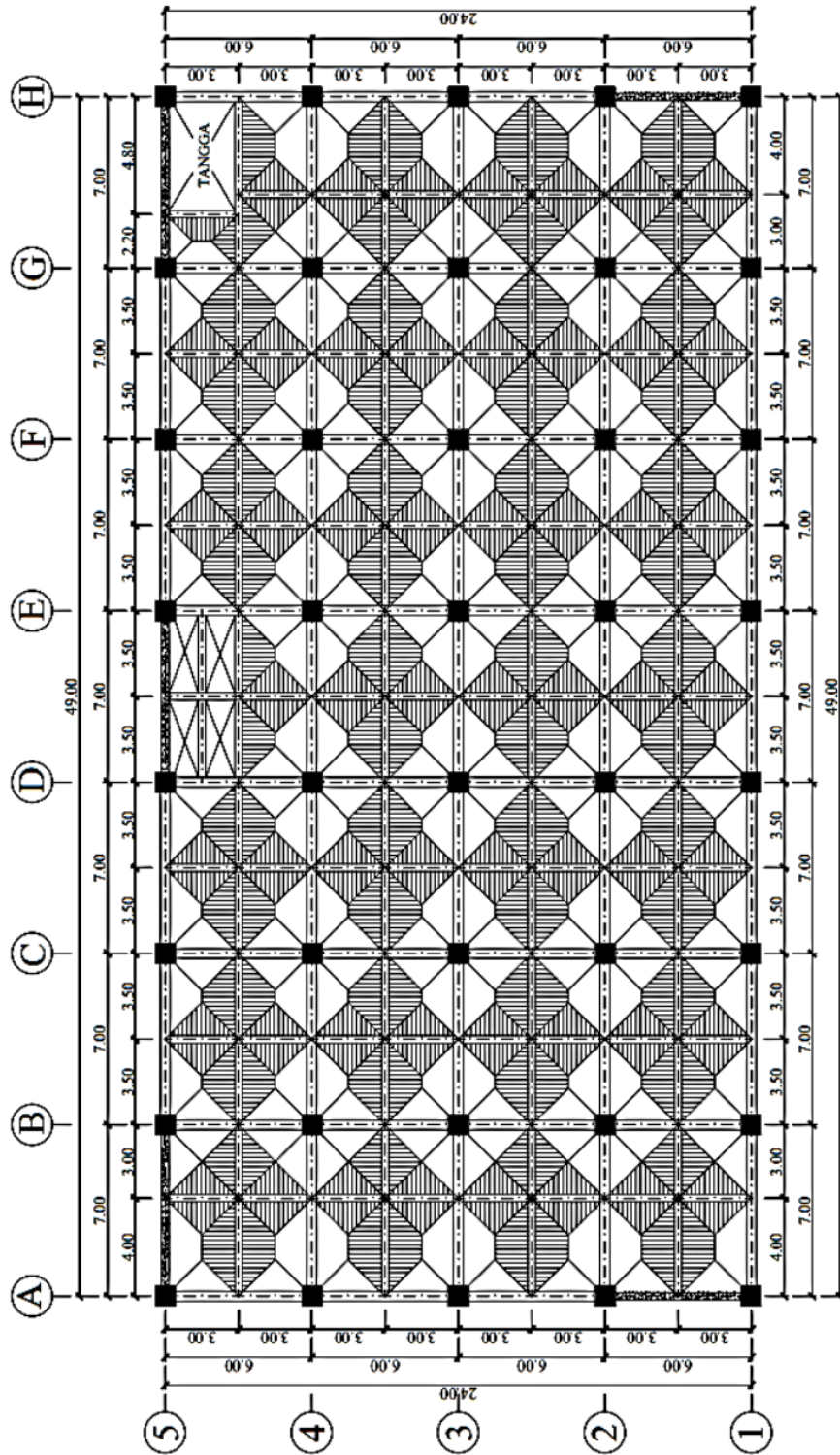
$$0,75(107675,55 + 142556) \geq 87485,89 \text{ N}$$

$$187673,66 \text{ N} \geq 87485,89 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

Digunakan tulangan sengkang $\phi 10 - 100 - 150 \text{ mm}$.

5.7 Perencanaan Balok Anak Atap

Pada subbab ini akan direncanakan stuktur sekunder berupa balok anak atap, dimana perhitungannya meliputi perhitungan beban, momen hingga perhitungan penulangan yang dibutuhkan. Balok anak merupakan elemen struktur sekunder yang tidak berfungsi untuk menerima beban lateral. Melainkan, balok anak berfungsi untuk pengaku yang dapat membantu memperkecil lendutan yang terjadi pada pelat. Berdasarkan Gambar 5.17 di bawah, diketahui bahwa terdapat tujuh jenis pembebanan yaitu beban T1, T2, T3, S1 dan S2.



Gambar 5. 17 Tributary Area Pembebanan Balok Anak Atap

5.7.1 Pembebanan Balok Anak Atap

Pembebanan balok anak atap meliputi berat sendiri, berat perlengkapan dan berat finishing. Beban-beban tersebut harus dihitung guna memperoleh hasil penulangan yang tepat dan sesuai kebutuhan balok anak.

- **Pembebanan Pelat Atap**

Dari data pembebanan pelat atap didapat:

$$Q_d = 365 \text{ Kg/m}^2$$

$$Q_l = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$Q_r = 50 \text{ Kg/m}^2$$

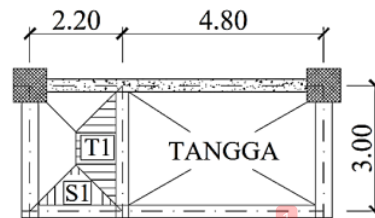
- **Pembebanan untuk Beban Trapezium**

$$q = \frac{1}{2} \times Q \times L_x \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{L_x}{L_y}\right)^2\right)$$

- **Pembebanan untuk Beban Segitiga**

$$q = \frac{1}{3} \times Q \times L_x$$

Balok Anak Atap dengan Pembebanan Trapezium T1



Gambar 5. 18 Pembebanan Trapezium T1 pada Balok Anak Atap

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,10) \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{2} \times 365 \times 2,2 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{2,2}{3,0}\right)^2\right) = 329,53 \text{ Kg/m}$$

$$Q_d = 617,53 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{2} \times 100 \times 2,2 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{2,2}{3,0}\right)^2\right) = 90,28 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hujan**

$$\text{Beban air hujan} = \frac{1}{2} \times 50 \times 2,2 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{2,2}{3,0}\right)^2\right) = 45,14 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

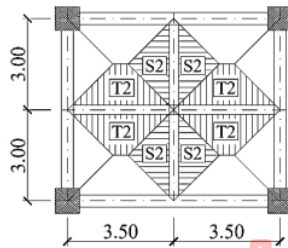
$$Q_u = 1,2D + 1,6L + 0,5R = 1,2(617,53) + 1,6(90,28) + 0,5(45,14) = 908,05 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{11} = \frac{908,05 \cdot 2,7^2}{11} = 601,79 \text{ Kgm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{16} = \frac{908,05 \cdot 2,7^2}{16} = 413,73 \text{ Kgm}$$

$$\begin{aligned} V_u &= \left(1,2 \times Q_d \times \frac{l_n}{2}\right) + \left(1,6 \times Q_l \times \frac{l_n}{2}\right) \\ &= \left(1,2 \times 617,53 \times \frac{2,7}{2}\right) + \left(1,6 \times 90,28 \times \frac{2,7}{2}\right) \\ &= 1195,40 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Balok Anak Atap dengan Pembebanan Trapezium T2



Gambar 5. 19 Pembebanan Trapezium T2 pada Balok Anak Atap

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,10) \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{2} \times 365 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{3,5}\right)^2\right) \times 2 = 826,84 \text{ Kg/m}$$

$$Q_d = 1114,84 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{2} \times 100 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{3,5}\right)^2\right) \times 2 = 226,53 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hujan**

$$\text{Beban air hujan} = \frac{1}{2} \times 50 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{3,5}\right)^2\right) \times 2 = 113,27 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

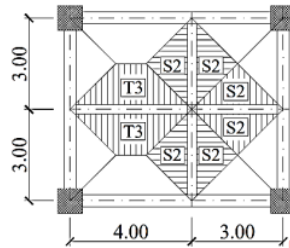
$$Q_u = 1,2D + 1,6L + 0,5R = 1,2(1114,84) + 1,6(226,53) + 0,5(113,27) = 1756,89 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{11} = \frac{1756,89 \cdot 3,15^2}{11} = 1584,79 \text{ Kgm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{16} = \frac{1756,89 \cdot 3,15^2}{16} = 1089,54 \text{ Kgm}$$

$$\begin{aligned} Vu &= \left(1,2 \times Qd \times \frac{l}{2}\right) + \left(1,6 \times Ql \times \frac{l}{2}\right) \\ &= \left(1,2 \times 1114,84 \times \frac{3,15}{2}\right) + \left(1,6 \times 226,53 \times \frac{3,15}{2}\right) \\ &= 2677,899 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Balok Anak Atap dengan Pembebanan Trapezium T3



Gambar 5. 20 Pembebanan Trapezium T3 pada Balok Anak Atap

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,10) \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban mati pelat} &= \frac{1}{2} \times 365 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{4,0}\right)^2\right) \times 2 = 889,70 \text{ Kg/m} \\ \text{Qd} &= 1177,69 \text{ Kg/m} + \end{aligned}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{2} \times 100 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{4,0}\right)^2\right) \times 2 = 243,75 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hujan**

$$\text{Beban air hujan} = \frac{1}{2} \times 50 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{4,0}\right)^2\right) \times 2 = 121,88 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

$$Qu = 1,2D + 1,6L + 0,5R = 1,2(1177,69) + 1,6(243,75) + 0,5(121,88) = 1864,16 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{11} = \frac{1864,16 \cdot 3,65^2}{11} = 2257,75 \text{ Kgm}$$

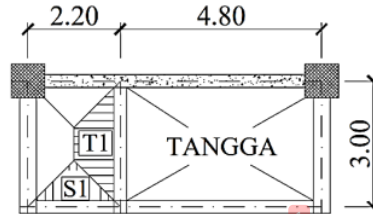
$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{16} = \frac{1864,16 \cdot 3,65^2}{16} = 1552,21 \text{ Kgm}$$

$$Vu = \left(1,2 \times Qd \times \frac{ln}{2}\right) + \left(1,6 \times Ql \times \frac{ln}{2}\right)$$

$$= \left(1,2 \times 1177,69 \times \frac{3,65}{2}\right) + \left(1,6 \times 243,75 \times \frac{3,65}{2}\right)$$

$$= 3290,89 \text{ Kg}$$

Balok Anak Atap dengan Pembebanan Segitiga S1



Gambar 5. 21 Pembebanan Segitiga S1 pada Balok Anak Atap

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,10) \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{3} \times 365 \times 2,2 = 267,67 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Qd} = 555,67 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{3} \times 100 \times 2,2 = 73,33 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hujan**

$$\text{Beban air hujan} = \frac{1}{3} \times 50 \times 2,2 = 36,67 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

$$\text{Qu} = 1,2D + 1,6L + 0,5R = 1,2(555,67) + 1,6(73,33) + 0,5(36,67) = 802,47 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{11} = \frac{802,47 \cdot 1,85^2}{11} = 249,68 \text{ Kgm}$$

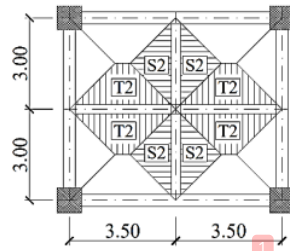
$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{16} = \frac{802,47 \cdot 1,85^2}{16} = 171,65 \text{ Kgm}$$

$$Vu = \left(1,2 \times Qd \times \frac{ln}{2}\right) + \left(1,6 \times Ql \times \frac{ln}{2}\right)$$

$$= \left(1,2 \times 555,67 \times \frac{1,85}{2}\right) + \left(1,6 \times 73,33 \times \frac{1,85}{2}\right)$$

$$= 725,32 \text{ Kg}$$

Balok Anak Atap dengan Pembebanan Segitiga S2



Gambar 5.22 Pembebanan Segitiga S2 pada Balok Anak Atap

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,10) \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{3} \times 365 \times 3,0 \times 2 = 730 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Qd} = 1018 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{3} \times 100 \times 3,0 \times 2 = 200 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hujan**

$$\text{Beban air hujan} = \frac{1}{3} \times 50 \times 3,0 \times 2 = 100 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

$$Q_u = 1,2D + 1,6L + 0,5R = 1,2(1018) + 1,6(200) + 0,5(100) = 1591,60 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{11} = \frac{1591,60 \cdot 2,65^2}{11} = 1016,09 \text{ Kgm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{16} = \frac{1591,60 \cdot 2,65^2}{16} = 698,56 \text{ Kgm}$$

$$\begin{aligned} V_u &= \left(1,2 \times Q_d \times \frac{l_n}{2}\right) + \left(1,6 \times Q_l \times \frac{l_n}{2}\right) \\ &= \left(1,2 \times 1018 \times \frac{2,65}{2}\right) + \left(1,6 \times 200 \times \frac{2,65}{2}\right) \\ &= 2042,62 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Dari semua pembebanan untuk balok anak atap di atas, maka diambil beban yang paling besar yaitu pada pembebanan balok anak atap dengan jenis pembebanan trapezium T3.

$$M_{\text{tumpuan}} = 2257,75 \text{ Kgm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = 1552,21 \text{ Kgm}$$

$$V_u = 3290,89 \text{ Kg}$$

5.7.2 Penulangan Lentur Balok Anak Atap

• Data perencanaan

$$\text{Mutu beton } (f_c') = 40 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu baja } (f_y) = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Dimensi balok} = 30/50 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal selimut beton } (s) = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan utama} = D10 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan sengkang} = \emptyset 8 \text{ mm}$$

Lebar efektif balok anak atap:

$$d = h - s - (\frac{1}{2} \emptyset_{\text{tul. utama}}) - \emptyset_{\text{tul. sengkang}} = 400 - 40 - (\frac{1}{2} \cdot 10) - 8 = 347 \text{ mm}$$

$$d' = s + (\frac{1}{2} \emptyset_{\text{tul. utama}}) + \emptyset_{\text{tul. sengkang}} = 40 + (\frac{1}{2} \cdot 10) + 8 = 53 \text{ mm}$$

• Syarat Batas

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 30}{7}\right)(0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7}\right)(0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

• Daerah Tumpuan

$$M_u = 2257,75 \text{ Kgm} = 22577500 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{22577500}{0,9} = 25086111,11 \text{ Nmm}$$

$$x_{\max} = 0,75 \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = 0,75 \frac{600 \cdot 347}{600 + f_y} = 156,15 \text{ mm}$$

Jarak $x \leq x_{\max}$, maka diambil nilai $x = 120 \text{ mm}$

$$A_{sc} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot b \cdot x}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78 \cdot 300 \cdot 120}{400} = 2386,80 \text{ mm}^2$$

$$M_{nc} = A_{sc} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{\beta \cdot x}{2}\right) = 2386,80 \cdot 400 \cdot \left(347 - \frac{0,78 \cdot 120}{2}\right) = 286606944 \text{ Nmm}$$

$$M_{ns} = M_n - M_{nc} = 25086111,11 - 286606944 = -261520832,89 \text{ Nmm}$$

$M_{ns} \leq 0$ maka tidak perlu tulangan tekan dan hanya didesain dengan tulangan tunggal.

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{25086111,11}{300 \cdot 347^2} = 0,69 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 0,69}{400}} \right) = 0,0018$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0018 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}} = 0,0035)$$

Tulangan tumpuan atas:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 300 \cdot 347 = 364,35 \text{ mm}^2$$

Dipakai **5D10** ($A_S = 393 \text{ mm}^2$)

Tulangan tumpuan bawah:

$$A_{S'} = \delta \times A_{S \text{ pakai}} = 0,5 \times 393 = 196,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D10** ($A_S = 236 \text{ mm}^2$)

Kontrol tulangan:

$$a = \frac{A_{S \text{ pakai}} \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{393 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 300} = 15,41$$

$$M_n = A_{S \text{ pakai}} \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) = 393 \cdot 400 \cdot \left(347 - \frac{15,41}{2} \right) = 53337035,29 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 53337035,29 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 25086111,11 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

• Daerah Lapangan

$$M_u = 1552,21 \text{ Kgm} = 15522100 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{15522100}{0,9} = 17246777,78 \text{ Nmm}$$

$$x_{\text{max}} = 0,75 \frac{600 \cdot d}{600 + fy} = 0,75 \frac{600 \cdot 347}{600 + 400} = 156,15 \text{ mm}$$

Jarak $x \leq x_{\text{max}}$, maka diambil nilai $x = 120 \text{ mm}$

$$A_{sc} = \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta \cdot b \cdot x}{fy} = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78 \cdot 300 \cdot 120}{400} = 2386,80 \text{ mm}^2$$

$$M_{nc} = A_{sc} \cdot fy \cdot \left(d - \frac{\beta \cdot x}{2} \right) = 2386,80 \cdot 400 \cdot \left(347 - \frac{0,78 \cdot 120}{2} \right) = 286606944 \text{ Nmm}$$

$$M_{ns} = M_n - M_{nc} = 17246777,78 - 286606944 = -269360166,22 \text{ Nmm}$$

$M_{ns} \leq 0$ maka tidak perlu tulangan tekan dan hanya didesain dengan tulangan tunggal.

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{17246777,78}{300 \cdot 347^2} = 0,48 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 0,48}{400}} \right) = 0,0012$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0012 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}} = 0,0035)$$

Tulangan lapangan bawah:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 300 \cdot 347 = 364,35 \text{ mm}^2$$

Dipakai **5D10** ($A_S = 393 \text{ mm}^2$)

Tulangan lapangan atas:

$$A_{S'} = \delta \times A_{S \text{ pakai}} = 0,5 \times 393 = 196,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D10** ($A_S = 236 \text{ mm}^2$)

Kontrol tulangan:

$$a = \frac{A_{S \text{ pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{393 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 300} = 15,41$$

$$M_n = A_{S \text{ pakai}} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 393 \cdot 400 \left(347 - \frac{15,41}{2} \right) = 53337035,29 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 53337035,29 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 17246777,78 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

5.7.3 Penulangan Geser Balok Anak Atap

Beban geser terfaktor (V_u) = 3290,89 Kg = 32908,90 N

Senggang pertama harus dipasang pada jarak 120 mm di muka tumpuan.

$$V_{ul} = V_u \cdot \frac{x - x_1}{x} = 32908,90 \cdot \frac{4000 - 120}{4000} = 31921,63 \text{ N}$$

$$\text{Kekuatan geser beton } (V_C) = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{40} \cdot 300 \cdot 347 = 109731,03 \text{ N}$$

Periksa kategori desain:

$$\emptyset V_C = 0,75 \times 109731,03 = 82298,28 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \emptyset V_C = \frac{1}{2} \times 82298,28 = 41149,14 \text{ N}$$

$$V_S = \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{3} \times 300 \times 347 = 34700,00 \text{ N}$$

$$\emptyset V_S = 0,75 \times 34700,00 = 26025,00 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \emptyset V_S = 82298,28 + 26025,00 = 108323,28 \text{ N}$$

$$\text{min.} \emptyset V_S = 0,6 \times 34700,00 = 20820,00 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \text{min.} \emptyset V_S = 82298,28 + 20820,00 = 103118,28 \text{ N}$$

$$\emptyset \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot B_w \cdot d = 0,6 \times \frac{1}{3} \sqrt{40} \times 300 \times 347 = 131677,24 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \emptyset \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot B_w \cdot d = 82298,28 + 131677,24 = 213975,52 \text{ N}$$

$$\emptyset \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot B_w \cdot d = 0,6 \times \frac{2}{3} \sqrt{40} \times 300 \times 347 = 263354,48 \text{ N}$$

$$\emptyset V_C + \emptyset \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot B_w \cdot d = 82298,28 + 263354,48 = 345652,76 \text{ N}$$

Kategori desain:

Untuk $V_u = 31921,63 \text{ N}$, termasuk ke dalam kategori desain ke-1 (tanpa syarat tulangan)

$$V_u \leq (\frac{1}{2} \phi V_c) = 31921,63 \text{ N} \leq 41149,14 \text{ N}$$

Rencana menggunakan tulangan $\phi 8 - 100 \text{ mm}$

$$\text{Maka luas } A_{v \text{ min}} = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{300 \cdot 100}{3 \cdot 400} = 25 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\phi 8 \text{ mm}$ dengan $A_v = 100,50 \text{ mm}^2 > A_{v \text{ min}} = 25 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$

Gaya geser perlawanan sengkang:

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{100,50 \cdot 400 \cdot 347}{100} = 139494 \text{ N}$$

$$\phi V_s = 0,75 \times 139494 = 104620,50 \text{ N}$$

Untuk jarak 100 cm dari muka (daerah lapangan):

$$V_{u2} = \frac{V_u (\frac{1}{2} L_n - 100)}{\frac{1}{2} L_n} = \frac{31921,63 (\frac{1}{2} \cdot (400 - 20 - 15) - 100)}{\frac{1}{2} \cdot (400 - 20 - 15)} = 14430,32 \text{ N}$$

$V_{u2} \leq \frac{1}{2} \cdot \phi V_c = 14430,32 \text{ N} \leq 82298,28 \text{ N}$, Maka termasuk ke dalam kategori desain ke-1 (tanpa syarat tulangan)

Rencana menggunakan tulangan $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

$$A_{v \text{ min}} = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{300 \cdot 200}{3 \cdot 400} = 50 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\phi 8 \text{ mm}$ dengan $A_v = 100,50 \text{ mm}^2 > A_{v \text{ min}} = 50 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$

Gaya geser perlawanan sengkang:

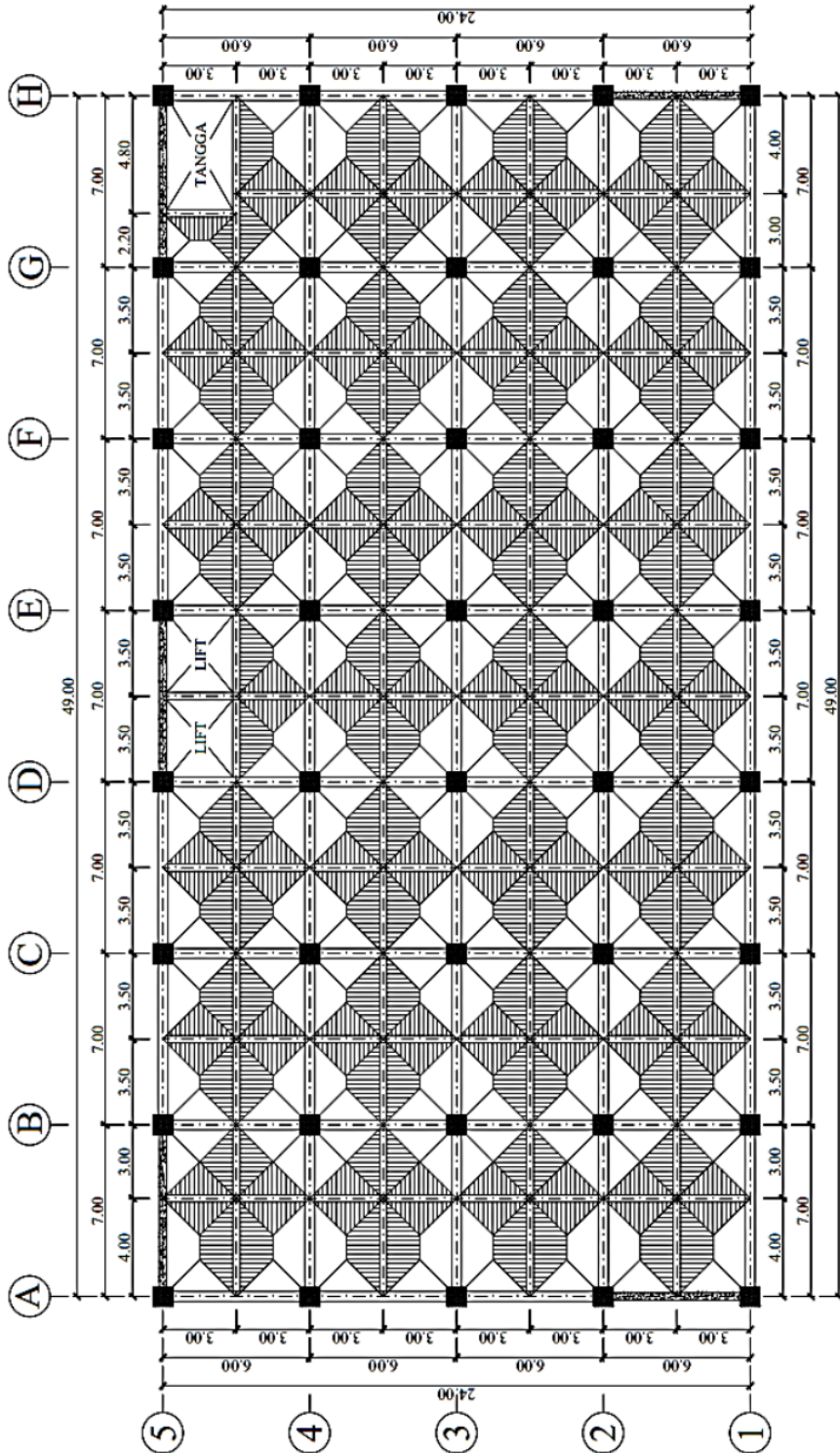
$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{100,50 \cdot 400 \cdot 347}{200} = 69747 \text{ N}$$

$$\phi V_s = 0,75 \times 69747 = 52310,25 \text{ N} > \text{min.} \phi V_s = 20820,00 \text{ N} \quad \text{(OK)}$$

Maka, dipakai tulangan sengkang $\phi 8 - 100 - 200 \text{ mm}$.

5.8 Perencanaan Balok Anak Lantai

Pada subbab ini akan direncanakan stuktur sekunder berupa balok anak lantai, dimana perhitungannya meliputi perhitungan beban, momen hingga perhitungan penulangan yang dibutuhkan. Balok anak merupakan elemen struktur sekunder yang tidak berfungsi untuk menerima beban lateral. Melainkan, balok anak berfungsi untuk pengaku yang dapat membantu memperkecil lendutan yang terjadi pada pelat. Berdasarkan Gambar 5.25, diketahui bahwa terdapat lima jenis pembebanan yaitu beban T1, T2, T3, S1 dan S2.



Gambar 5. 23 Tributary Area Pembebanan Balok Anak Lantai

5.8.1 Pembebanan Balok Anak Lantai

Pembebanan balok anak lantai meliputi berat sendiri, berat perlengkapan dan berat finishing. Beban-belan tersebut harus dihitung guna memperoleh hasil penulangan yang tepat dan sesuai kebutuhan balok anak.

- Pembebanan Pelat Lantai

Dari data pembebanan pelat lantai didapat:

$$Q_d = 412 \text{ Kg/m}^2$$

$$Q_l = 250 \text{ Kg/m}^2$$

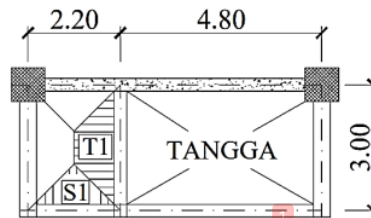
- Pembebanan untuk Beban Trapezium

$$q = \frac{1}{2} \times Q \times L_x \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{L_x}{L_y}\right)^2\right)$$

- Pembebanan untuk Beban Segitiga

$$q = \frac{1}{3} \times Q \times L_x$$

Balok Anak Lantai dengan Pembebanan Trapezium T1



Gambar 5. 24 Pembebanan Trapezium T1 pada Balok Anak Lantai

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- Beban Mati

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,12) \times 2400 = 273,60 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{2} \times 402 \times 2,2 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{2,2}{3,0}\right)^2\right) = 362,93 \text{ Kg/m}$$

$$Q_d = 636,53 \text{ Kg/m}$$

- Beban Hidup

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{2} \times 250 \times 2,2 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{2,2}{3,0}\right)^2\right) = 225,70 \text{ Kg/m}$$

- Beban Ultimate

$$Q_u = 1,2D + 1,6L = 1,2(636,53) + 1,6(225,70) = 1124,96 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{11} = \frac{1124,96 \cdot 2,7^2}{11} = 745,54 \text{ Kgm}$$

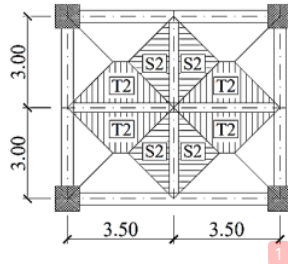
$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{16} = \frac{1124,96 \cdot 2,7^2}{16} = 512,56 \text{ Kgm}$$

$$Vu = \left(1,2 \times Qd \times \frac{ln}{2}\right) + \left(1,6 \times Ql \times \frac{ln}{2}\right)$$

$$= \left(1,2 \times 636,53 \times \frac{2,7}{2}\right) + \left(1,6 \times 225,70 \times \frac{2,7}{2}\right)$$

$$= 1518,70 \text{ Kg}$$

Balok Anak Lantai dengan Pembebanan Trapezium T2



Gambar 5. 25 Pembebanan Trapezium T2 pada Balok Anak Lantai

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,12) \times 2400 = 273,60 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{2} \times 402 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{3,5}\right)^2\right) \times 2 = 910,65 \text{ Kg/m}$$

$$Qd = 1184,25 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{2} \times 250 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{3,5}\right)^2\right) \times 2 = 566,33 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

$$Qu = 1,2D + 1,6L = 1,2(1184,25) + 1,6(566,33) = 2327,23 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{11} = \frac{2327,23 \cdot 3,15^2}{11} = 2099,26 \text{ Kgm}$$

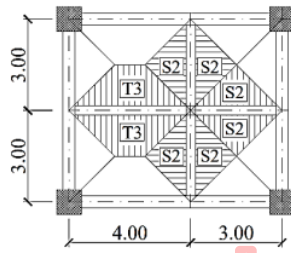
$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{16} = \frac{2327,23 \cdot 3,15^2}{16} = 1443,24 \text{ Kgm}$$

$$Vu = \left(1,2 \times Qd \times \frac{ln}{2}\right) + \left(1,6 \times Ql \times \frac{ln}{2}\right)$$

$$= \left(1,2 \times 1184,25 \times \frac{3,15}{2}\right) + \left(1,6 \times 566,33 \times \frac{3,15}{2}\right)$$

$$= 3665,38 \text{ Kg}$$

Balok Anak Lantai dengan Pembebanan Trapezium T3



Gambar 5. 26 Pembebanan Trapezium T3 pada Balok Anak Lantai

Dimensi balok anak lantai 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,12) \times 2400 = 273,60 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{2} \times 402 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{4,0}\right)^2\right) \times 2 = 979,88 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Qd} = 1253,48 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{2} \times 250 \times 3,0 \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,0}{4,0}\right)^2\right) \times 2 = 609,38 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

$$\text{Qu} = 1,2D + 1,6L = 1,2(1253,48) + 1,6(609,38) = 2479,17 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{11} = \frac{2479,17 \cdot 3,65^2}{11} = 3002,61 \text{ Kgm}$$

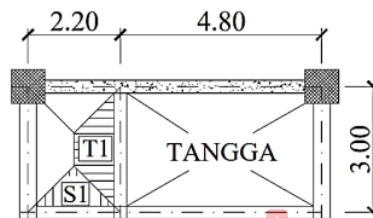
$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{16} = \frac{2479,17 \cdot 3,65^2}{16} = 2064,30 \text{ Kgm}$$

$$Vu = \left(1,2 \times Qd \times \frac{ln}{2}\right) + \left(1,6 \times Ql \times \frac{ln}{2}\right)$$

$$= \left(1,2 \times 1253,48 \times \frac{3,65}{2}\right) + \left(1,6 \times 609,38 \times \frac{3,65}{2}\right)$$

$$= 4524,49 \text{ Kg}$$

Balok Anak Lantai dengan Pembebanan Segitiga S1



Gambar 5. 27 Pembebanan Segitiga S1 pada Balok Anak Lantai

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,12) \times 2400 = 273,60 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{3} \times 402 \times 2,2 = 294,80 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Qd} = 568,40 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{3} \times 250 \times 2,2 = 183,33 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

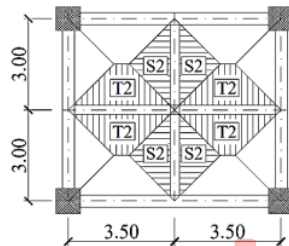
$$\text{Qu} = 1,2\text{D} + 1,6\text{L} = 1,2(568,40) + 1,6(183,33) = 975,41 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{11} = \frac{975,41 \cdot 1,85^2}{11} = 303,49 \text{ Kgm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Qu \cdot ln^2}{16} = \frac{975,41 \cdot 1,85^2}{16} = 208,65 \text{ Kgm}$$

$$\begin{aligned} V_u &= \left(1,2 \times Q_d \times \frac{ln}{2}\right) + \left(1,6 \times Q_l \times \frac{ln}{2}\right) \\ &= \left(1,2 \times 568,40 \times \frac{1,85}{2}\right) + \left(1,6 \times 183,33 \times \frac{1,85}{2}\right) \\ &= 902,26 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Balok Anak Lantai dengan Pembebanan Segitiga S2



Gambar 5.28 Pembebanan Segitiga S2 pada Balok Anak Lantai

Dimensi balok anak atap 30/50 cm

- **Beban Mati**

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,30 \times (0,50 - 0,12) \times 2400 = 273,60 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban mati pelat} = \frac{1}{3} \times 402 \times 3,0 \times 2 = 804,00 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Qd} = 1077,60 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Hidup**

$$\text{Beban hidup pelat} = \frac{1}{3} \times 250 \times 3,0 \times 2 = 500 \text{ Kg/m}$$

- **Beban Ultimate**

$$Q_u = 1,2D + 1,6L = 1,2(1077,60) + 1,6(500) = 2093,12 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{tumpuan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{11} = \frac{2093,12 \cdot 2,65^2}{11} = 1336,27 \text{ Kgm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = \frac{Q_u \cdot l_n^2}{16} = \frac{2093,12 \cdot 2,65^2}{16} = 918,68 \text{ Kgm}$$

$$\begin{aligned} V_u &= \left(1,2 \times Q_d \times \frac{l_n}{2}\right) + \left(1,6 \times Q_l \times \frac{l_n}{2}\right) \\ &= \left(1,2 \times 1077,60 \times \frac{2,65}{2}\right) + \left(1,6 \times 500 \times \frac{2,65}{2}\right) \\ &= 2773,38 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Dari semua pembebanan untuk balok anak lantai di atas, maka diambil beban yang paling besar yaitu pada pembebanan balok anak atap dengan jenis pembebanan trapezium T3.

$$M_{\text{tumpuan}} = 3002,61 \text{ Kgm}$$

$$M_{\text{lapangan}} = 2064,30 \text{ Kgm}$$

$$V_u = 4524,49 \text{ Kg}$$

5.8.2 Penulangan Lentur Balok Anak Lantai

- **Data perencanaan**

$$\text{Mutu beton } (f'_c) = 40 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu baja } (f_y) = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Dimensi balok} = 30/50 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal selimut beton } (s) = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan utama} = D10 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan sengkang} = \emptyset 8 \text{ mm}$$

Lebar efektif balok anak lantai:

$$d = h - s - \left(\frac{1}{2} \emptyset_{\text{tul. utama}}\right) - \emptyset_{\text{tul. sengkang}} = 400 - 40 - \left(\frac{1}{2} \cdot 10\right) - 8 = 347 \text{ mm}$$

$$d' = s + \left(\frac{1}{2} \emptyset_{\text{tul. utama}}\right) + \emptyset_{\text{tul. sengkang}} = 40 + \left(\frac{1}{2} \cdot 10\right) + 8 = 53 \text{ mm}$$

- **Syarat Batas**

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f'_c - 30}{7}\right)(0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7}\right)(0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

• Daerah Tumpuan

$$M_u = 3002,61 \text{ Kgm} = 30026100 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{30026100}{0,9} = 33362333,33 \text{ Nmm}$$

$$x_{\max} = 0,75 \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = 0,75 \frac{600 \cdot 347}{600 + f_y} = 156,15 \text{ mm}$$

Jarak $x \leq x_{\max}$, maka diambil nilai $x = 120 \text{ mm}$

$$A_{sc} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot b \cdot x}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78 \cdot 300 \cdot 120}{400} = 2386,80 \text{ mm}^2$$

$$M_{nc} = A_{sc} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{\beta \cdot x}{2} \right) = 2386,80 \cdot 400 \cdot \left(347 - \frac{0,78 \cdot 120}{2} \right) = 286606944 \text{ Nmm}$$

$$M_{ns} = M_n - M_{nc} = 33362333,33 - 286606944 = -253244610,67 \text{ Nmm}$$

$M_{ns} \leq 0$ maka tidak perlu tulangan tekan dan hanya didesain dengan tulangan tunggal.

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{33362333,33}{300 \cdot 347^2} = 0,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 0,92}{400}} \right) = 0,0023$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0023 < \rho_{\min} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\min} = 0,0035)$$

Tulangan tumpuan atas:

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 300 \cdot 347 = 364,35 \text{ mm}^2$$

Dipakai **5D10** ($A_s = 393 \text{ mm}^2$)

Tulangan tumpuan bawah:

$$A_{s'} = \delta \times A_{s \text{ pakai}} = 0,5 \times 393 = 196,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D10** ($A_s = 236 \text{ mm}^2$)

Kontrol tulangan:

$$a = \frac{A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{393 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 300} = 15,41$$

$$M_n = A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) = 393 \cdot 400 \cdot \left(347 - \frac{15,41}{2} \right) = 53337035,29 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 53337035,29 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 33362333,33 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

• **Daerah Lapangan**

$$M_u = 2064,30 \text{ Kg m} = 26043000 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{26043000}{0,9} = 28936666,67 \text{ Nmm}$$

$$x_{\max} = 0,75 \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = 0,75 \frac{600 \cdot 347}{600 + f_y} = 156,15 \text{ mm}$$

Jarak $x \leq x_{\max}$, maka diambil nilai $x = 120 \text{ mm}$

$$A_{sc} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot b \cdot x}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78 \cdot 300 \cdot 120}{400} = 2386,80 \text{ mm}^2$$

$$M_{nc} = A_{sc} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{\beta \cdot x}{2} \right) = 2386,80 \cdot 400 \cdot \left(347 - \frac{0,78 \cdot 120}{2} \right) = 286606944 \text{ Nmm}$$

$$M_{ns} = M_n - M_{nc} = 28936666,67 - 286606944 = -257670277,33 \text{ Nmm}$$

$M_{ns} \leq 0$ maka tidak perlu tulangan tekan dan hanya didesain dengan tulangan tunggal.

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{28936666,67}{300 \cdot 347^2} = 0,80 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 0,80}{400}} \right) = 0,0020$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0020 < \rho_{\min} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\min} = 0,0035)$$

Tulangan lapangan bawah:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 300 \cdot 347 = 364,35 \text{ mm}^2$$

Dipakai **5D10** ($A_S = 393 \text{ mm}^2$)

Tulangan lapangan atas:

$$A_{S'} = \delta \times A_{S \text{ pakai}} = 0,5 \times 393 = 196,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D10** ($A_S = 236 \text{ mm}^2$)

Kontrol tulangan:

$$a = \frac{A_{S \text{ pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{393 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 300} = 15,41$$

$$M_n = A_{S \text{ pakai}} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 393 \cdot 400 \left(347 - \frac{15,41}{2} \right) = 53337035,29 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 53337035,29 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 28936666,67 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

5.8.3 Penulangan Geser Balok Anak Lantai

Beban geser terfaktor (V_u) = 4524,49 Kg = 45244,9 N

Sengkang pertama harus dipasang pada jarak 120 mm di muka tumpuan.

$$V_{ul} = V_u \cdot \frac{x - x_1}{x} = 45244,9 \cdot \frac{4000 - 120}{4000} = 43887,55 \text{ N}$$

$$\text{Kekuatan geser beton (} V_C) = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{40} \cdot 300 \cdot 347 = 109731,03 \text{ N}$$

Periksa kategori desain:

ϕV_C	$= 0,75 \times 109731,03$	$= 82298,28 \text{ N}$
$\frac{1}{2} \cdot \phi V_C$	$= \frac{1}{2} \times 82298,28$	$= 41149,14 \text{ N}$
$V_S = \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot d$	$= \frac{1}{3} \times 300 \times 347$	$= 34700,00 \text{ N}$
ϕV_S	$= 0,75 \times 34700,00$	$= 26025,00 \text{ N}$
$\phi V_C + \phi V_S$	$= 82298,28 + 26025,00$	$= 108323,28 \text{ N}$
$\text{min.} \phi V_S$	$= 0,6 \times 34700,00$	$= 20820,00 \text{ N}$
$\phi V_C + \text{min.} \phi V_S$	$= 82298,28 + 20820,00$	$= 103118,28 \text{ N}$
$\phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	$= 0,6 \times \frac{1}{3} \sqrt{40} \times 300 \times 347$	$= 131677,24 \text{ N}$
$\phi V_C + \phi \cdot \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	$= 82298,28 + 131677,24$	$= 213975,52 \text{ N}$
$\phi \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	$= 0,6 \times \frac{2}{3} \sqrt{40} \times 300 \times 347$	$= 263354,48 \text{ N}$
$\phi V_C + \phi \cdot \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$	$= 82298,28 + 263354,48$	$= 345652,76 \text{ N}$

Kategori desain:

Untuk $V_u = 43887,55 \text{ N}$, termasuk ke dalam kategori desain ke-2, dimana

$$(\frac{1}{2} \cdot \phi V_C) < V_u \leq \phi V_C = 41149,14 \text{ N} < 43887,55 \text{ N} \leq 82298,28 \text{ N}$$

Sehingga diperlukan tulangan geser minimum dengan sengkang yang harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\text{Max. } s \leq \frac{d}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Max. } s \leq \frac{347}{2} \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Max. } s \leq 173,5 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm}$$

Dipakai sengkang dengan jarak $s = 100 \text{ mm}$

$$\text{Maka luas } A_{v \text{ min}} = \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{300 \cdot 100}{3 \cdot 400} = 25 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\phi 8 \text{ mm}$ dengan $A_v = 100,50 \text{ mm}^2 > A_{v \text{ min}} = 25 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$

Gaya geser perlawanan sengkang:

$$V_S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{100,50 \cdot 400 \cdot 347}{100} = 139494 \text{ N}$$

$$\phi V_S = 0,75 \times 139494 = 104620,5 \text{ N}$$

Untuk jarak 100 cm dari muka (daerah lapangan):

$$V_{u2} = \frac{Vu (\frac{1}{2} Ln - 100)}{\frac{1}{2} Ln} = \frac{43887,55 (\frac{1}{2} \cdot (400 - 20 - 15) - 100)}{\frac{1}{2} \cdot (400 - 20 - 15)} = 31863,57 \text{ N}$$

$V_{u2} \leq \frac{1}{2} \cdot \phi V_C = 31863,57 \text{ N} \leq 41149,14 \text{ N}$, Maka termasuk ke dalam kategori desain ke-1 (tanpa syarat tulangan)

Rencana menggunakan tulangan $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

$$A_{v \text{ min}} = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot fy} = \frac{300 \cdot 200}{3 \cdot 400} = 50 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang 2 kaki $\phi 8 \text{ mm}$ dengan $A_v = 100,50 \text{ mm}^2 > A_{v \text{ min}} = 50 \text{ mm}^2$ (OK)

Gaya geser perlawanan sengkang:

$$V_s = \frac{A_v \cdot fy \cdot d}{s} = \frac{100,50 \cdot 400 \cdot 347}{200} = 69747 \text{ N}$$

$\phi V_s = 0,75 \times 69747 = 52310,25 \text{ N} > \text{min.} \phi V_s = 20820 \text{ N}$ (OK)

Maka, dipakai tulangan sengkang $\phi 8 - 100 - 200 \text{ mm}$.

BAB VI

PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER

6.1 Struktur Primer

Struktur primer merupakan komponen utama suatu bangunan gedung yang dirancang untuk menahan gaya gempa dan tingkat kekakuannya menentukan perilaku suatu bangunan gedung. Adapun yang termasuk ke dalam struktur primer antara lain yaitu balok induk, kolom dan dinding struktur. Komponen struktur primer harus direncanakan sedemikian rupa hingga dapat memperkecil kemungkinan keruntuhan bangunan gedung akibat gaya gempa yang terjadi. Perencanaan komponen struktur primer dilakukan dengan bantuan program bantu komputer dengan pemodelan struktur yang mengacu pada SNI 2847-2019, SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2020.

6.2 Data Perencanaan Struktur Primer

Adapun data perencanaan untuk komponen struktur primer dari gedung Hotel Delmare yaitu sebagai berikut:

Mutu beton (f_c')	: 40 MPa
Mutu baja tulangan (f_y)	: 400 MPa
Mutu baja tulangan sengkang	: 400 MPa
Modulus elastisitas beton (E_c)	: $4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{40} = 29725,41$ MPa
Modulus elastisitas baja (E_s)	: 200000 MPa
Jumlah lantai	: 10 Lantai
Tinggi tiap lantai	: 4 m
Tinggi gedung	: 40 m
Panjang gedung	: 49 m
Lebar gedung	: 24 m
Dimensi balok induk	: 40/60 cm
Dimensi kolom	: 80/80 cm
Tebal dinding struktur	: 30 cm
Kategori desain seismik	: D
Klasifikasi situs tanah	: Tanah lunak
Nilai S_{DS}	: 0,63
Nilai S_{D1}	: 0,22

Nilai R : 7 (SNI 1726-2019 Tabel 12)
 Nilai C_d : 5,5 (SNI 1726-2019 Tabel 12)

6.3 Pembebanan

6.3.1 Menghitung Beban Gravitasi

- **Berat Struktur Lantai 10 (Atap)**

Beban Mati

Berat sendiri pelat	= 49 × 24 × 0,10 × 2400	= 282240 Kg
Beban tambahan	= 49 × 24 × 104	= 122304 Kg
Berat balok induk (x)	= (0,40 × 0,60 × 7) × 32 × 2400	= 129024 Kg
Berat balok induk (y)	= (0,40 × 0,60 × 6) × 30 × 2400	= 103680 Kg
Berat balok anak (x)	= (0,30 × 0,50 × 7) × 28 × 2400	= 70560 Kg
Berat balok anak (y)	= (0,30 × 0,50 × 6) × 28 × 2400	= 60480 Kg
Berat balok lift	= (0,30 × 0,40 × 3,5) × 2 × 2400	= 2016 Kg
Berat kolom	= (0,80 × 0,80 × 2) × 40 × 2400	= 122880 Kg
Berat dinding (x)	= 221 × 2 × 250	= 110500 Kg
Berat dinding (y)	= 174 × 2 × 250	= 87000 Kg
Berat dinding geser (x)	= 21 × 0,30 × 2 × 2400	= 30240 Kg
Berat dinding geser (y)	= 12 × 0,30 × 2 × 2400	= 17280 Kg
		+ Total beban mati atap = 1138204 Kg

Beban Hidup

Beban hidup atap = 49 × 24 × 100 × 0,3 = 35280 Kg

- **Berat Struktur Lantai 2 – 9 (Lantai)**

Beban Mati

Berat sendiri pelat	= 49 × 24 × 0,12 × 2400	= 338688 Kg
Beban tambahan	= 49 × 24 × 114	= 134064 Kg
Berat balok induk (x)	= (0,40 × 0,60 × 7) × 32 × 2400	= 129024 Kg
Berat balok induk (y)	= (0,40 × 0,60 × 6) × 30 × 2400	= 103680 Kg
Berat balok anak (x)	= (0,30 × 0,50 × 7) × 28 × 2400	= 70560 Kg
Berat balok anak (y)	= (0,30 × 0,50 × 6) × 28 × 2400	= 60480 Kg
Berat kolom	= (0,80 × 0,80 × 4) × 40 × 2400	= 245760 Kg
Berat dinding (x)	= 221 × 4 × 250	= 221000 Kg

Berat dinding (y)	= 174 × 4 × 250	= 174000 Kg
Berat dinding geser (x)	= 21 × 0,30 × 4 × 2400	= 60480 Kg
Berat dinding geser (y)	= 12 × 0,30 × 4 × 2400	= 34560 Kg
		<u>1572296 Kg</u> +

Beban Hidup

Beban hidup lantai = 49 × 24 × 250 × 0,3 = 88200 Kg

• **Berat Struktur Lantai 1 (Lantai)**

Berat sendiri pelat	= 49 × 24 × 0,12 × 2400	= 338688 Kg
Beban tambahan	= 49 × 24 × 114	= 134064 Kg
Berat balok induk (x)	= (0,40 × 0,60 × 7) × 32 × 2400	= 129024 Kg
Berat balok induk (y)	= (0,40 × 0,60 × 6) × 30 × 2400	= 103680 Kg
Berat balok anak (x)	= (0,30 × 0,50 × 7) × 28 × 2400	= 70560 Kg
Berat balok anak (y)	= (0,30 × 0,50 × 6) × 28 × 2400	= 60480 Kg
Berat kolom	= (0,80 × 0,80 × 4) × 40 × 2400	= 245760 Kg
Berat dinding (x)	= 164 × 4 × 250	= 164000 Kg
Berat dinding (y)	= 120 × 4 × 250	= 120000 Kg
Berat dinding geser (x)	= 21 × 0,30 × 4 × 2400	= 60480 Kg
Berat dinding geser (y)	= 12 × 0,30 × 4 × 2400	= 34560 Kg
		<u>1461296 Kg</u> +

Beban Hidup

Beban hidup lantai = 49 × 24 × 250 × 0,3 = 88200 Kg

• **Rekapitulasi Perhitungan Beban Gravitasi**

Beban gravitasi yang bekerja pada struktur bangunan gedung meliputi beban mati dan beban hidup pada tiap lantai. Rekapitulasi perhitungan berat tiap lantai dari gedung Hotel Delmare dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6. 1 Berat Tiap Lantai

Lantai Ke -	Beban Mati (Kg)	Beban Hidup (Kg)	Total Beban (Kg)
10	1138204	35280	1173484
9	1572296	88200	1660496
8	1572296	88200	1660496
7	1572296	88200	1660496
6	1572296	88200	1660496
5	1572296	88200	1660496
4	1572296	88200	1660496
3	1572296	88200	1660496
2	1572296	88200	1660496
1	1461296	88200	1549496
TOTAL			16006948

6.3.2 Menghitung Beban Gempa

Perhitungan beban gravitasi didasarkan pada SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung dengan analisis sistem ganda.

- **Data Respon Spektra Kota Mataram**

Berdasarkan data tanah kota mataram, maka jenis tanah dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Dimana:

d_i = tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 meter sampai 30 meter

N_i = tahanan penetrasi standar 60% energi (N_{60}) yang terukur langsung di lapangan tanpa koreksi.

Penentuan jenis tanah dapat dilakukan berdasarkan data dan perhitungan pada Tabel 6.2. Namun sebelum itu, perlu digarisbawahi bahwasanya data tanah yang penulis gunakan hanya mencapai kedalaman 24 m < 30 m karena adanya keterbatasan data. Guna hasil yang lebih akurat, sebaiknya digunakan data tanah hingga kedalaman 30 m sebagaimana tercantum dalam SNI 1726-2019 Pasal 5.1.

Tabel 6. 2 Perhitungan Penentuan Jenis Tanah Kota Mataram

Kedalaman (di) (m)	NSPT (Ni)	\bar{N}
1	2	0,50
3	3	1,00
4	5	0,80
6	3	2,00
7	2	3,50
8	3	2,67
10	5	2,00
12	12	1,00
13	21	0,62
14	22	0,64
16	18	0,89
18	19	0,95
19	32	0,59
20	32	0,63
22	34	0,65
24	40	0,60
$\Sigma di = 197$		$\Sigma \bar{N} = 19,02$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i} = \frac{197}{19,02} = 10,36 < 15 \text{ (Termasuk jenis tanah lunak, SE)}$$

Fungsi dari respon spektra adalah untuk mencari nilai respon maksimum berupa kecepatan maksimum, simpangan maksimum maupun percepatan maksimum. Berdasarkan hasil analisis respon spektra Kota Mataram yang diketahui memiliki jenis tanah lunak, didapat data respon spektra seperti yang tertera pada Tabel 6.3.

Tabel 6. 3 Nilai Respon Spektra untuk Jenis Tanah Lunak di Kota Mataram

Tanah Lunak (SE)	
Variabel	Nilai
PGA (g)	0,4619
S _S (g)	1,0512
S _I (g)	0,4103
F _A	1,1
F _V	2,4
S _{MS} (g)	1,1563
S _{MI} (g)	0,9847
S _{DS} (g)	0,74
S _{DI} (g)	0,65
T ₀ (detik)	0,18
T _S (detik)	0,88

(Sumber: Data Respon Spektra Kota Mataram)

5
• **Periode Fundamental Struktur**

Periode fundamental struktur (T) dalam arah yang ditinjau harus dicari dengan menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan pada analisis yang teruji. Sebagai alternatif dalam pelaksanaan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur (T), diijinkan menggunakan periode fundamental pendekatan (T_a) yang dihitung sesuai dengan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2.1.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Dimana:

h_n = ketinggian struktur (m) di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur

C_t = ditentukan dari Tabel 18 SNI 1726-2019

x = ditentukan dari Tabel 18 SNI 1726-2019

Sistem ganda termasuk ke dalam pilihan semua sistem struktur lainnya, maka diperoleh nilai:

$$C_t = 0,0488$$

$$x = 0,75$$

$$T_a = 0,0488 \cdot 40^{0,75} = 0,77$$

Kota Mataram memiliki nilai S_{D1} = 0,65, menurut SNI 1726-2019 Tabel 17, maka Kota Mataram memiliki koefisien C_u = 1,4

$$C_u > T_a = 1,4 > 0,77 \quad (\text{OK})$$

24
• **Beban Geser Dasar Seismik**

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.1 disebutkan bahwa gaya geser dasar seismik (V), dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W$$

Koefisien respon seismik (C_s), berdasarkan SNI 1726-2019 harus ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{SDS}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Sehingga, beban geser dasar seismik dapat dihitung sebagai berikut:

$$C_s = \frac{0,74}{\left(\frac{7}{1}\right)} = 0,1057$$

$$V = 0,1057 \times 14217988 = 1502841,33 \text{ Kg}$$

• **Beban Gempa Statik Ekuivalen**

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.3, disebutkan bahwa gaya seismik lateral (F_x) di sebarang tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$F_x = C_{vx} \cdot V$$

$$C_{vx} = \frac{w_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot h_i^k}$$

Sehingga, gaya seismik lateral (F_x) sebagai contoh untuk menghitung beban gempa pada lantai 6 dapat dihitung sebagai berikut:

$$k = 1 - \left(\frac{0,77 - 0,5}{2,5 - 0,5} \right) (1 - 2) = 1,135$$

$$C_{vx} = \frac{1478720 \cdot 24^{1,135}}{474293608,89} = 0,115$$

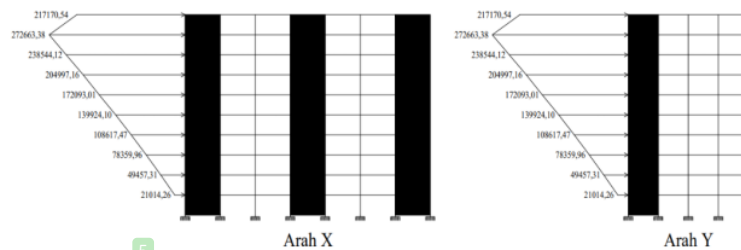
$$F_x = 0,115 \times 1502841,33 = 172699,69 \text{ Kg}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan besarnya gaya seismik lateral tiap lantai dapat dilihat pada Tabel 6.4 berikut.

Tabel 6.4 Distribusi Gaya Gempa pada Tiap Lantai

Lantai ke -	Tinggi (h_x) (m)	Berat (w) (Kg)	k	$w_x \cdot h_x^k$	F_x (Kg)
10	40	1173484	1,135	77235197,73	217170,54
9	36	1660496	1,135	96970843,23	272663,38
8	32	1660496	1,135	84836561,75	238544,12
7	28	1660496	1,135	72905820,05	204997,16
6	24	1660496	1,135	61203688,07	172093,01
5	20	1660496	1,135	49763037,19	139924,10
4	16	1660496	1,135	38629048,79	108617,47
3	12	1660496	1,135	27868176,22	78359,96
2	8	1660496	1,135	17589154,71	49457,31
1	4	1549496	1,135	7473577,62	21014,26
				$\Sigma = 534475105,37$	

Berdasarkan hasil perhitungan gaya gempa pada tiap lantai, dapat digambarkan distribusi gaya gempa pada tiap lantai pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Distribusi Gaya Gempa Tiap Lantai pada Arah X dan Arah Y

1 • Kombinasi Pembebanan

Adapun kombinasi pembebanan sesuai dengan SNI 1727-2020 yang akan diinput ke dalam program bantu komputer yaitu sebagai berikut:

COMB 1	$1,4D$
COMB 2	$1,2D + 1,6L$
COMB 3	$1,2D + L + GX + 0,3GY$
COMB 4	$1,2D + L + GX - 0,3GY$
COMB 5	$1,2D + L - GX + 0,3GY$
COMB 6	$1,2D + L - GX - 0,3GY$
COMB 7	$0,9D + GX + 0,3GY$
COMB 8	$0,9D + GX - 0,3GY$
COMB 9	$0,9D - GX + 0,3GY$
COMB 10	$0,9D - GX - 0,3GY$
COMB 11	$1,2D + L + 0,3GX + GY$
COMB 12	$1,2D + L + 0,3GX - GY$
COMB 13	$1,2D + L - 0,3GX + GY$
COMB 14	$1,2D + L - 0,3GX - GY$
COMB 15	$0,9D + 0,3GX + GY$
COMB 16	$0,9D + 0,3GX - GY$
COMB 17	$0,9D - 0,3GX + GY$
COMB 18	$0,9D - 0,3GX - GY$

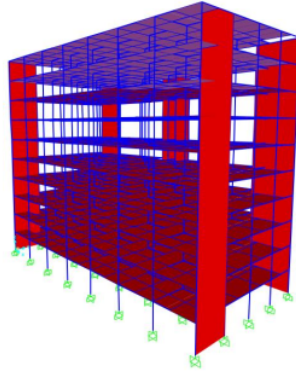
• Batasan Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai akibat pengaruh gempa rencana pada kondisi struktur gedung diambang keruntuhan, berfungsi untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan gedung yang dapat menimbulkan adanya korban jiwa dan juga mencegah benturan antar gedung. Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi sebagai pusat massa di tingkat teratas dan terbawah gedung. Simpangan antar lantai tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin (Δ_a) seperti yang didapatkan dari Tabel 2.10 untuk semua tingkat. Gedung Hotel Delmare termasuk ke dalam kategori risiko II dengan dinding geser dari beton yang termasuk ke dalam semua struktur lainnya, maka simpangan antar lantai izin (Δ_a) ditentukan berdasarkan $0,020h_{sx}$. Pemodelan dengan menggunakan program bantu struktur dapat dilihat pada Gambar 6.1.

$$\delta_M = \frac{Cd \cdot \delta_{max}}{I_e}$$

Dimana:

δ_{max} = perpindahan elastik maksimum pada lokasi kritis



Gambar 6. 2 Pemodelan dengan Program Struktur

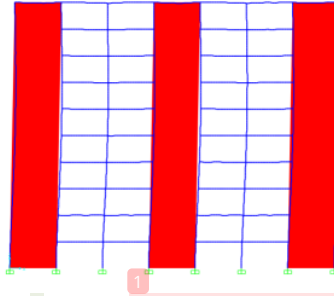
Sehingga, perhitungan defleksi pada tiap lantai dapat dilihat pada Tabel 6.5 sebagai berikut:

Tabel 6. 5 Nilai Simpangan Tiap Lantai

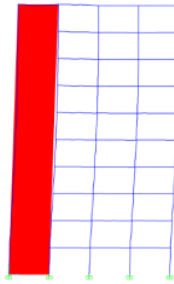
Lantai	hx (mm)	δx (mm)	δy (mm)	Δx (mm)	Δy (mm)	Δa (ijin) (mm)	Keterangan Δxy < Δa
Atap	4000	53,61672	41,01084	1,67	2,37	80	OK
10	4000	53,31384	40,57950	3,45	3,35	80	OK
9	4000	52,68619	39,96993	12,49	9,98	80	OK
8	4000	50,41549	38,15468	23,22	17,87	80	OK
7	4000	46,19372	34,90568	33,70	25,58	80	OK
6	4000	40,06560	30,25460	42,88	32,36	80	OK
5	4000	32,26974	24,37062	49,86	37,57	80	OK
4	4000	23,20477	17,54052	53,13	40,06	80	OK
3	4000	13,54417	10,25580	48,83	36,92	80	OK
2	4000	4,66542	3,54385	25,66	19,49	80	OK
1	0	0	0	0	0	80	OK

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 6.5, diperoleh nilai simpangan antar lantai yang terjadi pada struktur gedung Hotel Delmare bernilai lebih kecil dibanding simpangan tingkat ijin, dimana simpangan tingkat desain rerata bernilai 23,66 mm, lebih kecil dibanding simpangan tingkat ijin 80 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa simpangan gedung tingkat desain telah memenuhi persyaratan. Maka, perencanaan gedung Hotel Delmare dinyatakan mampu menahan beban akibat gravitasi dan beban gempa dan telah memenuhi persyaratan dalam peraturan SNI 1726-2019.

Hasil output simpangan antar lantai pada arah X dan arah Y dapat dilihat pada Gambar 6.3 dan Gambar 6.4.



Gambar 6.3 Output Simpangan antar Lantai Arah X



Gambar 6.4 Output Simpangan antar Lantai Arah Y

Selanjutnya dilakukan perhitungan kontrol T-Rayleigh berdasarkan perumusan berikut:

Periode Struktur:

$$T_R = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot \Delta x^2}{g \sum_{i=1}^n F_i \cdot \Delta x}}$$
 dengan syarat $T_a < 3,5 T_R$

Tabel 6.6 T-Rayleigh Arah X

Lantai	Berat (w) (Kg)	Gaya Gempa (F) (Kg)	Δx (mm)	Δx^2 (mm)	$W1 \cdot \Delta x^2$	$F1 \cdot \Delta x$
Atap	1173484	217170,54	1,67	2,37	3256294,46	361763,01
10	1660496	272663,38	3,45	3,35	19787834,94	941254,44
9	1660496	238544,12	12,49	9,98	258989615,06	2979140,42
8	1660496	204997,16	23,22	17,87	895267384,82	4759981,99
7	1660496	172093,01	33,70	25,58	1886334582,94	5800343,02
6	1660496	139924,10	42,88	32,36	3053032981,40	5999835,64
5	1660496	108617,47	49,86	37,57	4127251033,01	5415158,94
4	1660496	78359,96	53,13	40,06	4687824275,05	4163522,83
3	1660496	49457,31	48,83	36,92	3959743583,73	2415156,03
2	1549496	21014,26	25,66	19,49	1020227782,33	539221,80
1	0	0	0	0	0	0
JUMLAH					19911715367,75	33375378,12

$$T_{RX} = 6,3 \sqrt{\frac{19911715367,75}{9810 \times 33375378,12}} = 1,55 \text{ detik}$$

$$3,5T_{RX} = 3,5 \times 1,55 = 5,44$$

$$T_a < 3,5T_{RX} = 0,77 < 5,44 \text{ (OK)}$$

Maka, boleh dihitung dengan analisis gaya lateral ekuivalen.

Tabel 6. 7 T-Rayleigh Arah Y

Lantai	Berat (w) (Kg)	Gaya Gempa (F) (Kg)	Δy (mm)	Δy^2 (mm)	$W1 \cdot \Delta y^2$	$F1 \cdot \Delta y$
Atap	1173484	217170,54	2,37	5,63	6604347,82	515201,71
10	1660496	272663,38	3,35	11,24	18664671,78	914151,29
9	1660496	238544,12	9,98	99,68	165514339,43	2381593,36
8	1660496	204997,16	17,87	319,32	530225687,69	3663188,86
7	1660496	172093,01	25,58	654,39	1086604699,23	4402304,75
6	1660496	139924,10	32,36	1047,29	1739024051,25	4528208,33
5	1660496	108617,47	37,57	1411,28	2343428999,14	4080436,89
4	1660496	78359,96	40,06	1605,16	2665365341,09	3139450,66
3	1660496	49457,31	36,92	1362,77	2262878080,20	1825753,91
2	1549496	21014,26	19,49	379,90	588661015,81	409592,04
1	0	0	0	0	0	0
JUMLAH					11406971233,45	25859881,81

$$T_{RY} = 6,3 \sqrt{\frac{11406971233,45}{9810 \times 25859881,81}} = 1,33 \text{ detik}$$

$$3,5T_{RY} = 3,5 \times 1,33 = 4,68$$

$$T_a < 3,5T_{RY} = 0,77 < 4,68 \text{ (OK)}$$

Maka, boleh dihitung dengan analisis gaya lateral ekuivalen.

- **Analisa Sistem Ganda**

Sebagai contoh perhitungan dilakukan perhitungan untuk COMB3 yang memiliki *base reaction* arah X dan arah Y yang didapat dari *output program* bantu struktur sebagai berikut:

$$\text{Arah X} = 1117352,10 \text{ Kg}$$

$$\text{Arah Y} = 1105352,10 \text{ Kg}$$

$$V = 1502841,33 \text{ Kg}$$

Sehingga perhitungan presentase beban yang diterima oleh dinding struktural dan SRPMK dapat dihitung sebagai berikut:

Dinding Geser

$$F_x = \frac{1117352,10}{1502841,33} \times 100 = 74,35\% \leq 75\% \quad \text{(OK)}$$

$$F_y = \frac{1105352,10}{1502841,33} \times 100 = 73,55\% \leq 75\% \quad (\text{OK})$$

SRPMK

$$F_x = 100 - 74,35 = 25,65\% \geq 25\% \quad (\text{OK})$$

$$F_y = 100 - 73,55 = 26,45\% \geq 25\% \quad (\text{OK})$$

Tabel 6.8 Presentase *Base Shear* DS dan SRPMK

Kombinasi	Dinding Struktural $\leq 75\%$			SRPMK $\geq 25\%$		
	Fx	Fy	Kontrol	Fx	Fy	Kontrol
COMB1	50%	50%	OK	50%	50%	OK
COMB2	50%	50%	OK	50%	50%	OK
COMB3	74,35%	73,55%	OK	25,65%	26,45%	OK
COMB4	72,22%	71,39%	OK	27,78%	28,61%	OK
COMB5	74,35%	73,55%	OK	25,65%	26,45%	OK
COMB6	72,22%	71,39%	OK	27,78%	28,61%	OK
COMB7	74,02%	73,36%	OK	25,98%	26,64%	OK
COMB8	71,69%	71,09%	OK	28,31%	28,91%	OK
COMB9	74,02%	73,36%	OK	25,98%	26,64%	OK
COMB10	71,69%	71,09%	OK	28,31%	28,91%	OK
COMB11	72,93%	72,40%	OK	27,07%	27,60%	OK
COMB12	72,26%	71,64%	OK	27,74%	28,36%	OK
COMB13	72,94%	72,41%	OK	27,06%	27,59%	OK
COMB14	72,26%	71,64%	OK	27,74%	28,36%	OK
COMB15	72,53%	71,95%	OK	27,47%	28,05%	OK
COMB16	72,43%	71,88%	OK	27,57%	28,12%	OK
COMB17	72,53%	71,95%	OK	27,47%	28,05%	OK
COMB18	72,43%	71,88%	OK	27,57%	28,12%	OK

Perhitungan untuk COMB lainnya dilakukan dengan cara yang sama dengan perhitungan untuk COMB 3 dengan hasil perhitungan seperti yang tertulis pada Tabel 6.8. Berdasarkan perhitungan pada Tabel 6.8 yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa sistem rangka pemikul momen khusus telah mampu memikul paling sedikit $25,65\% \geq 25\%$ gaya seismik desain dan dinding geser menerima gaya gempa maksimal $74,35\% \leq 75\%$. Sehingga konfigurasi struktur pada tugas akhir ini telah memenuhi persyaratan dalam peraturan SNI 1726-2019.

6.4 Perencanaan Balok Induk

Perencanaan balok induk dilakukan dengan cara memeriksa momen-momen yang terjadi pada setiap balok induk. Adapun momen pada balok induk didapatkan dari *output* program analisis struktur dan harus diambil satu balok induk dengan momen yang paling besar. Pada hasil pemeriksaan struktur yang telah direncanakan, diperoleh momen terbesar terdapat pada balok induk 558.

Tabel 6.9 Resume Momen Balok Induk

Momen Tumpuan (-) (Nmm)	697902565
Momen Tumpuan (+) (Nmm)	526039657
Momen Lapangan (+) (Nmm)	137103461,20
Torsi (Nmm)	4352013,25
Geser (N)	230702,76
Geser (1,2D + 1L) (N)	64604,3

6.4.1 Penulangan Lentur Balok Induk

• Data perencanaan

Bentang balok (L) = 6000 mm

Mutu beton (f_c') = 40 MPa

Mutu baja (f_y) = 400 MPa

Dimensi balok = 40/60 cm

Tebal selimut beton (s) = 40 mm

Tulangan utama = D25 mm

Tulangan sengkang = \emptyset 13 mm

Tinggi efektif balok induk:

$$d = h - s - (\frac{1}{2} \emptyset_{\text{tul. utama}}) - \emptyset_{\text{tul. sengkang}} = 600 - 40 - (\frac{1}{2} \cdot 25) - 13 = 534,5 \text{ mm}$$

$$d' = s + (\frac{1}{2} \emptyset_{\text{tul. utama}}) + \emptyset_{\text{tul. sengkang}} = 40 + (\frac{1}{2} \cdot 25) + 13 = 65,5 \text{ mm}$$

• Syarat Batas Penulangan

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 30}{7}\right)(0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7}\right)(0,05) = 0,78$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

• **Daerah Tumpuan Momen Negatif**

$$M_u = 697902565 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{697902565}{0,9} = 775447294,44 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{775447294,44}{400 \cdot 534,5^2} = 6,79 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{fy}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 6,79}{400}} \right) = 0,0191$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0191 < \rho_{\text{max}} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0191)$$

Luas tulangan tarik:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d = 0,0191 \cdot 400 \cdot 534,5 = 4086,18 \text{ mm}^2$$

Dipakai **9D25** ($A_S = 4418 \text{ mm}^2$)

Luas tulangan tarik pakai:

$$A_{S \text{ pakai}} = n \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 9 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 25^2 = 4415,63 \text{ mm}^2$$

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b - 2 \cdot ts - 2 \cdot D_{\text{geser}} - n \cdot D_{\text{lentur}}}{n - 1} = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 13 - 9 \cdot 25}{9 - 1} = 8,63 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 25.2.1 spasi bersih tulangan yang sejajar pada satu lapisan horizontal tidak boleh kurang dari:

$$s > 25 \geq D_{\text{lentur}}$$

$$8,63 > 25 \geq 25 \quad (\text{TIDAK OK})$$

Maka tulangan disusun **2 lapis**:

$$\text{Lapis 1} = 5D25$$

$$\text{Lapis 2} = 4D25$$

Kontrol lapis 1:

$$s = \frac{b - 2 \cdot ts - 2 \cdot D_{\text{geser}} - n \cdot D_{\text{lentur}}}{n - 1} = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 13 - 5 \cdot 25}{5 - 1} = 42,25 \text{ mm}$$

$$s > 25 \geq D_{\text{lentur}}$$

$$42,25 > 25 \geq 28 \text{ (OK)}$$

Jarak vertikal:

Berdasarkan peraturan SNI 2847-2019 Pasal 25.2.2 dijelaskan bahwa tulangan yang dipasang dua lapis atau lebih, tulangan atas harus tepat di atas tulangan bawah dengan spasi

bersih minimal 25 mm. Oleh sebab itu, direncanakan spasi vertikal antar tulangan $s = 25$ mm.

Sehingga diperoleh tinggi efektif balok:

$$d' = \frac{6(ts + D_{geser} + 0,5D_{lentur}) + 2(ts + D_{geser} + D_{lentur} + 25 + 0,5D_{lentur})}{5 + 4}$$

$$d' = \frac{6(40 + 13 + 0,5 \cdot 25) + 2(40 + 13 + 25 + 25 + 0,5 \cdot 25)}{5 + 4}$$

$$d' = 69,33 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 600 - 69,33 = 530,67 \text{ mm}$$

Kontrol tulangan tumpuan momen negatif:

$$a = \frac{A_s \text{ pakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{4415,63 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 129,87$$

$$M_n = A_s \text{ pakai} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 4415,63 \cdot 400 \left(530,67 - \frac{129,87}{2} \right) = 822597387,41 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 822597387,41 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 775447294,44 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

• Daerah Tumpuan Momen Positif

$$M_u = 526039657 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{526039657}{0,9} = 584488507,78 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{584488507,78}{400 \cdot 534,5^2} = 5,11 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 5,11}{400}} \right) = 0,0139$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0139 < \rho_{\text{max}} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0139)$$

Luas tulangan tarik:

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d = 0,0139 \cdot 400 \cdot 534,5 = 2977,66 \text{ mm}^2$$

Dipakai **7D25** ($A_s = 3436 \text{ mm}^2$)

Luas tulangan tarik pakai:

$$A_{s \text{ pakai}} = n \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 7 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 25^2 = 3434,38 \text{ mm}^2$$

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b - 2 \cdot ts - 2 \cdot D_{geser} - n \cdot D_{lentur}}{n - 1} = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 13 - 7 \cdot 25}{7 - 1} = 19,83 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 25.2.1 spasi bersih tulangan yang sejajar pada satu lapisan horizontal tidak boleh kurang dari:

$$s > 25 \geq D_{lentur}$$

$$19,83 < 25 \geq 25 \quad (\text{TIDAK OK})$$

Maka tulangan disusun 2 lapis:

$$\text{Lapis 1} = 5D25$$

$$\text{Lapis 2} = 2D25$$

Kontrol lapis 1:

$$s = \frac{b - 2 \cdot ts - 2 \cdot D_{geser} - n \cdot D_{lentur}}{n - 1} = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 13 - 5 \cdot 25}{5 - 1} = 42,25 \text{ mm}$$

$$s > 25 \geq D_{lentur}$$

$$42,25 > 25 \geq 25 \quad (\text{OK})$$

Jarak vertikal:

Berdasarkan peraturan SNI 2847-2019 Pasal 25.2.2 dijelaskan bahwa tulangan yang dipasang dua lapis atau lebih, tulangan atas harus tepat di atas tulangan bawah dengan spasi bersih minimal 25 mm. Oleh sebab itu, direncanakan spasi vertikal antar tulangan $s = 25$ mm.

Sehingga diperoleh tinggi efektif balok:

$$d' = \frac{6(ts + D_{geser} + 0,5D_{lentur}) + 2(ts + D_{geser} + D_{lentur} + 25 + 0,5D_{lentur})}{5 + 2}$$

$$d' = \frac{6(40 + 13 + 0,5 \cdot 25) + 2(40 + 13 + 25 + 25 + 0,5 \cdot 25)}{5 + 2}$$

$$d' = 89,14 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 600 - 89,14 = 510,86 \text{ mm}$$

Kontrol tulangan tumpuan momen positif:

$$a = \frac{A_s \text{ pakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{3434,38 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 101,01$$

$$M_n = A_s \text{ pakai} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 3434,38 \cdot 400 \left(510,86 - \frac{101,01}{2} \right) = 632408049,17 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 632408049,17 \text{ Nmm} > M_n \text{ awal} = 584488507,78 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

- **Daerah Lapangan Momen Positif**

$$M_u = 137103461,20 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{137103461,20}{0,9} = 152337179,11 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{152337179,11}{400 \cdot 534,5^2} = 1,33 \text{ N/mm}^3$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 1,33}{400}} \right) = 0,0034$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0034 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}} = 0,0035)$$

Tulangan perlu

Luas tulangan tarik:

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 400 \cdot 534,5 = 748,30 \text{ mm}^2$$

Dipakai **3D25** ($A_S = 1473 \text{ mm}^2$)

Luas tulangan tekan:

$$A_{S' \text{ perlu}} = 0,5 \cdot A_{S \text{ perlu}} = 0,5 \cdot 748,30 = 374,15 \text{ mm}^2$$

Dipakai **2D25** ($A_S = 982 \text{ mm}^2$)

Tulangan pakai

Luas tulangan tarik pakai:

$$A_{S \text{ pakai}} = n \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 3 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 25^2 = 1471,88 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan tekan pakai:

$$A_{S' \text{ pakai}} = n \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 2 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 25^2 = 981,25 \text{ mm}^2$$

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b - 2 \cdot t_s - 2 \cdot D_{\text{geser}} - n \cdot D_{\text{lentur}}}{n - 1} = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 13 - 2 \cdot 25}{2 - 1} = 244 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 25.2.1 spasi bersih tulangan yang sejajar pada satu lapisan horizontal tidak boleh kurang dari:

$$s > 25 \geq D_{\text{lentur}}$$

$$244 > 25 \geq 25 \quad (\text{OK})$$

Maka tulangan disusun 1 lapis

Kontrol tulangan lapangan momen positif:

$$a = \frac{A_{S \text{ pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{981,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 28,86$$

$$M_n = A_{S \text{ pakai}} \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 981,25 \cdot 400 \left(534,5 - \frac{28,86}{2} \right) = 204127417,28 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 204127417,28 \text{ Nmm} > M_{n \text{ awal}} = 152337179,11 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

• Syarat Pendetailan

Syarat pendetailan peluangan lentur balok induk disesuaikan dengan peraturan SNI 2847-2019 sebagai berikut:

Pasal 18.6.1

Gaya Tekan Aksial

$$P_u < \frac{A_g \cdot f_c'}{10}$$

$$0 < \frac{(400 \cdot 600) \cdot 40}{10}$$

$$0 < 960000 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

Bentang Bersih

$$l_n \geq 4 \times \text{tinggi efektif}$$

$$6000 - (2 \cdot (0,5 \cdot 800)) \geq 4 \times 534,5$$

$$5200 \text{ mm} \geq 2138 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Perbandingan Ukuran Balok Induk

$$b_w \geq 0,3h$$

$$400 \geq 0,3 \cdot 600$$

$$400 \text{ mm} \geq 180 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Jarak Tiap Sisi Komponen Struktur

$$\text{Lebar komponen struktur } c_2 = 800 \text{ mm}$$

$$0,75 \times c_2 = 0,75 \times 800 = 600 \text{ mm}$$

Dipakai yang terkecil, yaitu 600 mm.

Pasal 18.6.3.1

Luas tulangan minimal $A_{s \min}$ tidak boleh kurang dari:

$$A_{s \min} = \frac{0,25 \cdot \sqrt{f_c'} }{f_y} \cdot b_w \cdot d = \frac{0,25 \cdot \sqrt{40}}{400} \cdot 400 \cdot 534,5 = 845,12 \text{ mm}^2$$

Tidak boleh kurang dari:

$$A_{s \min} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b_w \cdot d = \frac{1,4}{400} \cdot 400 \cdot 534,5 = 748,30 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan lentur terkecil yang dipakai yaitu $A_s = 981,25 \text{ mm}^2$, maka persyaratan di atas terpenuhi.

Syarat Batas Rasio Penulangan

$$\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,0191 \leq 0,029 \quad (\text{OK})$$

$$0,0035 \leq 0,0139 \leq 0,029 \quad (\text{OK})$$

$$0,0035 \leq 0,0035 \leq 0,029 \quad (\text{OK})$$

Tulangan Menerus

Harus disediakan sedikitnya 2 tulangan menerus yang ditempatkan pada sisi atas dan sisi bawah. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka persyaratan ini terpenuhi mengingat jumlah tulangan pada daerah lapangan dan tumpuan sudah lebih dari atau sama dengan persyaratan di atas.

16

Pasal 18.6.3.2Momen positif pada muka join $\geq \frac{1}{2}$. momen negatif

$$584488507,78 \geq \frac{1}{2} \cdot -775447294,44$$

$$584488507,78 \text{ Nmm} \geq -387723647,20 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Momen positif atau negatif $\geq \frac{1}{4}$. momen maksimum pada join

Pada syarat ini, diambil momen terkecil pada tengah bentang

$$152337179,11 \geq \frac{1}{4} \cdot -775447294,44$$

$$152337179,11 \text{ Nmm} \geq -193861823,6 \text{ Nmm} \quad (\text{OK})$$

Tulangan Longitudinal Balok

Apabila tulangan longitudinal balok melewati join balok kolom, maka dimensi kolom yang sejajar dengan tulangan balok harus $> 20 \times$ diameter tulangan longitudinal balok terbesar.

Tinggi efektif balok induk $> 20 \times 25$ mm

$$534,5 \text{ mm} > 500 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

6.4.2 Penulangan Geser Balok Induk

- **Probable Moment Capacities (Mpr)**

Kapasitas momen-momen ujung balok apabila struktur bergoyang ke kanan:

$$a_{pr+} = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 3434,38 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 126,26 \text{ mm}$$

$$M_{pr+} = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr+}}{2} \right)$$

$$= 1,25 \cdot 3434,38 \cdot 400 \cdot \left(534,5 - \frac{126,26}{2} \right)$$

$$= 809427420,58 \text{ Nmm}$$

$$a_{pr-} = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 4415,63 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 162,34 \text{ mm}$$

$$M_{pr-} = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr-}}{2} \right)$$

$$= 1,25 \cdot 4415,63 \cdot 400 \cdot \left(534,5 - \frac{162,34}{2} \right)$$

$$= 1000868574,08 \text{ Nmm}$$

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_{pr+} + M_{pr-}}{Ln} = \frac{809427420,6 + 1000868574,08}{5200} = 348134 \text{ N}$$

Kapasitas momen-momen ujung balok apabila struktur bergoyang ke kiri:

$$a_{pr+} = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 4415,63 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 162,34 \text{ mm}$$

$$M_{pr+} = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr+}}{2} \right)$$

$$\begin{aligned}
&= 1,25 \cdot 4415,63 \cdot 400 \cdot \left(534,5 - \frac{162,34}{2}\right) \\
&= 1000868574,08 \text{ Nmm} \\
a_{pr-} &= \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 3434,38 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 126,26 \text{ mm} \\
M_{pr-} &= 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a_{pr+}}{2}\right) \\
&= 1,25 \cdot 3434,38 \cdot 400 \cdot \left(534,5 - \frac{126,26}{2}\right) \\
&= 809427420,58 \text{ Nmm} \\
V_{sway} &= \frac{M_{pr+} + M_{pr-}}{Ln} = \frac{1000868574,08 + 809427420,58}{5200} = 348134 \text{ N}
\end{aligned}$$

- **Gaya Geser Sesuai SNI 2847-2019**

Rekasi geser pada balok akibat gaya gravitasi dengan kombinasi pembebanan 1,2D + 1L diperoleh dari *output* program bantu struktur yaitu sebesar 64604,3 N.

$$V_u = 64604,3 \text{ N} = 6460,43 \text{ Kg}$$

$$q_u = \frac{V_u \cdot 2}{ln} = \frac{6460,43 \cdot 2}{5,2} = 2484,78 \text{ Kg/m}$$

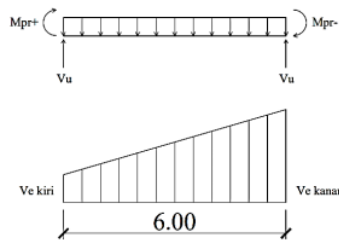
Struktur bergoyang ke kanan:

Reaksi geser pada ujung kiri balok

$$V_{e \text{ kiri}} = V_{sway} - V_u = 348134 - 64604,3 = 284529,55 \text{ N} = 28452,95 \text{ Kg}$$

Reaksi geser pada ujung kanan balok

$$V_{e \text{ kanan}} = V_{sway} + V_u = 348134 + 63604,3 = 411738,15 \text{ N} = 41173,81 \text{ Kg}$$



Gambar 6. 5 Diagram Geser Struktur Bergoyang ke Kanan

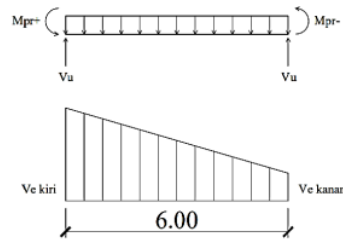
Struktur bergoyang ke kiri:

Reaksi geser pada ujung kiri balok

$$V_{e \text{ kiri}} = V_{sway} + V_u = 348134 + 63604,3 = 411738,15 \text{ N} = 41173,81 \text{ Kg}$$

Reaksi geser pada ujung kanan balok

$$V_{e \text{ kanan}} = V_{sway} - V_u = 348134 - 64604,3 = 284529,55 \text{ N} = 28452,95 \text{ Kg}$$



Gambar 6. 6 Diagram Geser Struktur Bergoyang ke Kiri

• **Syarat Pendetailan**

Syarat pendetailan tulangan geser balok induk mengacu pada peraturan SNI 2847-2019. Adapun syarat-syarat pendetailan tulangan geser antara lain adalah sebagai berikut:

- Cek Syarat Geser

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.6.5.2, gaya geser akibat gempa (V_{sway}) mewakili setengah kekuatan geser perlu maksimum (V_e) dalam bentang tersebut.

$$V_{sway} \geq \frac{1}{2} \cdot V_e$$

$$348134 \geq \frac{1}{2} \cdot 411738,15$$

$$348134 \text{ N} \geq 205869,08 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

Dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.6.5.2 juga disebutkan bahwa gaya tekan aksial terfaktor (P_u) termasuk pengaruh gempa kurang dari nilai berikut:

$$P_u < \frac{A_g \cdot f_c'}{20}$$

$$0 < \frac{(400 \cdot 600) \cdot 40}{20}$$

$$0 < 480000 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

- Tulangan geser pada daerah sendi plastis (tumpuan)

Oleh karena kedua syarat dari Pasal 18.6.5.2 SNI 2847-2019 terpenuhi, maka kekuatan geser balok didesain dengan mengasumsikan $V_c = 0$. Maka tulangan geser di daerah sendu plastis dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{s \max} &= \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{2}{3} \cdot \sqrt{40} \cdot 400 \cdot 534,5 \\ &= 901459,95 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{411738,15}{0,75} - 0 = 548984,20 \text{ N}$$

$$V_s \leq V_{s \max} = 548984,20 \text{ N} \leq 901459,95 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

Direncanakan spasi tulangan geser, $s = 100$ mm, maka luas tulangan geser perlu adalah:

$$A_{v \text{ perlu}} = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d} = \frac{548984,20 \cdot 100}{400 \cdot 534,5} = 256,77 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki dengan tulangan D13:

$$A_{v \text{ pakai}} = n \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 2 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13^2 = 265,33 \text{ mm}^2$$

$$A_{v \text{ pakai}} \geq A_{v \text{ perlu}} = 265,33 \text{ mm}^2 \geq 256,77 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

- Cek syarat geser sesuai dengan SNI 2847-2019 Pasal 18.6.4.1 dan Pasal 18.6.4.4

Kedua ujung komponen struktur lentur harus dipasang sengkang sepanjang jarak dua kali tinggi balok diukur dari muka perletakan ke arah tengah bentang. Sengkang pertama dipasang pada jarak ≤ 50 mm dari perletakan. Spasi sengkang pengekang tidak boleh melebihi nilai terkecil dari ketiga persyaratan di bawah:

1. $d/4 = 534,5/4 = 133,63$ mm
2. $6 \cdot D_{\text{longitudinal}} = 6 \cdot 25 = 150$ mm
3. 150 mm

Cek persyaratan:

$$S_{\text{pakai}} < 133,63 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} < 133,63 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Maka digunakan sengkang **2Ø13 – 100** mm pada daerah tumpuan kiri dan kanan dipasang sejarak 50 mm dari ujung perletakan balok.

- Tulangan geser pada daerah ujung sendi plastis (lapangan)

Jarak ujung sendi plastis dari muka kolom yaitu sebesar $2h = 2 \cdot 600 = 1200$ mm.

Pada daerah ini, nilai geser beton (V_c) dihitung berdasarkan perumusan di bawah:

$$V_c = 0,17 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 0,17 \cdot \sqrt{40} \cdot 400 \cdot 534,5 = 229872,29 \text{ N}$$

Gaya geser yang terjadi di daerah ujung sendi plastis dihitung berdasarkan perumusan berikut:

$$V_u = V_e - (q_u \cdot 2h) = 411738,15 - (24847,80 \cdot (2 \cdot 0,6)) = 381920,79 \text{ N}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{381920,79}{0,75} - 229872,29 = 279355,43 \text{ N}$$

Direncanakan spasi tulangan geser (s) = 150 mm, sehingga luas tulangan geser perlu yaitu:

$$A_{v \text{ perlu}} = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d} = \frac{279355,43 \cdot 150}{400 \cdot 534,5} = 195,99 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki dengan tulangan D13:

$$A_{v \text{ pakai}} = n \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 2 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13^2 = 265,33 \text{ mm}^2$$

$$A_v \text{ pakai} \geq A_v \text{ perlu} = 265,33 \text{ mm}^2 \geq 195,99 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

- Cek syarat geser sesuai dengan SNI 2847-2019 Pasal 18.6.4.6

Apabila sengkang pengekok tidak diperlukan, maka sengkang harus dipasang sepanjang bentang balok dengan jarak spasi yang tidak boleh melebihi $(d/2)$.

Cek persyaratan:

$$S_{\text{pakai}} < (d/2)$$

$$150 \text{ mm} < (534,5/2)$$

$$150 \text{ mm} < 267,25 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Maka digunakan sengkang 2Ø13 – 150 mm pada daerah lapangan balok.

6.4.3 Penulangan Torsi Balok Induk

- Periksa Kecukupan Penampang

Sebagaimana diatur dalam SNI 2847-2019 Pasal 22.7.7.1, dimensi penampang harus dipilih sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan berikut:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot P_h}{1,7 \cdot A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b \cdot d} + 0,66\sqrt{f_c'}\right)$$

Nilai torsi maksimum dan geser maksimum didapat dari *output* hasil analisa struktur program bantu komputer sebagai berikut:

$$T_u = 4352013,25 \text{ Nmm}$$

$$V_u = 230702,76 \text{ N}$$

Dimana:

$$V_c = 0,17\sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 0,17\sqrt{40} \cdot 400 \cdot 534,5 = 229872,29 \text{ N}$$

$$b_h = b - 2 \cdot t_s - D_{\text{geser}} = 400 - (2 \cdot 40) - 13 = 307 \text{ mm}$$

$$h_h = h - 2 \cdot t_s - D_{\text{geser}} = 600 - (2 \cdot 40) - 13 = 507 \text{ mm}$$

$$A_{oh} = b_h \cdot h_h = 307 \cdot 507 = 155649 \text{ mm}^2$$

$$P_h = 2(b_h + h_h) = 2(307 + 507) = 1628 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$\sqrt{\left(\frac{230702,76}{400 \cdot 534,5}\right)^2 + \left(\frac{4352013,25 \cdot 1628}{1,7 \cdot 155649^2}\right)^2} \leq 0,75 \left(\frac{229872,29}{400 \cdot 534,5} + 0,66\sqrt{40}\right)$$

$$1,08 \text{ MPa} \leq 3,94 \text{ MPa}$$

Maka penampang cukup untuk menahan torsi terfaktor.

- **Periksa Persyaratan Pengaruh Puntir**

Dalam peraturan SNI 2847-2019 Tabel 22.7.4.1(a) disebutkan bahwa tulangan torsi dapat diabaikan apabila persyaratan berikut terpenuhi:

$$T_u < \phi \cdot 0,083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Dimana:

$$A_{cp} = b \cdot h = 400 \cdot 600 = 240000 \text{ mm}^2$$

$$P_{cp} = 2(b + h) = 2(400 + 600) = 2000 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$4352013,25 < 0,75 \cdot 0,083 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \left(\frac{240000^2}{2000} \right)$$

$$4352013,25 \text{ Nmm} < 11338662,80 \text{ Nmm}$$

Maka tulangan torsi diabaikan dan digunakan tulangan torsi minimum.

- **Kebutuhan Tulangan Torsi Geser**

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 22.7.6, kebutuhan tulangan torsi geser dihitung sesuai dengan perumusan berikut:

$$T_n = \frac{2 \cdot A_o \cdot A_t \cdot f_{yt}}{s} \cot \theta$$

$$\phi T_n \geq T_u$$

$$\phi \frac{2 \cdot A_o \cdot A_t \cdot f_{yt}}{s} \cot \theta \geq T_u$$

$$\frac{A_t}{s} \geq \frac{T_u}{\phi \cdot 2 \cdot A_o \cdot f_{yt} \cdot \cot \theta}$$

Dengan nilai A_o berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 22.7.6.1.1, yaitu boleh diambil sama dengan $0,86A_{oh}$ dan nilai θ berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 22.7.6.1.2, yaitu boleh diambil sama dengan 45° .

$$A_o = 0,85 A_{oh} = 0,85 \cdot 155649 = 132301,65 \text{ mm}^2$$

Maka kebutuhan torsi dapat dihitung berdasarkan:

$$\frac{A_t}{s} \geq \frac{11338662,80}{0,75 \cdot 2 \cdot 132301,65 \cdot 400 \cdot \cot 45} = 0,23 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Luas total minimum tulangan torsi longitudinal ($A_{l \text{ min}}$) dihitung berdasarkan SNI 2847-2019

Pasal 9.6.4.3 sebagai berikut:

$$\frac{A_t}{s} \geq \frac{0,175 \cdot b_w}{f_{yt}}$$

$$0,23 \geq \frac{0,175 \cdot 400}{400}$$

$$0,23 \geq 0,175$$

Maka diambil nilai $\frac{A_t}{s} = 0,23 \text{ mm}^2/\text{mm}$

$$\begin{aligned} A_{l \text{ min}} &= 0,42 \sqrt{f_c'} \cdot \frac{A_{cp}}{f_{yt}} - \left(\frac{A_t}{s}\right) \cdot P_h \cdot \frac{f_{yt}}{f_y} \\ &= 0,42 \sqrt{40} \cdot \frac{240000}{400} - (0,23) \cdot 1628 \cdot \frac{400}{400} \\ &= 1219,35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai luas tulangan puntir untuk arah memanjang dibagi merata pada empat sisi penampang balok sehingga diperoleh kebutuhan luasan tulangan tiap sisinya yaitu:

$$\frac{A_l}{4} = \frac{1219,35}{4} = 304,84 \text{ mm}^2$$

Penyebaran penulangan torsi pada tulangan memanjang dibagi setiap sisinya:

- Sisi atas : disalurkan ke tulangan tarik balok
- Sisi bawah : disalurkan ke tulangan tekan balok

Maka masing-masing sisi atas dan bawah balok mendapat tambahan luasan tulangan puntir sebesar $304,84 \text{ mm}^2$.

Pada sisi kanan dan sisi kiri dipasang luasan tulangan puntir sebesar:

$$2 \cdot \frac{A_l}{4} = 2 \cdot \frac{1219,35}{4} = 609,67 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 4D16 mm pada tulangan puntir pada dua sisi yaitu sisi kanan dan sisi kiri:

$$A_{s \text{ pasang}} = 4 \times \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 803,84 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ pasang}} \geq A_{s \text{ perlu}} = 803,84 \text{ mm}^2 \geq 609,67 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

• Tulangan Geser Tumpuan Setelah Torsi

Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} = \frac{548984,20}{400 \cdot 534,5} = 2,57 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{A_{vt}}{s} = 2,57 + 2(0,23) = 3,03 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Tulangan sengkang terpasang sebelum torsi adalah 2 kaki D13 – 100 mm.

$$\frac{A_{v \text{ pakai}}}{s} = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 13^2}{100} = 2,65 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\frac{A_{v \text{ pakai}}}{s} \geq \frac{A_{vt}}{s} = 2,65 \leq 3,03 \quad (\text{TIDAK MEMENUHI})$$

Tulangan sengkang terpasang belum mampu untuk menahan gaya geser dan gaya torsi, maka dicoba menggunakan sengkang 4 kaki D13 – 100 mm.

$$\frac{A_{v \text{ pakai}}}{s} = \frac{4 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 13^2}{100} = 5,31 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\frac{A_{v \text{ pakai}}}{s} \geq \frac{A_{vt}}{s} = 5,31 \geq 3,03 \quad (\text{OK})$$

• Tulangan Geser Lapangan Setelah Torsi

Kebutuhan tulangan sengkang sebelum torsi:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{279355,43}{400 \cdot 534,5} = 1,31 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Kebutuhan tulangan sengkang setelah torsi:

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{A_v}{s} + 2 \left(\frac{At}{s} \right) = 1,31 + 2(0,23) = 1,77 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Tulangan sengkang terpasang sebelum torsi adalah 2 kaki D13 – 150 mm.

$$\frac{A_{v \text{ pakai}}}{s} = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 13^2}{2} = 2,65 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$2,65 \geq 1,77 \quad (\text{OK})$$

Tulangan sengkang terpasang sebelum torsi mampu menahan gaya geser dan gaya torsi.

• Penambahan Luas Tulangan Perlu

– Tumpuan Atas (9D25)

$$A_{S \text{ perlu}} = 4086,18 + 304,84 = 4391,02 \text{ mm}^2$$

$$A_{S \text{ perlu}} \leq A_{S \text{ pakai}} = 4391,02 \text{ mm}^2 \leq 4415,63 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

– Tumpuan Bawah (7D25)

$$A_{S \text{ perlu}} = 2977,66 + 304,84 = 3282,50 \text{ mm}^2$$

$$A_{S \text{ perlu}} \leq A_{S \text{ pakai}} = 3282,50 \text{ mm}^2 \leq 3434,38 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

– Lapangan Atas (2D25)

$$A_{S \text{ perlu}} = 374,15 + 304,84 = 678,99 \text{ mm}^2$$

$$A_{S \text{ perlu}} \leq A_{S \text{ pakai}} = 678,99 \text{ mm}^2 \leq 981,25 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

– Lapangan Bawah (3D25)

$$A_{S \text{ perlu}} = 748,30 + 304,84 = 1053,14 \text{ mm}^2$$

$$A_{S \text{ perlu}} \leq A_{S \text{ pakai}} = 1053,14 \text{ mm}^2 \leq 1471,88 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

• Panjang Penyaluran

– Panjang penyaluran tulangan tarik

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 25.4.2.1, Panjang penyaluran dalam kondisi tarik harus diambil nilai yang terbesar dari beberapa persyaratan berikut:

1. $l_d = 300 \text{ mm}$

2. $l_d = \left(\frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) db \rightarrow \text{untuk } D \geq 22 \text{ mm}$

$$l_d = \left(\frac{400 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{40}} \right) 25$$

$$l_d = 930,08 \text{ mm} \approx 1000 \text{ mm}$$

Maka panjang penyaluran yang digunakan adalah 1000 mm.

– Panjang penyaluran tulangan tekan

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 25.4.9.1, Panjang penyaluran dalam kondisi tekan harus diambil nilai yang terbesar dari beberapa persyaratan berikut:

1. $l_{dc} = 200 \text{ mm}$

2. $l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) db \rightarrow \text{untuk } D \geq 22 \text{ mm}$

$$l_{dc} = \left(\frac{0,24 \cdot 400 \cdot 1}{1 \cdot \sqrt{40}} \right) 25$$

$$l_{dc} = 379,47 \text{ mm}$$

3. $l_{dc} = 0,043 \cdot f_y \cdot \Psi_r \cdot db = 0,043 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 25 = 430 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}$

Maka panjang penyaluran yang digunakan adalah 500 mm.

– Panjang penyaluran kait tulangan lentur

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 25.4.3.1, Panjang penyaluran batang ulir dalam kondisi tarik yang diakhiri dengan suatu kait harus diambil nilai yang terbesar dari persyaratan berikut:

1. $l_{dh} = 8 \cdot db = 8 \cdot 25 = 200 \text{ mm}$

2. $l_{dh} = 150 \text{ mm}$

3. $l_{dh} = \left(\frac{0,24 \cdot f_y \cdot \Psi_e \cdot \Psi_c \cdot \Psi_r}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) db = \left(\frac{0,24 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot \sqrt{40}} \right) 25 = 379,47 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}$

Maka Panjang penyaluran kait yang digunakan adalah sebesar 500 mm.

- **Sambungan Lewatan**

- Sambungan lewatan tulangan tarik

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Tabel 25.5.2.1, Panjang sambungan lewatan batang ulir dalam kondisi tarik ditentukan berdasarkan perumusan berikut:

$$l_{st} = 1,3 \cdot \left(\frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_{ct}}} \right) db = 1,3 \cdot \left(\frac{400 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{40}} \right) 25 = 1209,11 \text{ mm} \approx 1300 \text{ mm}$$

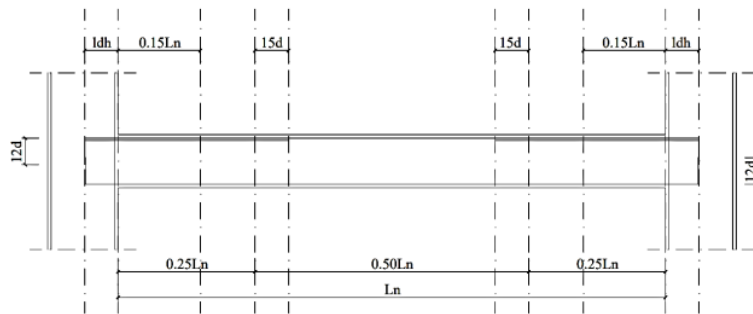
- Sambungan lewatan tulangan tekan

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Tabel 25.5.5.1, Panjang sambungan lewatan batang ulir dalam kondisi tekan ditentukan berdasarkan perumusan berikut:

1. $l_{sc} = 300 \text{ mm}$

2. $l_{sc} = 0,071 \cdot f_y \cdot db = 0,071 \cdot 400 \cdot 25 = 710 \text{ mm} \approx 800 \text{ mm}$

6.4.4 Pemutusan Tulangan Balok Induk



Gambar 6.7 Pemutusan Tulangan Balok Induk

$$l_{dh} = 500 \text{ mm}$$

$$12d = 12 \cdot 25 = 300 \text{ mm}$$

$$15d = 15 \cdot 25 = 375 \text{ mm}$$

$$L_n = 6000 - (400 + 400) = 5200 \text{ mm}$$

$$0,25L_n = 0,25 \cdot 5200 = 1300 \text{ mm}$$

$$0,50L_n = 0,50 \cdot 5200 = 2600 \text{ mm}$$

$$0,15L_n = 0,15 \cdot 5200 = 780 \text{ mm}$$

Panjang tulangan tumpuan dari penjangkaran:

$$l_{dh} + 0,25L_n + 15d = 500 + 1300 + 375 = 2175 \text{ mm}$$

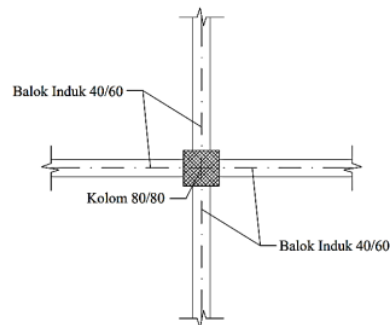
Panjang tulangan tarik lapangan:

$$5200 - (2 \cdot 780) = 3640 \text{ mm}$$

6.5 Perencanaan Kolom

Kolom yang direncanakan yaitu kolom K1. Perencanaan kolom pada struktur gedung Hotel Delmare ini akan dibahas mengenai desain penulangan kolom, kontrol kekuatan kolom menggunakan program bantu struktur serta pendetailan kolom sesuai dengan peraturan. Adapun data perencanaan kolom untuk perhitungan kolom K1 di lantai dasar sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.7.

Mutu beton	= 40 MPa
Mutu tulangan	= 400 MPa
Panjang (L)	= 4000 mm
Tinggi (h)	= 800 mm
Lebar (b)	= 800 mm
Tulangan lentur	= D25
Tulangan geser	= D13
Tebal selimut	= 40 mm



Gambar 6. 8 Kolom K1

Perhitungan kolom dilakukan dengan menggunakan nilai gaya dalam yang didapat dari hasil *output* perhitungan program bantu struktur dapat dilihat pada Tabel 6.10 berikut.

Tabel 6. 10 Rekapitulasi Gaya Dalam Kolom

Gaya Dalam Akibat Gaya Gempa	Nilai
M1ns Arah X (M3) (Kgm)	7642,82
M2ns Arah X (M3) (Kgm)	93711,31
M1ns Arah Y (M2) (Kgm)	11826,12
M2ns Arah Y (M2) (Kgm)	84209,98
Aksial (Kg)	437448,15
Torsi (Kgm)	2756,30
Geser (Kg)	25229,16
Δ_0 (mm)	4,80

6.5.1 Desain Tulangan Memanjang Kolom

- **Menentukan Kolom Sway dan Non Sway**

Sebagaimana disebutkan dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 6.6.4.3, kolom dan tingkat pada struktur boleh dianggap tidak bergoyang apabila memenuhi persyaratan berikut:

$$Q = \frac{\sum P_u \cdot \Delta_0}{V_{us} \cdot L_c} = \frac{437448,15 \cdot 4,80}{25229,16 \cdot 4000} = 0,21 \leq 0,05 \text{ (Maka kolom termasuk kolom non sway).}$$

- **Kontrol Kelangsingan Kolom**

Kolom 800 × 800 mm²

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \sqrt{f_c'} \\ &= 4700 \sqrt{40} \\ &= 29725,41 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_g &= 0,7 \cdot (1/12) \cdot b \cdot h^3 \\ &= 0,7 \cdot (1/12) \cdot 800 \cdot 800^3 \\ &= 2,38 \times 10^{10} \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_c \cdot I_g &= 29725,41 \times 2,38 \times 10^{10} \\ &= 7,10 \times 10^{14} \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

Balok Induk 400 × 600 mm² (Arah X)

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \sqrt{f_c'} \\ &= 4700 \sqrt{40} \\ &= 29725,41 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_g &= 0,35 \cdot (1/12) \cdot b \cdot h^3 \\ &= 0,35 \cdot (1/12) \cdot 400 \cdot 600^3 \\ &= 2,52 \times 10^9 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_c \cdot I_g &= 29725,41 \times 2,52 \times 10^9 \\ &= 7,49 \times 10^{13} \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

Balok Induk 400 × 600 mm² (Arah Y)

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \sqrt{f_c'} \\ &= 4700 \sqrt{40} \\ &= 29725,41 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_g &= 0,35 \cdot (1/12) \cdot b \cdot h^3 \\ &= 0,35 \cdot (1/12) \cdot 400 \cdot 600^3 \end{aligned}$$

$$= 2,52 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$E_c \cdot I_g = 29725,41 \times 2,52 \times 10^9 \\ = 7,49 \times 10^{13} \text{ Nmm}^2$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan faktor panjang tekuk kolom (k) menggunakan persamaan berikut:

Kekakuan Kolom Atas

$$\Psi_A = \frac{\frac{E_c \cdot I_{kolom}}{l_{bawah}} + \frac{E_c \cdot I_{kolom}}{l_{atas}}}{\frac{E_c \cdot I_{balok X}}{l_{kiri}} + \frac{E_c \cdot I_{balok X}}{l_{kanan}} + \frac{E_c \cdot I_{balok Y}}{l_{kiri}} + \frac{E_c \cdot I_{balok Y}}{l_{kanan}}}$$

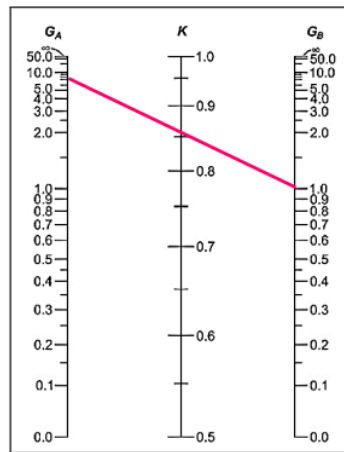
$$\Psi_A = \frac{\frac{7,10 \times 10^{14}}{4000} + \frac{7,10 \times 10^{14}}{4000}}{\frac{7,49 \times 10^{13}}{7000} + \frac{7,49 \times 10^{13}}{7000} + \frac{7,49 \times 10^{13}}{6000} + \frac{7,49 \times 10^{13}}{6000}}$$

$$\Psi_A = 7,66$$

Kekakuan Kolom Bawah

$\Psi_B = 1,00$ karena terjepit penuh

Selanjutnya menentukan nilai faktor kekakuan kolom (k) menggunakan nomogram faktor kekakuan kolom untuk portal tidak bergoyang.



Gambar 6.9 Nomogram Faktor Kekakuan Kolom untuk Portal Tidak Bergoyang

Dari nomogram di atas, diperoleh nilai $k = 0,86$

Jari-jari Inersia (r)

Sebagaimana disebutkan dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 6.2.5.2, radius girasi (r) diijinkan untuk dihitung dengan menggunakan perumusan berikut:

$$r = 0,3 b = 0,3 \cdot 0,8 = 0,24 \text{ m}$$

Kontrol Kelangsingan

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 6.2.5, pengaruh kelangsingan kolom dapat diabaikan apabila memenuhi persyaratan berikut:

$$\frac{kl_u}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \leq 40$$

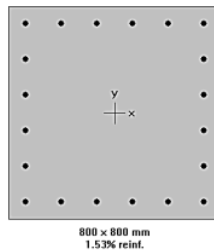
$$\frac{0,86 \cdot 4}{0,24} \leq 34 - 12 \left(\frac{7642,82}{93711,31} \right) \leq 40$$

$$14,33 \leq 33,02 \leq 40 \quad (\text{OK})$$

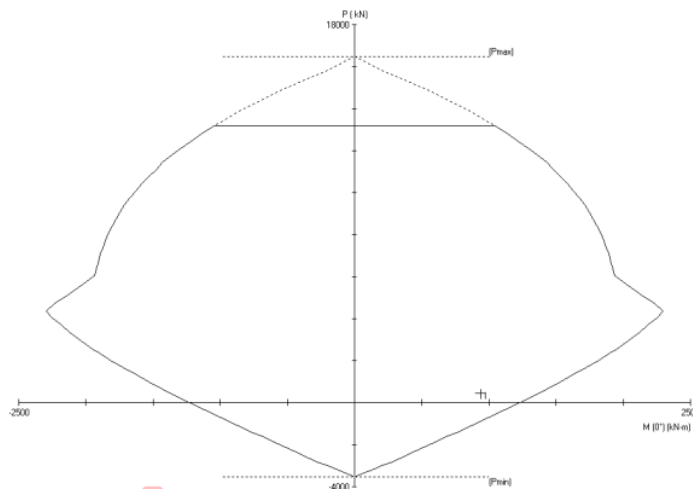
(Maka kelangsingan kolom dapat diabaikan)

• Desain Tulangan Longitudinal

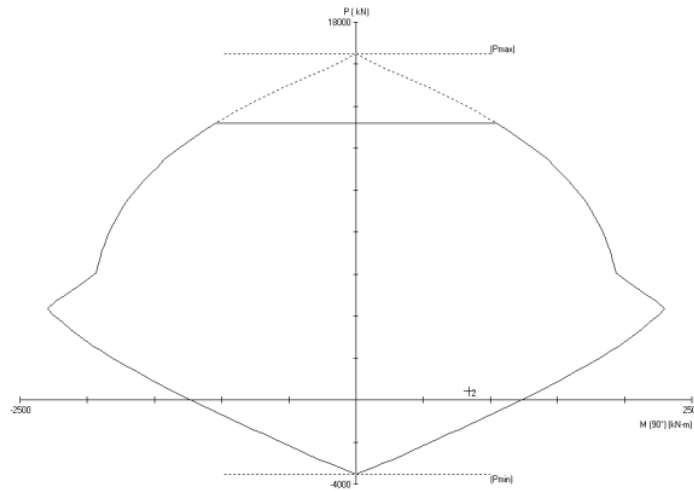
Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.4.1, luas tulangan longitudinal tidak boleh kurang dari $0,01A_g$ dan tidak lebih dari $0,06A_g$. Guna mendapatkan konfigurasi tulangan, maka digunakan program bantu struktur untuk mendesain tulangan kolom.



Gambar 6. 10 Konfigurasi Penulangan Kolom



Gambar 6. 11 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Arah X



Gambar 6. 12 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Arah Y

Berdasarkan hasil desain menggunakan program bantu komputer, berdasarkan gaya dalam dengan dimensi kolom sebesar 800×800 mm diperoleh konfigurasi penulangan 20D25. Berdasarkan konfigurasi tersebut, maka diperoleh rasio tulangan $\rho = 1,53\% = 0,0153$ sehingga nilai $0,01 < \rho < 0,06 = 0,01 < 0,0153 < 0,06$ terpenuhi.

6.5.2 Perhitungan Kuat Tekan Maksimal Rencana Kolom

Sebagaimana tertulis dalam SNI 2847-2019 Pasal 22.4.2.2, untuk komponen nonprategang dan komponen komposit baja-beton, nilai P_n max dihitung berdasarkan perumusan berikut:

$$\phi P_n \text{ max} = \phi \cdot 0,85 \cdot ((0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st})) + (f_y \cdot A_{st}))$$

$$\phi P_n \text{ max} = 0,75 \cdot 0,85 \cdot ((0,85 \cdot 40 \cdot (640000 - 9812,50)) + (400 \cdot 9812,50))$$

$$\phi P_n \text{ max} = 16161501,56 \text{ N}$$

$$\phi P_n \text{ max} > P_u = 16161501,56 \text{ N} > 4374481,50 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

6.5.3 Syarat Pendetailan

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.7.2, kolom pada sistem rangka pemikul momen khusus harus memenuhi persyaratan berikut:

- Dimensi penampang terkecil diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri dan tidak kurang dari 300 mm.

$$b \geq 300 \text{ mm}$$

$$800 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

- 7 Rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegal lurus nya tidak kurang dari 0,4.

$$\frac{h}{b} \geq 0,4$$

$$\frac{800}{800} \geq 0,4$$

$$1 \geq 0,4 \quad (\text{OK})$$

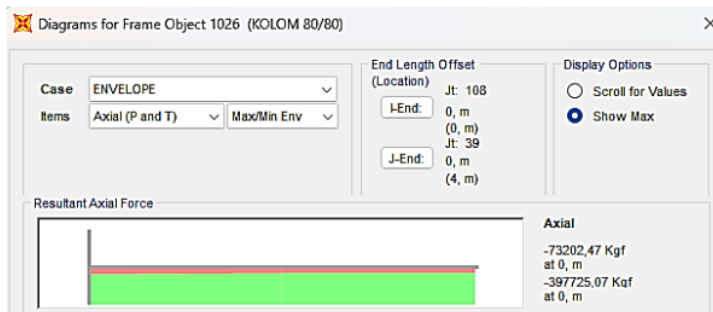
6.5.4 Pendetailan *Strong Column Weak Beam*

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.7.3.2, kekuatan lentur kolom harus memenuhi persyaratan di bawah:

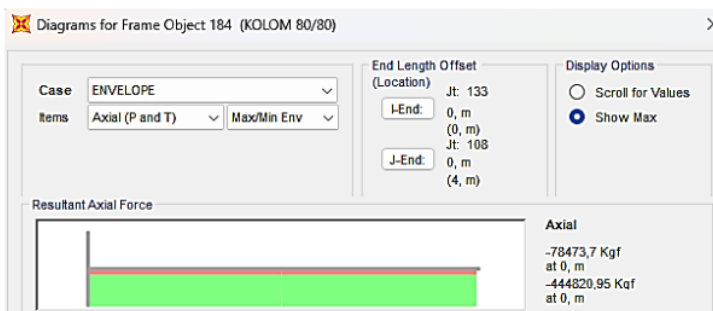
$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$$

Dimana nilai M_{nc} diperoleh dari diagram interaksi dengan menyesuaikan gaya aksial terfaktor.

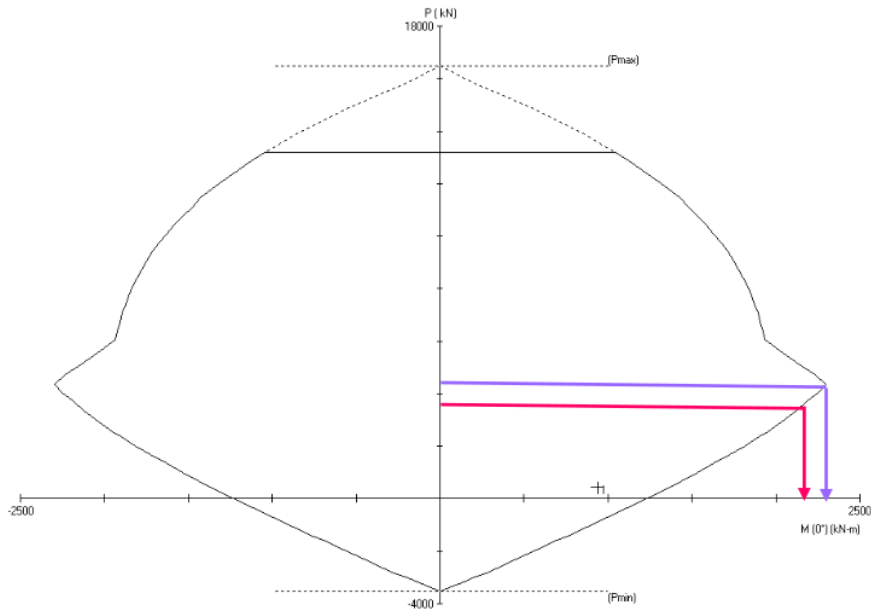
Sedangkan nilai gaya aksial terfaktor diperoleh dari *output* program bantu struktur.



Gambar 6. 13 Gaya Aksial pada Lantai Atas Kolom



Gambar 6. 14 Gaya Aksial pada Lantai Bawah Kolom



Gambar 6. 15 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Arah X

Berdasarkan diagram interaksi arah X di atas, diperoleh nilai M_{nc} sebagai berikut:

Tabel 6. 11 Factored Loads dan Moment with Corresponding Capacities

No.	P_u (kN)	ϕM_{nx} (kNm)
1.	3977,25	2178
2.	4448,20	2325

$$M_{nc \text{ atas}} = 2178/0,65 = 3350,77 \text{ kNm}$$

$$M_{nc \text{ bawah}} = 2325/0,65 = 3576,92 \text{ kNm}$$

$$\sum M_{nc} = M_{nc \text{ atas}} + M_{nc \text{ bawah}}$$

$$= 3350,77 + 3576,92$$

$$= 6927,69 \text{ kNm}$$

M_{nb} adalah momen balok yang berada pada sumbu lemah kolom. Tulangan lentur pada balok yang berada pada sumbu lemah kolom yaitu sebagai berikut:

$$\text{Tulangan atas (9D25)} : A_s = 4415,63 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan bawah (7D25)} : A_s = 3434,38 \text{ mm}^2$$

Dalam perhitungan M_{nb} harus dihitung pula luas tulangan pelat selebar lebar efektif pelat karena pada kolom terdapat pelat dan balok yang menyatu. Dimana pusat berat tulangan balok dihitung menggunakan perumusan berikut:

$$d' = \frac{5(ts + D_{geser} + 0,5D) + 4(ts + D_{geser} + D + 25 + 0,5D)}{5 + 4}$$

$$= \frac{5(40 + 13 + 0,5 \cdot 25) + 4(40 + 13 + 25 + 25 + 0,5 \cdot 25)}{5 + 4}$$

$$= 87,72 \text{ mm}$$

Jarak antar As tulangan pada balok dan pelat atas:

$$d1 = d' - s_{\text{pelat}} - 0,5 D_{\text{pelat}}$$

$$= 87,72 - 20 - (0,5 \cdot 12)$$

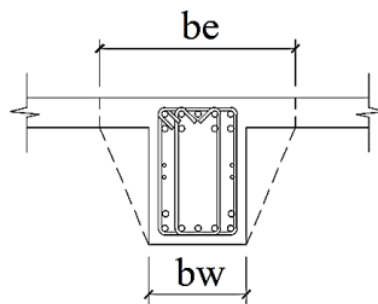
$$= 61,72 \text{ mm}$$

Jarak antar As tulangan pada balok dan pelat bawah:

$$d2 = t_{\text{pelat}} - d1 - s_{\text{pelat}} - 0,5 D_{\text{pelat}}$$

$$= 120 - 61,72 - 20 - (0,5 \cdot 12)$$

$$= 32,28 \text{ mm}$$



Gambar 6.16 Lebar Efektif Balok T

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 6.3.2.1, untuk lebar efektif balok T diambil nilai terkecil dari persyaratan berikut:

- $bw + 8h = 400 + (8 \cdot 120) = 1360 \text{ mm}$
- $bw + (S_w/2) = 400 + (6200/2) = 3500 \text{ mm}$
- $bw + (\ell_n/2) = 400 + (5200/2) = 3000 \text{ mm}$

Diambil nilai $be = 1360 \text{ mm}$.

Luas tulangan atas:

$$A_s \text{ atas} = A_s \text{ balok} + \left(\frac{be}{\text{jarak tulangan pelat}} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \right)$$

$$= 4415,63 + \left(\frac{1360}{200} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 \right)$$

$$= 5184,30 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan bawah:

$$A_s \text{ bawah} = 3434,38 \text{ mm}^2$$

Tinggi efektif balok T:

$$d \text{ atas} = d - \left[\left(\frac{A_{s_{pelat}}}{A_{s_{atas}}} \cdot d1 \right) + \left(\frac{A_{s_{pelat}}}{A_{s_{atas}}} \cdot d2 \right) \right]$$

$$d \text{ atas} = 510,86 - \left[\left(\frac{565}{5184,30} \cdot 61,72 \right) + \left(\frac{565}{5184,30} \cdot 32,28 \right) \right]$$

$$d \text{ atas} = 500,62 \text{ mm}$$

$$d \text{ bawah} = 534,50 \text{ mm}$$

- Mnb^-

$$a^- = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{5184,30 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 152,48 \text{ mm}$$

$$Mnb^- = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a^-}{2} \right) = 5184,30 \cdot 400 \cdot \left(500,62 - \frac{152,48}{2} \right)$$

$$Mnb^- = 880045293,60 \text{ Nmm} = 880,04 \text{ kNm}$$

- Mnb^+

$$a^+ = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{3434,38 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 400} = 101,01 \text{ mm}$$

$$Mnb^+ = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a^+}{2} \right) = 3434,38 \cdot 400 \cdot \left(534,50 - \frac{101,01}{2} \right)$$

$$Mnb^+ = 664889099,20 \text{ Nmm} = 664,89 \text{ kNm}$$

- $\sum Mnb = Mnb^- + Mnb^+$

$$\sum Mnb = 880,04 + 664,89$$

$$\sum Mnb = 1544,93$$

Selanjutnya dilakukan pengecekan persyaratan sebagai berikut:

$$\sum Mnc \geq 1,2 \sum Mnb$$

$$6927,69 \geq 1,2(1544,93)$$

$$6927,69 \text{ kNm} \geq 1853,92 \text{ kNm} \quad (\text{OK})$$

Persyaratan *Strong Column Weak Beam* terpenuhi.

6.5.5 Perhitungan Tulangan Confinement

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2947-2019 Pasal 18.7.5.1, tulangan transversal harus dipasang sepanjang l_0 dari tiap muka join kolom. Panjang l_0 tidak boleh kurang dari nilai

terbesar dari ketiga persamaan berikut:

- Tinggi komponen struktur pada muka join : $h = 600$ mm
- $1/6$ tinggi bersih kolom = $1/6 \cdot 3400 = 566,67$ mm
- 450 mm

Sehingga diambil pengekanan terpanjang $l_0 = 600$ mm dari muka tumpuan.

$$P_u \leq 0,3 \cdot A_g \cdot f_c'$$

$$4374481,50 \leq 0,3 \cdot (800 \cdot 800) \cdot 40$$

$$4374481,50 \text{ N} \leq 7680000 \text{ N}$$

Berdasarkan SNI 2847-2019 Tabel 18.7.5.4, apabila nilai $P_u \leq 0,3 \cdot A_g \cdot f_c'$ maka total luas penampang *hoops* diambil yang terbesar antara:

$$\bullet \frac{A_{sh}}{s} = 0,3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yt}} bc$$

$$\bullet \frac{A_{sh}}{s} = 0,09 \frac{f_c'}{f_{yt}} bc$$

Dimana:

– Luas penampang beton

$$A_g = b \cdot h = 800 \cdot 800 = 640000 \text{ mm}^2$$

– Luas penampang hingga luar tulangan

$$A_{ch} = (b - 2 \cdot t_s) (h - 2 \cdot t_s) = (800 - 2(40)) (800 - 2(40)) = 518400 \text{ mm}^2$$

– Dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ke tepi luar tulangan transversal

$$bc = b - 2 \cdot t_s = 800 - 2(40) = 720 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yt}} bc = 0,3 \left(\frac{640000}{518400} - 1 \right) \frac{40}{400} 720 = 5,07 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\frac{A_{sh}}{s} = 0,09 \frac{f_c'}{f_{yt}} bc = 0,09 \frac{40}{400} 720 = 6,48 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Diambil nilai terbesar, $\frac{A_{sh}}{s} = 6,48 \text{ mm}^2/\text{mm}$

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.7.5.3, spasi tulangan transversal dari muka tumpuan kolom tidak boleh nilai-nilai berikut:

- $1/4$ dimensi terkecil penampang kolom

$$S_0 = 800/4 = 200 \text{ mm}$$

- $6 \times$ diameter tulangan longitudinal terkecil

$$S_0 = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$$

- S_0 yang dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$S_0 = 100 + \left(\frac{350 - hx}{3} \right)$$

Dimana hx merupakan nilai terbesar dari spasi pusat ke pusat antara tulangan dengan tulangan yang terletak bersebelahan.

$$hx = \frac{800 - 2(40) - 2(13) - 25}{4} = 167,25 \text{ mm}$$

$$S_0 = 100 + \left(\frac{350 - 167,25}{3} \right) = 191,38 \text{ mm}$$

Sebagaimana tertulis dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.5.3, nilai S_0 tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu kurang dari 100 mm. Maka direncanakan spasi tulangan sejauh 100 mm.

$$\frac{Ash}{s} = 6,48 \text{ mm}^2/\text{mm} \times 100 = 648 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulangan sengkang 5 kaki D13-100.

$$Ash \text{ pakai} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13^2 = 663,33 \text{ mm}^2$$

$$Ash \text{ pakai} = 663,33 \text{ mm}^2 \geq Ash \text{ perlu} = 648 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.7.5.5, untuk daerah di luar l_0 harus diberi tulangan transversal dengan spasi minimum tidak kurang dari:

- $S_0 = 6 \times \text{diameter tulangan longitudinal terkecil} = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- $S_0 = 150 \text{ mm}$

Direncanakan spasi tulangan di luar daerah $l_0 = 150 \text{ mm}$.

6.5.6 Perhitungan Tulangan Geser

Sebagaimana tertulis dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.6.1.1, gaya geser desai (V_e) tidak perlu melebihi nilai geser yang dihitung dari kekuatan join berdasarkan M_{pr} balok yang merangka ke join. Nilai V_e tidak boleh kurang dari geser terfaktor berdasarkan analisis struktur.

• Gaya Geser M_{pr} Kolom

$$V_e = \frac{M_{prc atas} + M_{prc bawah}}{l_u}$$

Dimana, nilai M_{pr} kolom dihitung berdasarkan berumusan di bawah:

Tulangan terpasang pada kolom 20D25 ($A_s = 9812,50 \text{ mm}^2$)

$$a_{prc} = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 9812,50 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 800} = 180,38 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{prc} &= 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a_{prc}}{2} \right) \\ &= 1,25 \cdot 9812,50 \cdot 400 \left(734,5 - \frac{180,38}{2} \right) \\ &= 3161145938 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\text{Gaya geser Mpr kolom (Ve)} = \frac{3161145938 + 3161145938}{3400} = 1859497,61 \text{ N}$$

Gaya geser Mpr kolom tidak perlu melebihi nilai gaya geser Mpr balok yang dihitung pada perhitungan selanjutnya.

- **Gaya Geser Mpr Balok**

$$V_e = \frac{M_{prb_{atas}} \cdot DF_{atas} + M_{prb_{bawah}} \cdot DF_{bawah}}{l_u}$$

Dimana DF merupakan faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah elemen yang didesain. Karena kekakuan kolom di lantai atas dan bawah sama, maka:

$$DF_{atas} = DF_{bawah} = 0,5$$

$$V_e = \frac{1810295995 \cdot 0,5 + 1810295995 \cdot 0,5}{3400} = 532440 \text{ N}$$

- **Gaya Geser Hasil Analisis**

$$V_e = 252291,60 \text{ N}$$

- **Gaya Geser Dipakai**

$$V_e \text{ analisis} \leq V_e \text{ kolom} \leq V_e \text{ balok}$$

$$252291,60 \text{ N} \leq 1859497,61 \text{ N} > 532440 \text{ N}$$

Digunakan nilai $V_e = 532440 \text{ N}$

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.6.2.1, tulangan transversal didesain untuk menahan gaya geser dengan mengasumsikan nilai $V_c = 0$, apabila:

$$V_e \geq 0,5V_u$$

$$532440 \geq 0,5 \cdot 1859497,61$$

$$532440 \text{ N} \geq 929748,81 \text{ N} \quad (\text{TIDAK MEMENUHI})$$

$$P_u < \frac{A_g \cdot f_c'}{20}$$

$$4374481,50 < \frac{640000 \cdot 40}{20}$$

$$4374481,50 \text{ N} > 1280000 \text{ N} \quad (\text{TIDAK MEMENUHI})$$

Karena kedua persyaratan di atas tidak terpenuhi, maka nilai V_c tidak dapat diasumsikan sama dengan 0 dan harus dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{4374481,50}{14 \cdot 640000} \right) \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 800 \cdot 734,5$$

$$V_c = 940218,58 \text{ N}$$

Digunakan tulangan geser tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur pada kolom, sehingga:

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{s}$$

Mengingat sebelumnya digunakan tulangan *confinement* 5 kaki D13-100, maka:

$$V_s = \frac{633,33 \cdot 400 \cdot 734,5}{100} = 1860723,54 \text{ N}$$

Sehingga,

$$\phi(V_c + V_s) \geq V_e \text{ kolom}$$

$$0,75(940218,58 + 1860723,54) \geq 1859497,61 \text{ N}$$

$$2100706,59 \text{ N} \geq 1859497,61 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

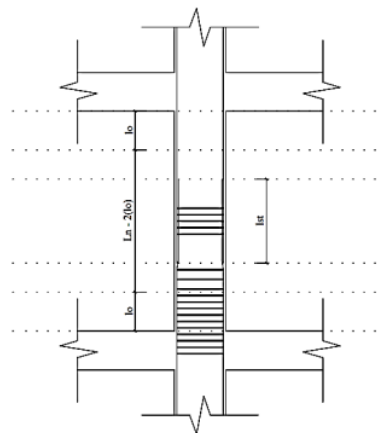
6.5.7 Sambungan Lewatan Tulangan pada Kolom

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.4.3, sambungan lewatan diijinkan hanya dalam daerah tengah tinggi kolom dan harus didesain sebagai sambungan lewatan tarik dan harus dilingkupi dengan tulangan transversal. Panjang sambungan lewatan ditentukan berdasarkan perumusan yang tercantum dalam SNI 2847-2019 Tabel 25.5.2.1 sebagai berikut:

$$l_{st} = 1,3 \left(\frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_{cr}}} \right) d_b = 1,3 \left(\frac{400 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{40}} \right) 25 = 1209,11 \text{ mm} \approx 1300 \text{ mm}$$

6.5.8 Pemasangan Tulangan Kolom

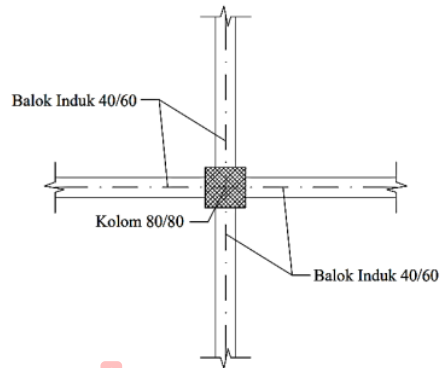
Adapun pemasangan tulangan pada kolom dapat dilihat pada Gambar 6.16 berikut.



Gambar 6. 17 Pemasangan Tulangan Kolom

6.6 Desain Hubungan Balok Kolom

Sebagai contoh perhitungan hubungan balok kolom dilakukan pada salah satu join yang terletak pada lantai satu sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6.17 berikut.



Gambar 6. 18 Hubungan Balok Kolom yang Ditinjau

• Cek Persyaratan Dimensi Kolom

Sebagaimana tertulis dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.8.2.3, apabila tulangan longitudinal balok diteruskan melalui join balok kolom, maka dimensi kolom yang parallel dengan tulangan balok tersebut tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar dari balok tersebut.

$$800 \geq 20 \cdot D_{\text{balok}}$$

$$800 \geq 20 \cdot 25$$

$$800 \text{ mm} \geq 500 \text{ mm} \quad (\text{MEMENUHI})$$

• Luas Efektif Join

Luas efektif join (A_j) sebagaimana tertulis dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.8.4.3 dihitung berdasarkan perumusan berikut:

$$A_j = h \cdot b_{\text{efektif}}$$

Tinggi join harus diambil sebesar lebar kolom (h), sedangkan lebar efektif join diambil dari nilai terkecil dari lebar balok ditambah tinggi join dan dua kali jarak tegak lurus yang lebih kecil dari sumbu longitudinal balok ke sisi kolom sebagaimana persamaan berikut:

$$b_{\text{efektif}} = b + h \leq b + 2x$$

$$b_{\text{efektif}} = 400 + 800 \leq 400 + 2 \left(\frac{800 - 400}{2} \right)$$

$$b_{\text{efektif}} = 1200 \leq 800$$

$$b \text{ efektif} = 800 \text{ mm}$$

$$A_j = 800 \cdot 800 = 640000 \text{ mm}^2$$

- **Cek Persyaratan Tulangan Transversal**

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.8.3.2, apabila pada keempat sisi joint terdapat balok yang merangka kepadanya dan lebar balok $\geq \frac{3}{4}$ lebar kolom, maka jumlah tulangan *confinement* dapat direduksi setengahnya. Berdasarkan pasal 18.8.3.2 juga dijelaskan bahwa spasi tulangan *confinement* dapat diperbesar hingga 150 mm.

$$b \text{ balok} \geq (\frac{3}{4}) \cdot 800$$

$$400 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Sehingga jumlah tulangan *confinement* tidak perlu direduksi setengahnya dan spasi tulangan *confinement* tidak perlu diperbesar menjadi 150 mm.

6.6.1 Desain Hubungan Balok Kolom Terkekang Empat Balok

- **Cek Gaya Geser Pada Joint**

Gaya geser pada joint dihitung menggunakan momen probabilitas (M_{pr}) tulangan atas dan tulangan bawah balok dengan nilai $DF = 0,5$.

$$\begin{aligned} M_c &= DF(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) \\ &= 0,5(809427420,58 + 1000868574,08) \\ &= 905147997,30 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Dari nilai M_c tersebut, selanjutnya dapat ditentukan V_{sway} yang merupakan hasil dari penjumlahan M_c atas dan bawah dibagi dengan tinggi bersih kolom.

$$V_{sway} = \frac{M_c + M_c}{l_u} = \frac{905147997,30 + 905147997,30}{3400} = 532440 \text{ N}$$

Geser pada joint juga dapat disebabkan oleh gaya tekan dan tarik pada tulangan longitudinal balok.

- Gaya tarik yang bekerja pada tulangan balok di bagian kiri joint

$$T_1 = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y = 1,25 \cdot 4415,63 \cdot 400 = 2207815 \text{ N}$$

- Gaya tekan yang bekerja pada bagian kiri joint

$$C_1 = T_1 = 2207815 \text{ N}$$

- Gaya tarik yang bekerja pada tulangan balok di bagian kanan joint

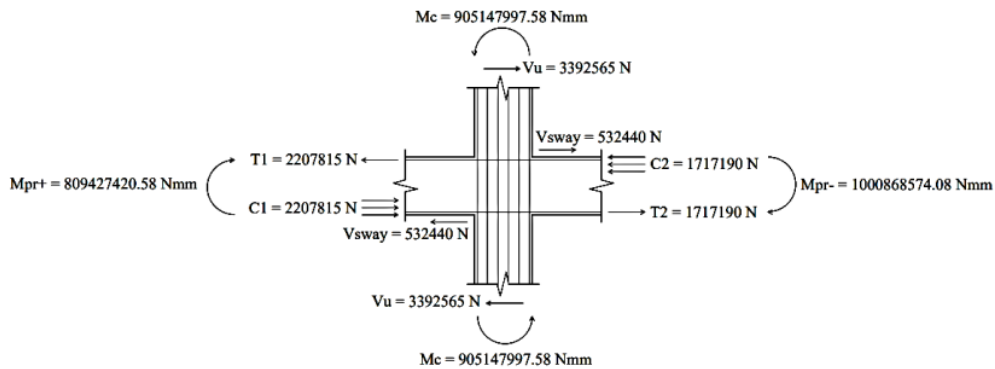
$$T_2 = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y = 1,25 \cdot 3434,38 \cdot 400 = 1717190 \text{ N}$$

- Gaya tekan yang bekerja pada bagian kanan join

$$C_2 = T_2 = 1717190 \text{ N}$$

Maka total gaya geser yang bekerja pada join dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_u = T_1 + C_2 - V_{sway} = 2207815 + 1717190 - 532440 = 3392565 \text{ N}$$



Gambar 6. 19 Hubungan Balok Kolom Terkekang Empat Balok

- **Kapasitas Kuat Geser Join**

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.8.4.1, kapasitas kekuatan geser nominal pada join (V_n) dengan join yang terkekang balok pada keempat sisinya dihitung dengan perumusan berikut:

$$V_n = 1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot A_j = 1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 640000 = 6881116,19 \text{ N}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$0,75 \cdot 6881116,19 \geq 3392565$$

$$5160837,14 \text{ N} \geq 3392565 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

6.6.2 Desain Hubungan Balok Kolom Terkekang Tiga atau Dua Balok

- **Cek Gaya Geser pada Join**

Gaya geser pada join dihitung menggunakan momen probabilitas (M_{pr}) tulangan atas dan tulangan atas balok dengan nilai $DF = 0,5$.

$$M_c = DF(M_{pr}^+)$$

$$= 0,5(809427420,58)$$

$$= 404713710,30 \text{ Nmm}$$

Dari nilai M_c tersebut, selanjutnya dapat ditentukan V_{sway} yang merupakan hasil dari penjumlahan M_c atas dan bawah dibagi dengan tinggi bersih kolom.

$$V_{sway} = \frac{M_c + M_c}{l_u} = \frac{404713710,30 + 404713710,30}{3400} = 238066,89 \text{ N}$$

Geser pada join juga dapat disebabkan oleh gaya tekan dan tarik pada tulangan longitudinal balok.

- Gaya tarik yang bekerja pada tulangan balok di bagian kiri join

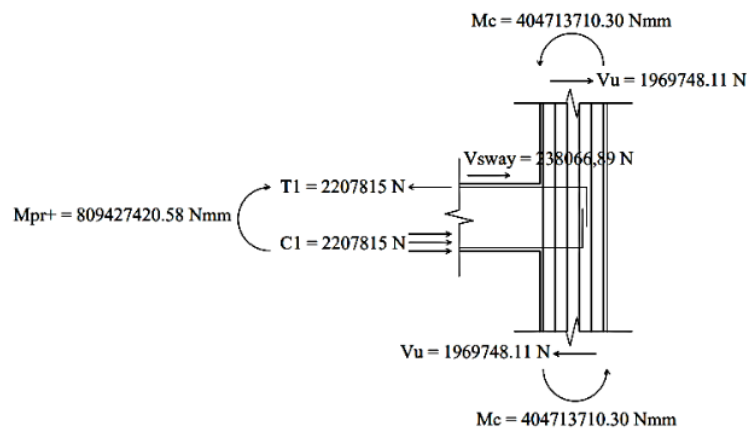
$$T_1 = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y = 1,25 \cdot 4415,63 \cdot 400 = 2207815 \text{ N}$$

- Gaya tekan yang bekerja pada bagian kiri join

$$C_1 = T_1 = 2207815 \text{ N}$$

Maka total gaya geser yang bekerja pada join dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_u = T_1 - V_{sway} = 2207815 - 238066,89 = 1969748,11 \text{ N}$$



Gambar 6. 20 Hubungan Balok Kolom Terkekang Tiga atau Dua Balok

- **Kapasitas Kuat Geser Join**

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.8.4.1, bahwasanya kapasitas kekuatan geser nominal pada join (V_n) dengan join yang terkekang balok pada ketiga atau kedua sisinya dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$V_n = 1,2 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot A_j = 1,2 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 640000 = 4857258,49 \text{ N}$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$0,75 \cdot 4857258,49 \geq 1969748,11$$

$$3642943,86 \text{ N} \geq 1969748,11 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

6.7 Perencanaan Dinding Struktur

Data perencanaan dinding struktur antara lain sebagai berikut:

Tebal dinding struktur	= 300 mm
Panjang dinding struktur	= 7000 mm
Tinggi dinding struktur	= 4000 mm
Mutu beton (f_c')	= 40 MPa
Mutu baja (f_y)	= 400 MPa
Selimut beton	= 50 mm
\emptyset Tulangan utama	= D25
\emptyset Tulangan sengkang	= D19

Gaya-gaya yang diambil dalam perencanaan dinding struktur yaitu gaya yang berada pada dinding struktur lantai satu karena dinding struktur yang berada pada lantai satu menerima beban dari pondasi sehingga momen yang terjadi pada dinding struktur lantai satu dapat dipastikan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan momen yang terjadi pada dinding struktur lantai dua dan seterusnya.

Dinding struktur harus direncanakan untuk mampu mendistribusikan gaya gempa yang terjadi ke seluruh sistem gedung, karena pada bangunan dengan sistem ganda antara dinding struktur dengan SRPMK harus sama-sama menjadi sistem yang dapat memikul beban gempa dengan ketentuan SRPMK menerima gaya $\geq 25\%$ dan dinding struktur menerima gaya $\leq 75\%$ dari gaya gempa keseluruhan.

Perencanaan dinding struktur harus dipilih berdasarkan gaya terbesar yang terjadi pada kelima dinding struktur. Pada Tabel 6.11 dapat dilihat mengenai resume dari gaya-gaya yang terjadi pada dinding struktur lantai 1 As 1 bentang H yang merupakan dinding struktur yang menerima gaya terbesar.

Tabel 6. 12 Resume Gaya pada Dinding Struktur

Aksial (kN)	2659,06
Geser (kN)	213,23
Momen (kNm)	887,78

6.7.1 Dimensi Dinding Struktur

Dinding struktur didesain dengan metode empiris, sehingga tebal minimum dinding struktur ditentukan sesuai dengan peraturan SNI 2847-2019 Pasal 11.3.1.1, dijelaskan

bahwasanya tebal minimum dinding geser tidak boleh kurang dari $1/25$ nilai terkecil dari panjang dan tinggi tidak tertumpu, yang mana lebih pendek atau kurang dari 100 mm. Sehingga perencanaan desain awal dinding geser adalah sebagai berikut:

Elevasi per-lantai = 400 cm

Bentang terlebar = 700 cm (Bentang terlebar yang tertumpu)

Tebal dinding geser = $700 \times \frac{1}{25} = 28$ cm (Tebal dinding minimum)

Dinding geser direncanakan dengan ketebalan 30 cm > 28 cm, maka tebal dinding struktur yang direncanakan telah memenuhi persyaratan di atas.

6.7.2 Kontrol Kekuatan Aksial Dinding Struktur

Mengingat bentuk dari dinding struktur yang digunakan berupa penampang persegi Panjang masif, maka konsep desain yang digunakan yaitu metode desain empiris berdasarkan peraturan SNI 2847-2019 Pasal 11.5.3.1, bahwasanya kekuatan aksial desain (P_n) dari dinding struktur harus lebih besar daripada kekuatan aksial yang terjadi, sehingga kekuatan desain aksial (P_n) diizinkan untuk dihitung menggunakan perumusan berikut:

$$P_n = 0,55 \cdot f_c' \cdot A_g \left[1 - \left(\frac{k\ell_c}{32h} \right)^2 \right]$$

Dimana:

$k = 0,8$ (untuk dinding yang ditahan di atas dan bawah terhadap translasi lateral dan dikekang terhadap rotasi pada satu atau kedua ujungnya)

$h = 4000$ mm (nilai dari bentang struktur yang ditinjau)

$$P_n = 0,55 \cdot 40 \cdot (40000 \cdot 300) \left[1 - \left(\frac{0,8 \cdot 40000}{32 \cdot 4000} \right)^2 \right]$$

$P_n = 247500000$ N = 247500 kN (Kekuatan aksial desain dinding struktur)

Nilai kekuatan aksial desain dari dinding struktur harus lebih besar dibanding kekuatan aksial yang terjadi pada dinding struktur yang ditinjau.

247500 kN > 2659,06 kN (OK)

Sehingga kekuatan desain aksial dinding struktur telah mencukupi untuk menahan gaya aksial yang terjadi.

6.7.3 Desain Elemen Pembatas Dinding Struktural Khusus

Dinding struktur yang digunakan pada perencanaan kali ini merupakan dinding struktur menerus dari dasar struktur hingga puncak gedung secara efektif, sehingga harus didesain untuk

mempunyai penampang kritis tunggal untuk lentur dan beban aksial sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.10.6.2 (a), bahwasanya daerah tekan harus ditulangi dengan elemen batas khusus apabila:

$$c \geq \frac{\ell_w}{600 (1,5\delta_u/h_w)}$$

Dimana c sesuai dengan nilai sumbu netral terbesar yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor dan kekuatan momen nominal yang konsisten dengan arah perpindahan desain (δ_u), dan rasio (δ_u/h_w) harus ditetapkan tidak kurang dari 0,005. δ_u merupakan nilai dari Δ_a yaitu nilai simpangan antar lantai tingkat ijin pada lantai tertinggi pada masing-masing arah X dan Y. Berdasarkan Tabel 6.4 diketahui bahwa nilai Δ_a arah X dan Y yaitu sebesar 0,08 m.

Maka, simpangan pada lantai tertinggi = 0,08 . 10 = 0,80 m = 800 mm

Nilai syarat elemen pembatas:

- Arah X

$$\frac{\delta_u}{h_w} = \frac{800}{40000} = 0,02 > 0,005 \text{ (Dipakai 0,02)}$$

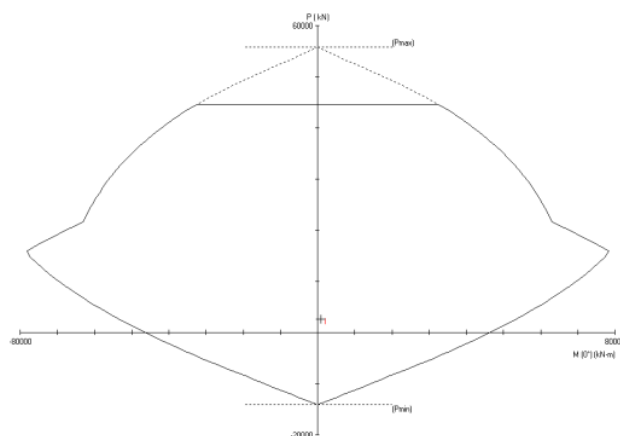
$$\frac{\ell_w}{600 (1,5\delta_u/h_w)} = \frac{7000}{600 (1,5 \cdot 0,02)} = 388,89 \text{ mm}$$

- Arah Y

$$\frac{\delta_u}{h_w} = \frac{800}{40000} = 0,02 > 0,005 \text{ (Dipakai 0,02)}$$

$$\frac{\ell_w}{600 (1,5\delta_u/h_w)} = \frac{7000}{600 (1,5 \cdot 0,02)} = 388,89 \text{ mm}$$

Guna mendapatkan nilai c (*neutral axist depth*), dilakukan perhitungan menggunakan program bantu komputer dan didapatkan output hasil perhitungan yang menunjukkan diagram interaksi yang terjadi seperti yang terlihat pada Gambar 6.20 dan Gambar 6.21 berikut.



Gambar 6. 21 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Desain Kekuatan Dinding Struktur

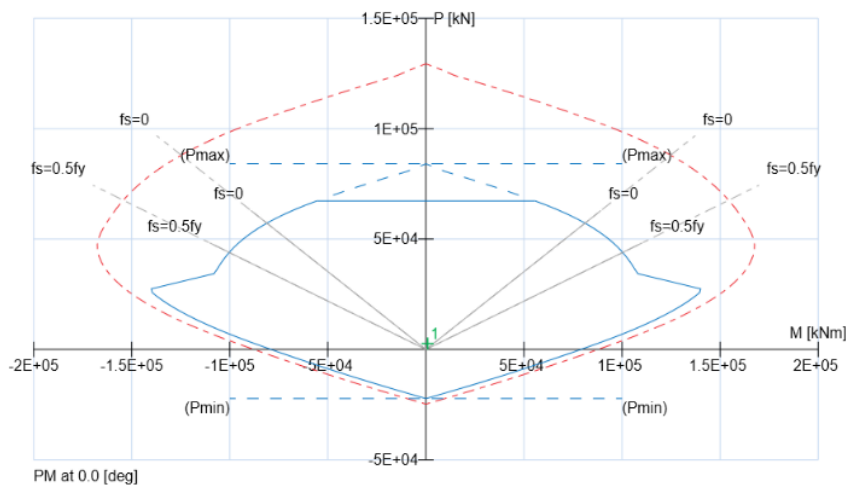
Berdasarkan hasil *output* perhitungan dengan menggunakan program bantu komputer, diperoleh presentase sebesar 1,87% atau 0,0187Ag. Hasil tersebut telah memenuhi persyaratan pada SNI 2847-2019 Pasal 10.6.1.1 yaitu luas tulangan memanjang harus sekurang-kurangnya 0,01Ag dan tidak boleh melebihi 0,08Ag. Sehingga hasil tulangan ini memenuhi untuk desain tulangan memanjang dinding struktur.

Mn' dari tiap-tiap beban aksial terfaktor diperoleh dengan bantuan diagram interaksi dari *output* hasil perhitungan dengan program bantu komputer untuk dinding struktur, namun untuk $\phi = 1$ dan $f_s = f_y$, telah dihasilkan $A_s = 39250 \text{ mm}^2$, sehingga diperoleh nilai c sebagai berikut:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{39250 \cdot 400}{0,85 \cdot 40 \cdot 300} = 1539,21 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{1539,21}{0,80} = 19420,02 > 388,89 \text{ mm}$$

Karena nilai c hasil perhitungan lebih besar dari perhitungan sesuai peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.10.6.2 (a), maka dinding struktur memerlukan elemen pembatas. Elemen pembatas bisa meningkatkan kekuatan desain dari dinding struktur, oleh sebab itu guna memperoleh diagram interaksi dari dinding struktur dan elemen pembatasnya, maka harus diinputkan dimensi dari elemen pembatas yang menyatu dengan dinding struktur ke program bantu struktur.



Gambar 6. 22 Diagram Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Desain Kekuatan Dinding Struktur dengan Elemen Pembatas

Berdasarkan hasil *output* perhitungan dengan menggunakan program bantu komputer, diperoleh presentase sebesar 1,97% atau 0,0197Ag. Hasil tersebut telah memenuhi persyaratan

pada SNI 2847-2019 Pasal 10.6.1.1 yaitu luas tulangan memanjang harus sekurang-kurangnya 0,01Ag dan tidak boleh melebihi 0,08Ag. Sehingga hasil tulangan ini memenuhi untuk desain tulangan memanjang dinding struktur.

Dengan adanya elemen pembatas, kekuatan desain dinding struktur dapat lebih ditingkatkan lagi, dapat dilihat dari diagram interaksi dan presentase tulangan terpasang. Karena elemen pembatas khusus disyaratkan dalam SNI 2947-2019 Pasal 18.10.6.2 (a), maka persyaratan-persyaratan berikut harus terpenuhi:

- Pasal 18.10.6.2 (b)
Tulangan transversal elemen pembatas khusus harus diperpanjang pada arah vertikal, di atas dan di bawah penampang kritis dengan jarak minimal nilai terbesar dari:
 - $l_w = 7000 \text{ mm}$
 - $\frac{887,78}{4 \cdot 213,23} = 1,04 \text{ m} = 1040 \text{ mm}$
- Pasal 18.10.6.4 (a)
Elemen pembatas harus diperpanjang pada arah horizontal dari serat tekan terluar sejauh minimal nilai terbesar dari:
 - $c - 0,1l_w = 19420,02 - (0,1 \times 7000) = 18720,02 \text{ mm}$
 - $c/2 = 19420,02/2 = 9710,01 \text{ mm}$
- Pasal 18.10.6.4 (b)
Lebar daerah tekan lentur (b) sepanjang jarak horizontal yang dihitung pada Pasal 18.10.6.4 (a), termasuk sayap apabila ada, harus diambil minimal ($h_w/16$). Syarat ini tidak perlu dipenuhi karena penampang dinding struktur tidak memiliki sayap.
- Pasal 18.10.6.4 (e)
Tulangan transversal elemen pembatas harus memenuhi persyaratan dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.7.5.2 (a) hingga (e) dan Pasal 18.7.5.3, kecuali apabila nilai h_x pada Pasal 18.7.5.2 kurang dari nilai terkecil antara 350 mm dan 2/3 ketebalan elemen pembatas, dan Batasan spasi tulangan transversal sesuai dengan Pasal 18.7.5.3 (a) harus diambil $1/3 \times$ dimensi terkecil elemen pembatas.
- Pasal 18.10.6.4 (g)
Meningingat dalam perencanaan gedung Hotel Delmare digunakan jenis pondasi tiang pancang dengan penutup tiang pondasi, maka tulangan transversal elemen pembatas khusus harus menerus paling sedikit 300 mm ke dalam sistem pondasi.

- Pasal 18.10.6.4 (h)

Tulangan horizontal pada badan dinding harus diperpanjang masuk sedalam 150 mm pada tepi dinding struktur.

6.7.4 Penulangan Dinding Struktur

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.12.9.1, bahwasanya V_n diafragma struktur tidak boleh melebihi persyaratan di bawah, apabila melebihi maka harus digunakan paling sedikit dua tirai tulangan pada suatu dinding.

$$V_n = A_{cv} (0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y)$$

$$V_n = (300 \cdot 6200 + 800 \cdot 800) (0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} + 0,0025 \cdot 400)$$

$$V_n = 3859824,39 \text{ N} = 3859,82 \text{ kN}$$

Nilai gaya geser (V_u) dapat dilihat pada Tabel 6.11, yaitu $V_u = 213,23 \text{ kN}$.

Karena $V_n = 3859,82 \text{ kN} > V_u = 213,23 \text{ kN}$, maka tirai tulangan yang digunakan maksimal dua tirai, perlu diperhatikan bahwa rasio tulangan arah vertikal dan horizontal tidak boleh kurang dari 0,0025 dan spasi $s \leq 450 \text{ mm}$.

Batas kuat geser dinding struktur ditentukan sesuai peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.12.9.2, dimana V_n diafragma struktur tidak boleh melebihi persyaratan berikut:

$$V_n = 0,66 \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$V_n = 0,66 \cdot (300 \cdot 6200 + 800 \cdot 800) \cdot \sqrt{40}$$

$$V_n = 10435516,30 \text{ N} = 10435,52 \text{ kN}$$

$$3859,82 \text{ kN} < 10435,52 \text{ kN} \quad (\text{OK})$$

- **Penulangan Horizontal Dinding Struktur**

Sebagaimana disebutkan dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.10.4.1, bahwasanya nilai V_n dinding struktural tidak boleh melebihi hasil dari persamaan berikut:

$$V_n = A_{cv} (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y)$$

Dimana:

$$\alpha_c = 0,25 \text{ (untuk } h_w/\ell_w \leq 1,5)$$

$$\alpha_c = 0,17 \text{ (untuk } h_w/\ell_w \geq 2,0)$$

$$\alpha_c = \text{bervariasi secara linier antara } 0,25 \text{ dan } 0,17 \text{ untuk } h_w/\ell_w \text{ antara } 1,5 \text{ dan } 2,0.$$

h_w = tinggi dinding keseluruhan

ℓ_w = panjang dinding keseluruhan

Spasi (s) tulangan melintang pada dinding yang dicor di tempat tidak boleh melebihi nilai terkecil dari ketiga persyaratan dalam SNI 2847-2019 Pasal 11.7.3.1 berikut:

- $3h = 3 \cdot 300 = 900 \text{ mm}$
- 450 mm (jarak maksimum sengkang dinding struktur)
- $\ell_w/5 = 7000/5 = 1400 \text{ mm}$

Jika digunakan sengkang 2D19 dengan jarak sengkang (s) = 50 mm, maka:

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 19^2 = 566,77 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan geser untuk satu lantai:

$$\rho_t = \frac{566,77}{4000 \cdot 50} = 0,0028 > 0,0025 \text{ (OK)}$$

Syarat nilai gaya geser nominal:

$$V_n = A_{cv} (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y)$$

$$V_n = (300 \cdot 6200 + 800 \cdot 800) (0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} + 0,0028 \cdot 400)$$

$$V_n = 5487936 \text{ N} = 5487,93 \text{ kN} < V_u = 10435,52 \text{ kN} \quad \text{(OK)}$$

Maka dipakai sengkang **2D19-50** untuk sengkang dinding struktural.

• Penulangan Vertikal Dinding Struktur

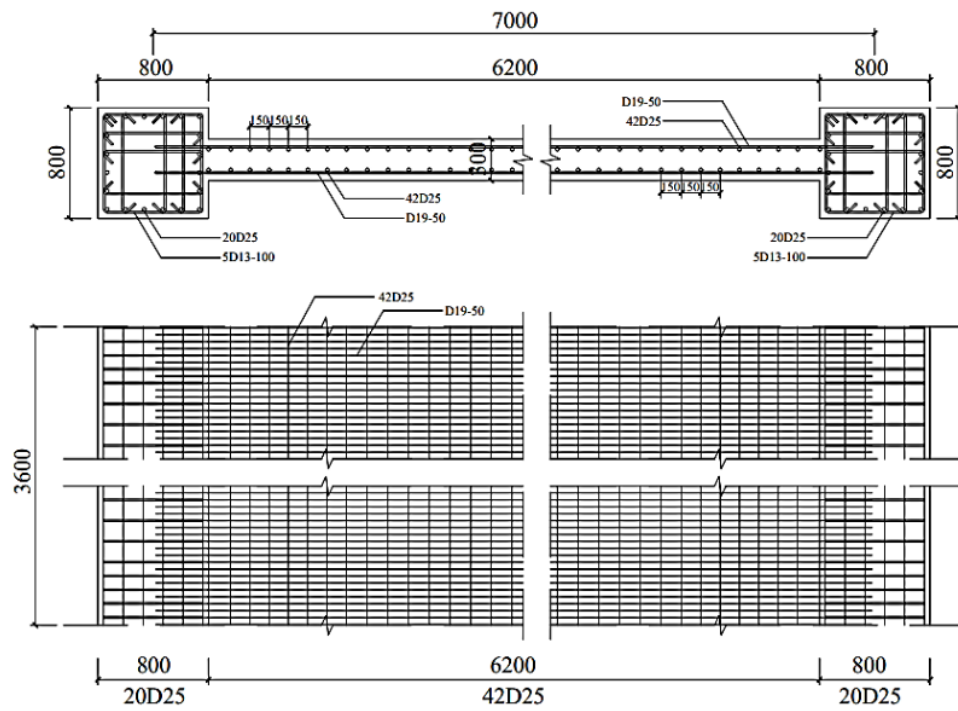
Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan program bantu struktural, penulangan vertikal dinding geser digunakan tulangan 4D25 dengan jarak 150 mm.

• Resume Jumlah Tulangan

Dinding Struktur

- Digunakan sengkang 2D19-50
- Jumlah sengkang untuk satu lantai = $\frac{4000}{50} + 1 = 81$ buah
- Digunakan tulangan longitudinal D25-150 sebanyak 2 tirai
- Jumlah tulangan longitudinal untuk satu tirai = $\frac{6200}{150} = 41,33 \approx 42$ buah
- Jumlah tulangan longitudinal untuk 2 tirai = $42 \cdot 2 = 84$ buah
- Sengkang pertama dipasang sejauh 50 mm dari muka tumpuan

- **Gambar Hasil Penulangan**

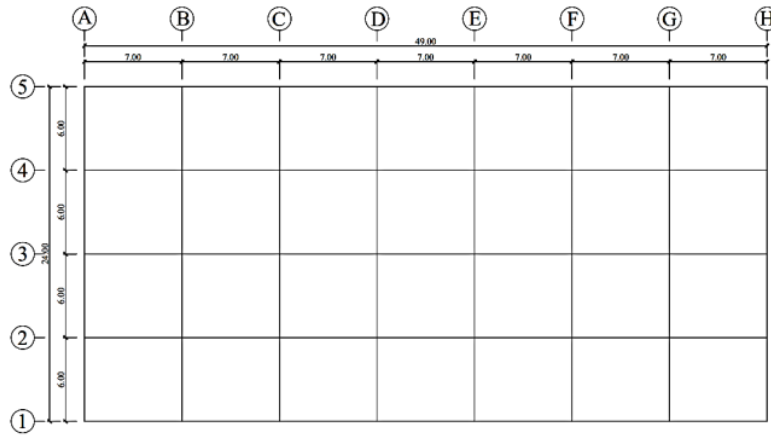


Gambar 6. 23 Penulangan Dinding Struktur dan Elemen Pembatas

BAB VII PERENCANAAN PONDASI

7.1 Beban Aksial Pondasi

Guna memperoleh reaksi perletakan, telah dilakukan pemodelan struktur pada Bab sebelumnya yang nantinya akan digunakan untuk pembebanan bagi pondasi. Titik-titik perletakan ditunjukkan pada Gambar 7.1 dan hasil reaksi perletakan dapat dilihat pada Tabel 7.1 sebagai berikut.



Gambar 7. 1 Titik-Titik Perletakan

Tabel 7. 1 Nilai Beban Aksial (P)

Titik	Beban (ton)	Titik	Beban (ton)
A1	1486,99	E1	417,11
A2	809,85	E2	625,55
A3	399,00	E3	638,00
A4	375,56	E4	605,52
A5	1069,1	E5	1049,07
B1	447,76	F1	421,66
B2	628,37	F2	625,61
B3	637,96	F3	640,11
B4	622,82	F4	618,11
B5	959,69	F5	404,00
C1	422,64	G1	444,82
C2	625,95	G2	630,94
C3	640,56	G3	640,8
C4	618,02	G4	613,99
C5	404,65	G5	938,23
D1	415,91	H1	1425,96
D2	625,55	H2	1384,55
D3	638,00	H3	399,03
D4	605,52	H4	359,75
D5	1058,85	H5	1024,89

7.2 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Pada subbab ini akan dibahas mengenai perencanaan pondasi tiang pancang mulai dari perhitungan daya dukung tiang pancang hingga kontrol tegangan maksimum pada tiang pancang kelompok. Pondasi yang akan digunakan pada perencanaan struktur gedung Hotel Delmare yaitu jenis pondasi tiang pancang. Pemilihan tipe pondasi tiang pancang dikarenakan jenis tanah Kota Mataram yang termasuk kedalam jenis tanah lunak, sehingga tipe pondasi tiang pancang lebih efisien untuk digunakan mengingat pemasangannya yang lebih mudah dan tidak bergantung pada cuaca.

Pemilihan bentuk tiang pancang yang akan digunakan dilakukan dengan membandingkan besaran dimensi dan luasan yang dihasilkan oleh dua jenis tiang yang berbeda. Pada tiang pancang segi empat dengan dimensi 50×50 cm memiliki luasan sebesar 2500 cm², lebih besar 46,4% jika dibandingkan dengan tiang pancang dengan penampang lingkaran yang berdiameter 50 cm yang hanya memiliki luasan sebesar 1159,25 cm². Selain itu, pada tiang pancang segi empat dengan dimensi 50×50 cm, hasil tegangan yang diijinkan mencapai 335,12 ton atau 1,8 kali lebih besar dibanding tagangan yang diijinkan oleh tiang pancang penampang lingkaran dengan diameter 50 cm yang hanya sebesar 185,30 ton. Selanjutnya, besarnya nilai pengurangan tegangan yang dimiliki oleh tiang pancang segi empat dengan dimensi 50×50 cm memiliki nilai yang lebih besar pula, yakni sebesar 77,30 ton, sedangkan tiang pancang dengan penampang lingkaran yang berdiameter 50 cm nilai pengurangan tegangannya hanya sebesar 54,56 ton.

Dengan demikian, tiang pancang dengan penampang segi empat yang berdimensi 50×50 cm lebih dipilih karena dengan dimensi yang ekuivalen dengan tiang pancang penampang lingkaran akan menghasilkan luasan yang lebih besar dengan tingkat tegangan yang diijinkan dan pengurangan tegangan yang lebih besar sehingga tiang pancang dapat memberikan daya dukung yang lebih besar dengan jumlah tiang dipakai yang lebih efisien.

7.2.1 Spesifikasi Tiang Pancang

Tiang pancang direncanakan menggunakan produk dari PT. Wika Beton dengan jenis *prestressed concrete square piles* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Ukuran (mm)	= 500 × 500
Cross section (cm ²)	= 2500
Berat (kg/m)	= 625
Kelas	= A

Momen retak (tm)	= 15,16
Momen lentur ultimat (tm)	= 18,68
Kuat Beban (ton)	= 335,12

Direncanakan panjang tiang pancang yang digunakan adalah 19 m dengan besar daya dukung tanah pada kedalaman tersebut, selanjutnya dilakukan kontrol dimana harus lebih kecil dari P_{beban} beton *precast*.

7.2.2 Daya Dukung Satu Tiang

Daya dukung pada satu tiang pancang ditinjau berdasarkan kekuatan pada tempat tiang pancang ditanam dan kekuatan tiang pancang itu sendiri. Nilai kekuatan daya dukung tanah harus dihitung dengan memperhatikan efisiensi pada kelompok tiang dan memberikan angka keamanan. Perhitungan nilai daya dukung tiang berdasarkan data CPT sebagai berikut:

- Berdasarkan Data Sondir (CPT)

Nilai daya dukung tiang dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$P_{\text{tiang}} = \frac{\Sigma Cn \cdot A_{\text{tiang}}}{n1} + \frac{K \cdot JHP}{n2}$$

Dimana:

P_{tiang} = daya dukung satu tiang (kg)

Cn = tekanan konus rerata akibat keruntuhan (kg/cm²)

A = luas penampang tiang pancang (cm²)

JHP = jumlah hambatan pelekat (kg/cm)

K = keliling tiang pancang (cm)

$n1$ = 3 (angka keamanan)

$n2$ = 5 (angka keamanan)

- Akibat tahanan ujung

$$\Sigma Cn = 8D + 4D$$

Dimana:

$8D = 8 \cdot 0,5 = 4 \text{ m} = 400 \text{ cm}$ ke atas dari ujung bawah tiang

$4D = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$ ke bawah dari ujung bawah tiang

Berdasarkan data tanah sondir, maka dapat dihitung nilai konus rerata:

$$Cn1 = \frac{1250}{21} = 59,52 \text{ kg/cm}^2$$

$$Cn2 = \frac{2700}{11} = 245,45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Sigma Cn = \frac{59,52 + 245,45}{2} = 152,49 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{\text{tiang}} = \frac{\Sigma Cn \cdot A_{\text{tiang}}}{n1} = \frac{152,49 \cdot 2500}{3} = 127075 \text{ kg} = 127,08 \text{ ton}$$

- Akibat hambatan lekat

$$P_{\text{tiang}} = \frac{K \cdot JHP}{n2} = \frac{(50 \cdot 4) \cdot 2000}{5} = 80000 \text{ kg} = 80 \text{ ton}$$

- Daya dukung satu tiang

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah CPT (*Cone Penetration Test*) didapat nilai JHP (Jumlah Hambatan Pelekat) dan Cn (konus). Perhitungan daya dukung tiang dilakukan berdasarkan nilai JHP dan Cn yang diambil pada kedalaman 19 m dengan data sebagai berikut:

$$JHP = 2000 \text{ kg/cm}$$

$$Cn = 74,41 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{\text{tiang}} = \frac{\Sigma Cn \cdot A_{\text{tiang}}}{n1} + \frac{K \cdot JHP}{n2}$$

$$P_{\text{tiang}} = 127,08 + 80 = 207,08 \text{ ton}$$

$$P_{\text{ijin tiang bersih}} = P_{\text{tiang}} - \text{berat tiang}$$

$$P_{\text{ijin tiang bersih}} = 207,08 - ((625 \cdot 19)/1000)$$

$$P_{\text{ijin tiang bersih}} = 195,21 \text{ ton}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai daya dukung satu tiang berdasarkan data CPT dengan hasil $P_{\text{ijin tiang bersih}} = 195,21 \text{ ton}$.

7.2.3 Rencana Kebutuhan Tiang

Guna memperoleh jumlah tiang pancang yang diperlukan pada satu kolom, dilakukan dengan cara membagi beban aksial dan daya dukung ijin pada satu tiang. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7.2 sebagai berikut.

Tabel 7. 2 Rencana Jumlah Tiang

Titik	Beban (P)	P 1 Tiang	Jumlah Tiang	
	(ton)	(ton)	Perhitungan	Rencana
	(1)	(2)	(1)/0,5(2)	
DS1	2296,84	195,21	23,53	24
A3	399,00	195,21	4,09	6
A4	375,56	195,21	3,85	6
DS2	2028,79	195,21	20,79	24

Tabel 7. 2 Rencana Jumlah Tiang
(lanjutan)

Titik	Beban (P)	P 1 Tiang	Jumlah Tiang	
	(ton)	(ton)	Perhitungan	Rencana
	(1)	(2)	(1)/0,5(2)	
B1	447,76	195,21	4,59	6
B2	628,37	195,21	6,44	6
B3	637,96	195,21	6,54	6
B4	622,82	195,21	6,38	6
C1	411,64	195,21	4,33	6
C2	625,95	195,21	6,41	6
C3	640,56	195,21	6,56	6
C4	618,02	195,21	6,33	6
C5	404,65	195,21	4,15	6
D1	415,91	195,21	4,26	6
D2	625,55	195,21	6,41	6
D3	638,00	195,21	6,54	6
D4	605,52	195,21	6,20	6
DS3	2107,92	195,21	21,60	24
E1	417,11	195,21	4,27	6
E2	625,55	195,21	6,41	6
E3	638,00	195,21	6,54	6
E4	605,52	195,21	6,20	6
F1	421,66	195,21	4,32	6
F2	625,61	195,21	6,41	6
F3	640,11	195,21	6,56	6
F4	618,11	195,21	6,33	6
F5	404,00	195,21	4,14	6
G1	444,82	195,21	4,56	6
G2	630,94	195,21	6,46	6
G3	640,80	195,21	6,57	6
G4	613,99	195,21	6,28	6
DS4	1963,12	195,21	20,11	24
DS5	2810,51	195,21	28,79	24
H3	399,03	195,21	4,09	6
H4	359,75	195,21	3,69	6

Diperoleh beberapa tipe susunan tiang pancang berdasarkan berat tiap kolom yang dipikul. Jarak tiang pancang direncanakan sesuai dengan persyaratan ijin. Tebal *pile cap* pada tiang pancang grup direncanakan setebal 0,8 m.

• **Jarak Antar Tiang**

$$2,5D \leq S \leq 3D$$

$$2,5 \cdot 50 \leq S \leq 3 \cdot 50$$

$$125 \leq S \leq 150$$

Diambil jarak antar tiang (S) = 140 cm

- **Jarak Tepi Tiang**

$$1,5D \leq S \leq 2D$$

$$1,5 \cdot 50 \leq S \leq 2 \cdot 50$$

$$75 \leq S \leq 100$$

Diambil jarak antar tiang (S) = 75 cm

31

7.2.4 Daya Dukung Tiang Kelompok

Kekuatan tiang pancang yang bekerja dalam kelompok akan terkoreksi sehingga nilainya tidak akan sebesar tiang pancang yang bekerja secara sendiri. Efisiensi tiang pancang dihitung berdasarkan perumusan berikut:

$$\text{Efisiensi (Eg)} = 1 - \text{arc. tg} \left(\frac{D}{S} \right) \frac{m(n-1) + n(m-1)}{90 \cdot m \cdot n}$$

Contoh perhitungan nilai efisiensi tiang kelompok pada titik D1:

$$\text{Jumlah baris (m)} = 2$$

$$\text{Jumlah kolom (n)} = 3$$

$$\text{Efisiensi (Eg)} = 1 - \text{arc. tg} \left(\frac{50}{140} \right) \frac{2(3-1) + 3(2-1)}{90 \cdot 2 \cdot 3} = 0,75$$

Sehingga besarnya nilai daya dukung tiang kelompok dapat dihitung:

$$P_{\text{ijin grup}} = P_{\text{ijin tiang bersih}} \cdot \text{Eg} = 195,21 \cdot 0,75 = 145,49 \text{ ton}$$

$$\sum P_{\text{ijin grup}} = 6 \cdot 145,49 = 872,91 \text{ ton}$$

Selanjutnya dilakukan kontrol nilai $\sum P_{\text{ijin grup}}$ terhadap beban yang bekerja di atas pondasi tiang. Apabila nilai $\sum P_{\text{ijin grup}} >$ beban, maka pondasi mampu menerima beban yang diberikan.

Perhitungan kontrol dapat dilihat pada Tabel 7.3.

Tabel 7.3 Kontrol Efisiensi untuk Daya Dukung Tanah

Titik	Konfigurasi Tiang		Jarak Tiang (m)	Efisiensi	Beban (P) (ton)	$\sum P_{\text{ijin Grup}}$ (ton)	Kontrol
	m	n					
DS1	3	8	1,40	0,66	2296,84	3108,07	OK
A3	2	3	1,40	0,75	399,00	872,91	OK
A4	2	3	1,40	0,75	375,56	872,91	OK
DS2	3	8	1,40	0,66	2028,79	3108,07	OK
B1	2	3	1,40	0,75	447,76	872,91	OK
B2	2	3	1,40	0,75	628,37	872,91	OK
B3	2	3	1,40	0,75	637,96	872,91	OK

Tabel 7.3 Kontrol Efisiensi untuk Daya Dukung Tanah
(lanjutan)

Titik	Konfigurasi Tiang		Jarak Tiang	Efisiensi	Beban (P)	ΣP_{ijin} Grup	Kontrol
	m	n	(m)		(ton)	(2)	(2) \geq (1)
B4	2	3	1,40	0,75	622,82	872,91	OK
C1	2	3	1,40	0,75	411,64	872,91	OK
C2	2	3	1,40	0,75	625,95	872,91	OK
C3	2	3	1,40	0,75	640,56	872,91	OK
C4	2	3	1,40	0,75	618,02	872,91	OK
C5	2	3	1,40	0,75	404,65	872,91	OK
D1	2	3	1,40	0,75	415,91	872,91	OK
D2	2	3	1,40	0,75	625,55	872,91	OK
D3	2	3	1,40	0,75	638,00	872,91	OK
D4	2	3	1,40	0,75	605,52	872,91	OK
DS3	3	8	1,40	0,66	2107,92	3108,07	OK
E1	2	3	1,40	0,75	417,11	872,91	OK
E2	2	3	1,40	0,75	625,55	872,91	OK
E3	2	3	1,40	0,75	638,00	872,91	OK
E4	2	3	1,40	0,75	605,52	872,91	OK
F1	2	3	1,40	0,75	421,66	872,91	OK
F2	2	3	1,40	0,75	625,61	872,91	OK
F3	2	3	1,40	0,75	640,11	872,91	OK
F4	2	3	1,40	0,75	618,11	872,91	OK
F5	2	3	1,40	0,75	404,00	872,91	OK
G1	2	3	1,40	0,75	444,82	872,91	OK
G2	2	3	1,40	0,75	630,94	872,91	OK
G3	2	3	1,40	0,75	640,80	872,91	OK
G4	2	3	1,40	0,75	613,99	872,91	OK
DS4	3	8	1,40	0,66	1963,12	3108,07	OK
DS5	3	8	1,40	0,66	2810,51	3108,07	OK
H3	2	3	1,40	0,75	399,03	872,91	OK
H4	2	3	1,40	0,75	359,75	872,91	OK

7.2.5 Kontrol Beban Maksimum Satu Tiang Pancang

Berdasarkan perhitungan jumlah tiang pancang yang telah dilakukan sebelumnya, hanya dihitung berdasarkan beban aksial yang bekerja pada tiang. Selanjutnya, perlu dilakukan perhitungan kontrol momen yang bekerja pada tiang tersebut. Dimensi pondasi tiang pancang yang digunakan yaitu 50 x 50 cm dengan $P_{ijin} = 195,21$ ton. Nilai P_{max} harus lebih kecil daripada nilai P_{ijin} .

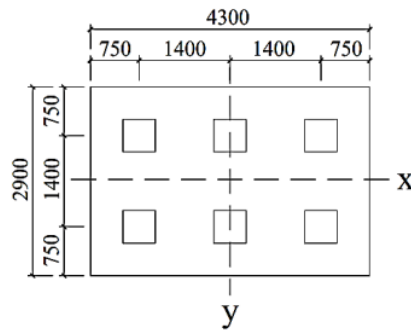
Contoh perhitungan pada titik perencanaan D1:

$$P = 415,91 \text{ ton}$$

$$M_x = 93,03 \text{ tm}$$

$$M_y = 74,37 \text{ tm}$$

Dengan menggunakan konfigurasi 3 × 2, perletakan pancang dapat dilihat pada Gambar 7.2 dengan dimensi tiang pancang yang digunakan yaitu 50 × 50 cm dan jarak antar pancang yaitu 1,40 m.



Gambar 7.2 Konfigurasi Pondasi 6 Tiang

$$X = 1,40 \text{ m}$$

$$Y = 0,70 \text{ m}$$

$$\Sigma X^2 = 2 \cdot 2 \cdot 1,40^2 = 7,84 \text{ m}^2$$

$$\Sigma Y^2 = 2 \cdot 3 \cdot 0,70^2 = 2,94 \text{ m}^2$$

Pada satu kelompok tiang pancang, beban yang bekerja berdasarkan jarak pancang ke sumbu netral dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$P_{\max} = \frac{P}{n} + \frac{M_x Y}{\Sigma Y^2} + \frac{M_y X}{\Sigma X^2}$$

$$P_{\max} = \frac{415,91}{6} + \frac{93,03 \cdot 0,70}{2,94} + \frac{74,37 \cdot 1,40}{7,84}$$

$$P_{\max} = 104,75 \text{ ton} \leq P_{\text{ijin}} = 195,21 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

Hasil kontrol jumlah tiang pancang dengan mencari besarnya beban maksimum yang bekerja pada satu tiang dengan mengambil beberapa contoh titik pada tiap tipe dapat dilihat pada Tabel 7.4.

Tabel 7.4 Kontrol Satu Tiang Pancang pada Satu Kelompok Tiang

Titik	Jumlah Tiang	Beban (P) (ton)	M _x (tm)	M _y (tm)	P _{max} (ton)	ΣP _{ijin} (ton)	Kontrol (1) < (2)
					(1)	(2)	
D1	6	415,91	93,03	74,37	104,75	195,21	OK
DS1	24	2296,84	847,64	189,52	193,95	195,21	OK

7.3 Perencanaan *Pile Cap*

7.3.1 Perencanaan *Pile Cap* Tipe 1

Adapun data perencanaan yang digunakan untuk perhitungan penulangan *pile cap* tipe 1 adalah sebagai berikut:

$$\text{Dimensi } \textit{pile cap} = 2900 \times 4300 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal } \textit{pile cap} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Dimensi kolom} = 800/800 \text{ mm}$$

$$\text{Dim. tiang pancang} = 500/500 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu beton } (f_c') = 40 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu baja } (f_y) = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{D tulangan utama} = 29 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 75 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif } (d_x) = 800 - 75 - \frac{1}{2} \cdot 29 = 710,50 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif } (d_y) = 800 - 75 - 29 - \frac{1}{2} \cdot 29 = 681,50 \text{ mm}$$

• Kontrol Tebal *Pile Cap*

Contoh perhitungan dipilih titik perencanaan D1:

$$f_c' = 40 \text{ MPa} = 481,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 415,91 \text{ ton} = 415910 \text{ kg}$$

$$\sigma_{\text{pons}} = 0,65 \cdot \sqrt{\sigma_{bk}} = 0,65 \cdot \sqrt{481,93} = 14,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{pons}} \geq \frac{1,5P}{4,3 \cdot ((b+h)h)}$$

$$14,27 \geq \frac{1,5 \cdot 415910}{4,3 \cdot ((80+h)h)}$$

Dicoba $h = 80 \text{ cm}$

$$14,27 \geq \frac{1,5 \cdot 415910}{4,3 \cdot ((80+80)80)}$$

$$14,27 \geq 11,33 \quad (\text{OK})$$

Maka digunakan ketebalan *pile cap* 80 cm.

• Kontrol Geser Pondasi

Pada perencanaan tebal *pile cap* harus memenuhi ketentuan bahwa kekuatan geser nominal harus lebih besar dari geser ponds yang terjadi. Penampang kritis terdapat pada daerah bawah kolom dengan keliling penampang kritis dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$b_0 = 4,3(b_k + d_x) = 4,3(800 + 710,50) = 6495,15 \text{ mm}$$

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2947-2019 Pasal 22.6.5.2, untuk komponen dua arah nonprategang, V_c diambil nilai terkecil dari persamaan berikut:

$$\bullet V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d$$

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 6495,15 \cdot 710,50$$

$$V_c = 14885157,67 \text{ N}$$

$$\bullet V_c = 0,083 \left(\frac{a_s \cdot d}{b_0} + 2\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d$$

$$V_c = 0,083 \left(\frac{40 \cdot 710,50}{6495,15} + 2\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 6495,15 \cdot 710,50$$

$$V_c = 15444738,06 \text{ N}$$

$$\bullet V_c = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d$$

$$V_c = 0,33 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 6495,15 \cdot 710,50$$

$$V_c = 9631572,61 \text{ N}$$

Diambil V_c terkecil yaitu $V_c = 9631572,61 \text{ N} = 963,16 \text{ ton}$

Beban yang digunakan dalam perhitungan adalah beban kolom yang terjadi pada titik D1 = 415,91 ton.

Σ Pu tiang

$$\text{Berat sendiri tiang pancang} = 6,25 \text{ ton}$$

$$\text{Berat P pada kolom} = 415,91 \text{ ton}$$

$$\text{Beban pile cap} = 23,94 \text{ ton}$$

$$\Sigma \text{Pu tiang} = 446,10 \text{ ton} +$$

$\emptyset V_c \geq \Sigma \text{Pu tiang}$

$$0,75 \cdot 963,16 \geq 446,10$$

$$722,37 \text{ ton} \geq 446,10 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

7.3.2 Penulangan Pile Cap Tipe 1

• Syarat Batas

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f_c' - 30}{7}\right)(0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7}\right)(0,05) = 0,78$$

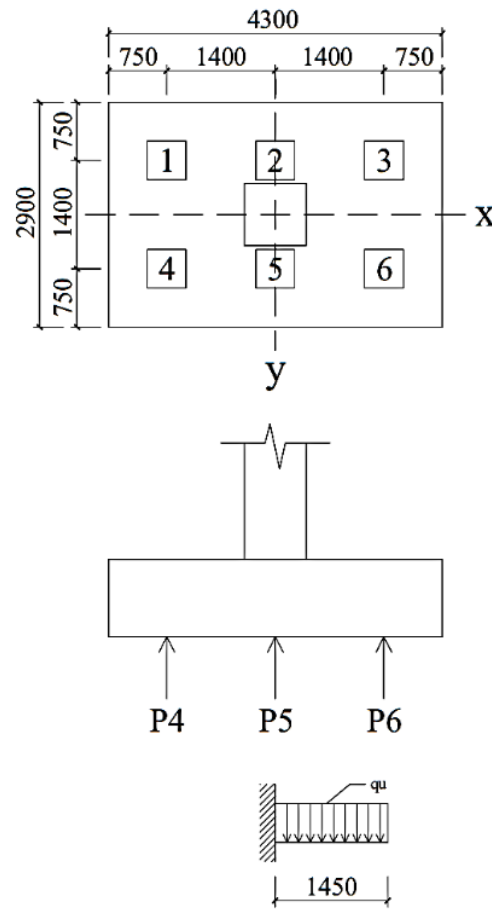
$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

• **Penulangan *Pile Cap* Tipe 1 Arah X**



Gambar 7.3 Statika *Pile Cap* Tipe 1

$$q_u = h \cdot t \cdot \gamma_{\text{beton}} = 4,3 \cdot 0,8 \cdot 2,4 = 8,26 \text{ ton/m}$$

$$P_{\max} = 103,64 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} M_u &= (3 \cdot P_{\max} \cdot 0,70) + (\frac{1}{2} \cdot q_u \cdot 1,45) \\ &= (3 \cdot 103,64 \cdot 0,70) + (\frac{1}{2} \cdot 8,26 \cdot 1,45^2) \\ &= 226,32 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{Mu}{\phi} = \frac{226,32}{0,8} = 282,89 \text{ tm} = 282,89 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot dx^2} = \frac{282,89 \times 10^7}{4300 \cdot 710,50^2} = 1,30 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 1,30}{400}} \right) = 0,0033$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0033 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}} = 0,0035)$$

Tulangan perlu arah X

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_x = 0,0035 \cdot 4300 \cdot 710,50 = 9620,88 \text{ mm}^2$$

Tulangan pakai arah X

$$A_s \text{ pakai} = \frac{b}{s} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{4300}{250} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 29^2 = 11355,18 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} \leq A_s \text{ pakai} = 9620,88 \text{ mm}^2 \leq 11355,18 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

• **Penulangan Pile Cap Tipe 1 Arah Y**

$$q_u = h \cdot t \cdot \gamma_{\text{beton}} = 2,9 \cdot 0,8 \cdot 2,4 = 5,57 \text{ ton/m}$$

$$P_{\text{max}} = 103,64 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} M_u &= (2 \cdot P_{\text{max}} \cdot 1,40) + (\frac{1}{2} \cdot q_u \cdot 2,15^2) \\ &= (2 \cdot 103,64 \cdot 1,40) + (\frac{1}{2} \cdot 5,57 \cdot 2,15^2) \\ &= 303,06 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{Mu}{\phi} = \frac{303,06}{0,8} = 378,81 \text{ tm} = 378,81 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot dx^2} = \frac{378,81 \times 10^7}{2900 \cdot 710,50^2} = 2,59 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 2,59}{400}} \right) = 0,0067$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0067 < \rho_{\text{max}} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0067)$$

Tulangan perlu arah Y

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x = 0,0067 \cdot 2900 \cdot 710,50 = 13879,03 \text{ mm}^2$$

Tulangan pakai arah Y

$$A_s \text{ pakai} = \frac{b}{s} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{2900}{130} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 29^2 = 14727,20 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} \leq A_s \text{ pakai} = 13879,03 \text{ mm}^2 \leq 14727,20 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

7.3.3 Perencanaan *Pile Cap* Tipe 2

Adapun data perencanaan yang digunakan untuk perhitungan penulangan *pile cap* tipe 2 adalah sebagai berikut:

$$\text{Dimensi } \textit{pile cap} = 4300 \times 11300 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal } \textit{pile cap} = 1500 \text{ mm}$$

$$\text{Dimensi kolom} = 800/800 \text{ mm}$$

$$\text{Dim. tiang pancang} = 500/500 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu beton } (f_c') = 40 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu baja } (f_y) = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{D tulangan utama} = 29 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 75 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif } (d_x) = 1500 - 75 - \frac{1}{2} \cdot 29 = 1410,50 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif } (d_y) = 1500 - 75 - 29 - \frac{1}{2} \cdot 29 = 1381,50 \text{ mm}$$

• Kontrol Tebal *Pile Cap*

Contoh perhitungan dipilih titik perencanaan DS1:

$$f_c' = 40 \text{ MPa} = 481,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 2296,84 \text{ ton} = 2296840 \text{ kg}$$

$$\sigma_{\text{pons}} = 0,65 \cdot \sqrt{\sigma_{bk}} = 0,65 \cdot \sqrt{481,93} = 14,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{pons}} \geq \frac{1,5P}{11,3 \cdot ((b+h)h)}$$

$$14,27 \geq \frac{1,5 \cdot 2296840}{11,3 \cdot ((80+h)h)}$$

Dicoba $h = 150 \text{ cm}$

$$14,27 \geq \frac{1,5 \cdot 2296840}{11,3 \cdot ((80+150)150)}$$

$$14,27 \geq 8,84 \quad (\text{OK})$$

Maka digunakan ketebalan *pile cap* 150 cm.

• Kontrol Geser Pondasi

Pada perencanaan tebal *pile cap* harus memenuhi ketentuan bahwa kekuatan geser nominal harus lebih besar dari geser ponds yang terjadi. Penampang kritis terdapat pada daerah bawah kolom dengan keliling penampang kritis dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$b_0 = 11,3(b_k + d_x) = 11,3(800 + 1410,50) = 24978,65 \text{ mm}$$

Sebagaimana tercantum dalam SNI 2947-2019 Pasal 22.6.5.2, untuk komponen dua arah nonprategang, V_c diambil nilai terkecil dari persamaan berikut:

- $V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_0 \cdot d$

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 24978,65 \cdot 1410,50$$

$$V_c = 113642878,34 \text{ N}$$

- $V_c = 0,083 \left(\frac{a_s \cdot d}{b_0} + 2\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_0 \cdot d$

$$V_c = 0,083 \left(\frac{40 \cdot 1410,50}{24978,65} + 2\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 24978,65 \cdot 1410,50$$

$$V_c = 78764431,31 \text{ N}$$

- $V_c = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_0 \cdot d$

$$V_c = 0,33 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot 24978,65 \cdot 1410,50$$

$$V_c = 73533627,16 \text{ N}$$

Diambil V_c terkecil yaitu $V_c = 73533627,16 \text{ N} = 7353,36 \text{ ton}$

Beban yang digunakan dalam perhitungan adalah beban yang terjadi pada DS4 = 1963,13 t

Σ Pu tiang

Berat sendiri tiang pancang = 6,25 ton

Berat P pada kolom = 2296,84 ton

Beban *pile cap* = 132,59 ton

$$\Sigma \text{Pu tiang} = 2435,68 \text{ ton} +$$

$\emptyset V_c \geq \Sigma \text{Pu tiang}$

$$0,75 \cdot 7353,36 \geq 2435,68$$

$$5515,02 \text{ ton} \geq 2435,68 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

7.3.4 Penulangan *Pile Cap* Tipe 2

• Syarat Batas

$$\beta = 0,85 - \left(\frac{f'c' - 30}{7}\right)(0,05) = 0,85 - \left(\frac{40 - 30}{7}\right)(0,05) = 0,78$$

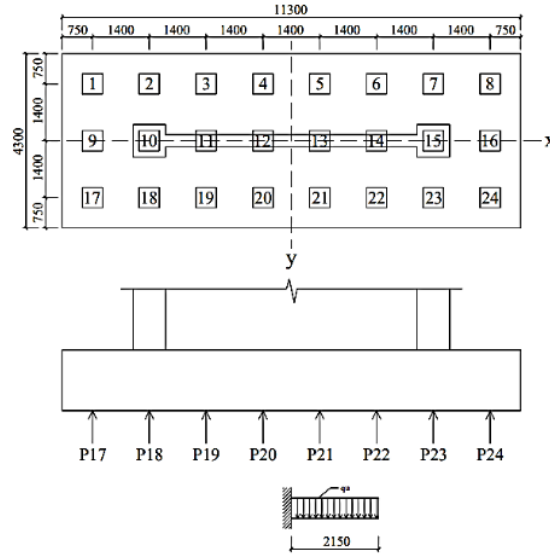
$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c' \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \cdot 40 \cdot 0,78}{400} \left(\frac{600}{600 + 400}\right) = 0,039$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,039 = 0,029$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}} = \frac{400}{0,85 \cdot 40} = 11,76$$

• Penulangan *Pile Cap* Tipe 2 Arah X



Gambar 7.4 Statika *Pile Cap* Tipe 2

$$q_u = h \cdot t \cdot \gamma_{\text{beton}} = 11,3 \cdot 1,5 \cdot 2,4 = 40,68 \text{ ton/m}$$

$$P_{\text{max}} = 193,95 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} M_u &= (8 \cdot P_{\text{max}} \cdot 0,70) + \left(\frac{1}{2} \cdot q_u \cdot 5,65^2\right) \\ &= (8 \cdot 193,95 \cdot 0,70) + \left(\frac{1}{2} \cdot 40,68 \cdot 5,65^2\right) \\ &= 1735,42 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1735,42}{0,8} = 2169,27 \text{ tm} = 2169,27 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot d_x^2} = \frac{2169,27 \times 10^7}{11300 \cdot 1410,50^2} = 0,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 0,96}{400}} \right) = 0,0024$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0024 < \rho_{\text{min}} = 0,0035 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}} = 0,0035)$$

Tulangan perlu arah X

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_x = 0,0035 \cdot 11300 \cdot 1410,50 = 55785,28 \text{ mm}^2$$

Tulangan pakai arah X

$$A_{S \text{ pakai}} = \frac{b}{s} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{11300}{130} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 29^2 = 57385,31 \text{ mm}^2$$

$$A_{S \text{ perlu}} \leq A_{S \text{ pakai}} = 55785,28 \text{ mm}^2 \leq 57385,31 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

• **Penulangan *Pile Cap* Tipe 2 Arah Y**

$$q_u = h \cdot t \cdot \gamma_{\text{beton}} = 4,3 \cdot 1,5 \cdot 2,4 = 15,48 \text{ ton/m}$$

$$P_{\text{max}} = 193,95 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} M_u &= (3 \cdot P_{\text{max}} \cdot 1,40) + (\frac{1}{2} \cdot q_u \cdot 5,65^2) \\ &= (3 \cdot 193,95 \cdot 1,40) + (\frac{1}{2} \cdot 15,48 \cdot 5,65^2) \\ &= 1061,67 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ diminta} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1061,67}{0,8} = 1327,08 \text{ tm} = 1327,08 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n \text{ diminta}}{b \cdot dx^2} = \frac{1327,08 \times 10^7}{4300 \cdot 1410,50^2} = 1,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,76} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,76 \cdot 1,55}{400}} \right) = 0,0040$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho_{\text{perlu}} = 0,0040 < \rho_{\text{max}} = 0,029 \text{ (dipakai } \rho_{\text{min}} = 0,0040)$$

Tulangan perlu arah Y

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot dx = 0,0040 \cdot 4300 \cdot 1410,50 = 24083,91 \text{ mm}^2$$

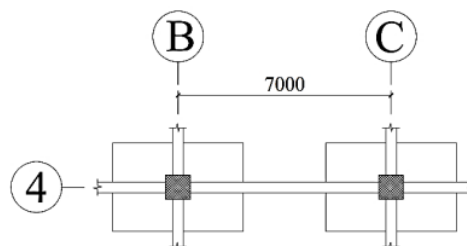
Tulangan pakai arah Y

$$A_{S \text{ pakai}} = \frac{b}{s} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{4300}{100} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 29^2 = 28387,96 \text{ mm}^2$$

$$A_{S \text{ perlu}} \leq A_{S \text{ pakai}} = 28387,96 \text{ mm}^2 \leq 24083,91 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

7.4 Perencanaan Sloof

Adapun data perencanaan yang digunakan untuk perhitungan perencanaan sloof dengan denah seperti pada Gambar 7.5 adalah sebagai berikut:



Gambar 7.5 Denah Sloof

Mutu beton (f_c')	= 40 MPa
Mutu baja (f_y)	= 400 MPa
Lebar	= 350 mm
Tinggi	= 500 mm
Panjang	= 7000 mm
Panjang bersih	= 6200 mm
Tulangan lentur	= D25
Tulangan geser	= D13
Tebal selimut	= 40 mm
Tinggi efektif (d)	= $h - t_s - D_{geser} - \frac{1}{2} D_{lentur} = 500 - 40 - 13 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 434,50$

• Analisa Gaya Dalam

Adapun beban yang diterima oleh sloof terdiri dari berat sendiri sloof, beban mati tambahan jika ada dan beban aksial tarik maupun tekan yang berasal dari 10% beban aksial kolom.

– Beban mati sloof

$$\text{Berat sendiri} = 0,5 \times 0,35 \times 2400 = 420 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 4 \times 250 = 1000 \text{ Kg/m}$$

$$qD = \frac{1000 \text{ Kg/m}}{+}$$

– Beban ultimate

$$qU = 1,4D = 1,4 \cdot 1420 = 1988 \text{ Kg/m}$$

– Gaya aksial sloof

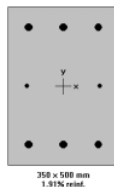
$$P_u = 10\% \cdot P_u \text{ kolom} = 10\% \cdot 622820 = 62282 \text{ Kg} = 622,82 \text{ kN}$$

– Momen sloof

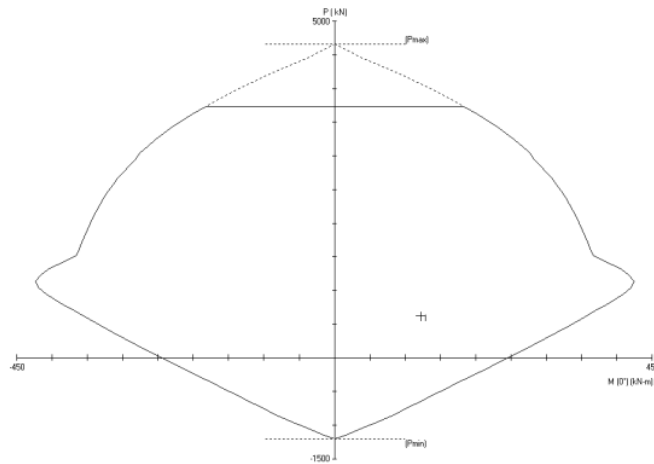
$$M_u = (1/8) \cdot 1988 \cdot 7^2 = 12176,50 \text{ Kgm} = 121,77 \text{ kNm}$$

7.4.1 Tulangan Longitudinal Sloof

Sebagaimana tercantum dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.4.1, luas tulangan longitudinal tidak boleh kurang dari $0,01A_g$ dan tidak lebih dari $0,06A_g$. Digunakan program bantu komputer guna memperoleh konfigurasi tulangan sloof.



Gambar 7. 6 Konfigurasi Penulangan Sloof



Gambar 7.7 Diagram Interaksi

Berdasarkan hasil desain menggunakan program bantu komputer menggunakan gaya dalam dengan dimensi sloof 350/500 mm, diperoleh hasil konfigurasi tulangan 6D25 dengan tulangan samping 2D16. Diperoleh rasio tulangan $\rho = 1,91\%$ atau 0,0191, sehingga hasil tersebut telah memenuhi persyaratan dalam peraturan SNI 2847-2019 Pasal 18.7.4.1.

7.4.2 Tulangan Geser Sloof

- **Kekuatan Geser Nominal Beton**

Kekuatan geser nominal dihitung menggunakan perumusan berikut:

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \left(1 + \frac{P_u}{14 \cdot A_g}\right) \cdot b \cdot d \\
 &= 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{40} \cdot \left(1 + \frac{622820}{14 \cdot (350 \cdot 500)}\right) \cdot 350 \cdot 434,50 \\
 &= 205072,67 \text{ N} \\
 \phi V_c &= 0,75 \cdot 205072,67 \\
 &= 153804,50 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- **Tulangan Geser yang Dibutuhkan**

$$\begin{aligned}
 V_u &= \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot l \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 1988 \cdot 7 \\
 &= 6958 \text{ Kg} = 69580 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Diperoleh hasil $V_u = 69580 \text{ N} < \phi V_c = 153804,50 \text{ N}$, sehingga tidak perlu tulangan geser.

Karena penampang tidak perlu tambahan tulangan geser, maka dipasang tulangan geser praktis dengan perhitungan berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.13.3.2, dimana spasi tulangan geser sloof tidak boleh melebihi nilai terkecil dari nilai berikut:

$$S_{min} = \frac{h}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ mm}$$

Sehingga direncanakan tulangan geser **D13-250 mm**.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan yang telah dilakukan pada perencanaan gedung Hotel Delmare di Kota Mataram dengan menggunakan sistem ganda, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik desain dan dinding geser akan menerima gaya gempa maksimal 75%. Hasil perhitungan yang diperoleh telah memenuhi persyaratan SNI 1726-2019 bahwa sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) telah mampu memikul paling sedikit $25,65\% \geq 25\%$ gaya seismik desain dan dinding geser menerima gaya gempa maksimal $74,35\% \leq 75\%$.
- 2) Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan, diperoleh hasil nilai kekuatan aksial desain dari dinding struktur bernilai 247500 kN, lebih besar dibanding gaya aksial akibat beban yang terjadi pada dinding struktur yaitu 2659,06 kN. Sehingga kekuatan desain aksial dinding struktur telah memenuhi persyaratan SNI 2847-2019 dan mencukupi untuk menahan gaya aksial yang terjadi.
- 3) Nilai simpangan antar lantai yang terjadi pada struktur gedung hotel Delmare bernilai lebih kecil dibanding simpangan tingkat ijin, nilai simpangan tingkat desain rerata (δ) yaitu 23,66 mm, lebih kecil dibanding simpangan tingkat ijin (Δ_a) 80 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa simpangan gedung tingkat desain telah memenuhi persyaratan SNI 1726-2019.

8.2 Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut dan mendalam guna memperoleh hasil perbandingan perencanaan yang lebih baik, baik dalam aspek teknis, efisiensi, maupun estetika, sehingga hasil perbandingan dari perencanaan yang telah dilakukan menjadi lebih lengkap dan beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2019. “**SNI 1726-2019 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.**” *Badan Standarisasi Nasional Indonesia* (8):254.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2019. “**SNI 2847-2019 : Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.**” *Badan Standar Nasional Indonesia* (8):720.
- Soares, Jenorico Pereira De O. 2020. “**Desain Sistem Ganda Dengan Metode Analisis Riwayat Waktu Mengacu Pada SNI 03-2847-2013 Dan SNI 03-1726-2012.**” *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 2012* (1):41–49.
- Hendra; Zulkarnaen, Lio Varan; Rosanti, Indah; Ariyansyah, Rona. 2021. “**Analisis Struktur Gedung Tahan Gempa Dengan Metode Sistem Ganda (Dual System).**” *Construction and Material Journal* 3(3):189–96. doi: 10.32722/cmj.v3i3.4205.
- Kusuma, Happy Anggar; Machmoed, Soerjandani Priantoro. 2019. “**Perencanaan Struktur Gedung Kampus Hnk Menggunakan Sistem Ganda Di Daerah Semarang.**” *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen ...* 6(3):155–64.
- Laksmi, Domas Ajeng Ayu. 2019. “**Perencanaan Struktur Bangunan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktural (Sistem Ganda).**” *Jember: Universitas Jember.*
- Sukma, Ryan Permana Rahinda. 2018. “**Perencanaan Struktur Gedung Hotel Leko Menggunakan Sistem Ganda Di Kota Belitong.**” *Surabaya: Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.*
- Bahri, Zulkifli; Mungkin, Moranain. 2019. “**Penggunaan SCR Sebagai Alarm Peringatan Dini Pada Saat Terjadi Gempa Bumi.**” *JET (Journal of Electrical Technology)* 4(3):101–5.
- Belo, Jose Manuel Freitas. 2015. “**Studi Perencanaan Struktur Struktur Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen pada Bangunan Gedung B Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang Tahap I.**” *Teaching and Teacher Education* 12(1):1–17.
- Kariso, Patrisko Hirel; Dapas, Servie O.; Pandaleke, Ronny. 2018. “**Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).**” *Universitas Sam Ratulangi Manado* 6(6):1–260.

- Febriantoro, Feri; Purnomo, Yosef Cahyo Setianto; Rindwan, Ahmad. 2018. “**Study Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Jembatan Sembayat Baru II Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik.**” *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 1(1):148–59. doi: 10.30737/jurmateks.v1i1.147.
- Takaredase, Jansen. 2016. “**Pelaksanaan Pada Pembangunan Gedung Auditorium.**” *Tinjauan Perencanaan Pondasi Dan Metode Pelaksanaan Pada Pembangunan Gedung Auditorium Politeknik Negeri Manado.*
- Nasarani, Hadi Wira. 2014. “**Studi Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Beton Pada Proyek Pembangunan Apartment Riverside Malang.**” 139.
- Wiratmoko, Bagus Anggoro; Winarto, Sigit; Cahyo, Yosef. 2019. “**Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Gedung Ketahanan Pangan Nganjuk.**” *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 2(1):106. doi: 10.30737/jurmateks.v2i1.396.
- Nashor, Muhammad Fajar Zulqurnia. 2018. “**Perencanaan Struktur Gedung Kampus FJR Menggunakan Sistem Ganda Di Kota Palu**”. Surabaya: Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS



Novita Sari Anggreini, nama penulis Tugas Akhir ini. Penulis lahir dari pasangan (Alm.) Bapak Prajitno dan Ibu Umu Kulsum di Surabaya pada 14 Juni 2001, merupakan anak bungsu dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Manukan Wetan 1/114 (2007 – 2013), SMPN 26 Surabaya (2013 – 2016), SMAN 11 Surabaya (2016 – 2019). Setelah menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan Strata (S1) dengan mengambil Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya pada tahun 2019 dan dinyatakan lulus dengan menyandang gelar Sarjana Teknik pada tahun 2023. Berkat ketekunan dan motivasi yang tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Semoga penulisan Tugas Akhir ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur ke hadirat Allah S.W.T. dan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel Delmare 10 Lantai Tahan Gempa Dengan Sistem Ganda Di Kota Mataram”.

LAMPIRAN BALOK INDUK

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	N	N	N	N-mm	N-mm	N-mm	Text	mm
548	0	ENVELOPE	Combina	Max	0	22814,5	9,178 E-11	94729,42	1,351E-08	50057764	548-1	0
548	500	ENVELOPE	Combina	Max	0	20272,62	9,178 E-11	94729,42	4,585E-08	66933604	548-1	500
548	1000	ENVELOPE	Combina	Max	0	17730,73	9,178 E-11	94729,42	8,803E-08	86671406	548-1	1000
548	1500	ENVELOPE	Combina	Max	0	15188,85	9,178 E-11	94729,42	1,335E-07	104715773	548-1	1500
548	2000	ENVELOPE	Combina	Max	0	12646,96	9,178 E-11	94729,42	1,793E-07	121068566	548-1	2000
548	2500	ENVELOPE	Combina	Max	0	10105,08	9,178 E-11	94729,42	2,251E-07	135740850	548-1	2500
548	3000	ENVELOPE	Combina	Max	0	-7563,2	9,178 E-11	94729,42	2,71E-07	159313468	548-1	3000
548	3000	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	116698,25	8820,07	-2735960,5	6614452,6	171020249	548-2	0
548	3500	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	120087,43	8820,07	-2735960,5	2204431,8	132166166	548-2	500
548	4000	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	123476,61	8820,07	-2735960,5	2205644,6	119107993	548-2	1000
548	4500	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	126865,79	8820,07	-2735960,5	6615666,1	104990892	548-2	1500
548	4500	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	290825,21	8816,28	112108001	6611681,3	98350896	548-3	0
548	5000	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	294214,38	8816,28	112108001	2203558,4	42999872	548-3	500
548	5500	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	297603,56	8816,28	112108001	2204626,1	13618573	548-3	1000
548	6000	ENVELOPE	Combina	Max	6260,33	300992,74	8816,28	112108001	6612749,8	71506395	548-3	1500
548	0	ENVELOPE	Combina	Min	0	116943,74	9,164 E-11	38381843	1,351E-08	176798194	548-1	0
548	500	ENVELOPE	Combina	Min	0	113554,56	9,164 E-11	38381843	4,592E-08	125277679	548-1	500
548	1000	ENVELOPE	Combina	Min	0	110165,39	9,164 E-11	38381843	8,817E-08	79584657	548-1	1000
548	1500	ENVELOPE	Combina	Min	0	106776,21	9,164 E-11	38381843	1,337E-07	35163731	548-1	1500
548	2000	ENVELOPE	Combina	Min	0	103387,03	9,164 E-11	38381843	1,796E-07	7983237,3	548-1	2000
548	2500	ENVELOPE	Combina	Min	0	99997,85	9,164 E-11	38381843	2,255E-07	49845184	548-1	2500
548	3000	ENVELOPE	Combina	Min	0	96608,67	9,164 E-11	38381843	2,714E-07	89090376	548-1	3000

548	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 16088, 61	- 8820, 07	- 753249 38	- 661445 2,6	860155 28	548-2	0
548	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 13546, 73	- 8820, 07	- 753249 38	- 220443 1,8	729670 98	548-2	500
548	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 11004, 84	- 8820, 07	- 753249 38	- 220564 4,6	312721 53	548-2	1000
548	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 8462,9 6	- 8820, 07	- 753249 38	- 661566 6,1	123293 95	548-2	1500
548	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 109415 ,5	- 8816, 28	- 429936 60	- 661168 1,3	945709 9,3	548-3	0
548	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 111957 ,39	- 8816, 28	- 429936 60	- 220355 8,4	155709 197	548-3	500
548	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 114499 ,27	- 8816, 28	- 429936 60	- 220462 6,1	303659 403	548-3	1000
548	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 6260, 33	- 117041 ,16	- 8816, 28	- 429936 60	- 661274 9,8	453305 763	548-3	1500
549	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 20908, 35	- 9,178 E-11	- 118090 23	- 1,351E- 08	576058 2,2	549-1	0
549	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 18366, 47	- 9,178 E-11	- 118090 23	- 4,585E- 08	155833 91	549-1	500
549	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 15824, 58	- 9,178 E-11	- 118090 23	- 8,803E- 08	322293 68	549-1	1000
549	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 13282, 7	- 9,178 E-11	- 118090 23	- 1,335E- 07	479094 21	549-1	1500
549	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 10740, 82	- 9,178 E-11	- 118090 23	- 1,793E- 07	619080 24	549-1	2000
549	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 8198,9 3	- 9,178 E-11	- 118090 23	- 2,251E- 07	813423 66	549-1	2500
549	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 5657,0 5	- 9,178 E-11	- 118090 23	- 2,71E- 07	100750 962	549-1	3000
549	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 76742, 38	- 1,11E -10	- 423381 2,9	- 1,759E- 07	978105 68	549-2	0
549	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 80131, 56	- 1,11E -10	- 423381 2,9	- 1,856E- 07	592769 09	549-2	500
549	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 83520, 74	- 1,11E -10	- 423381 2,9	- 2,096E- 07	311561 30	549-2	1000
549	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 86909, 91	- 1,11E -10	- 423381 2,9	- 2,439E- 07	139603 55	549-2	1500
549	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 90299, 09	- 1,11E -10	- 423381 2,9	- 2,847E- 07	226532, 03	549-2	2000
549	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 93688, 27	- 1,11E -10	- 423381 2,9	- 3,298E- 07	147699 01	549-2	2500
549	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 97077, 45	- 1,11E -10	- 423381 2,9	- 3,777E- 07	310329 78	549-2	3000
549	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 66028, 1	- 9,164 E-11	- 107252 81	- 1,351E- 08	786689 95	549-1	0
549	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 62638, 92	- 9,164 E-11	- 107252 81	- 4,592E- 08	465063 43	549-1	500

549	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 59249, 75	- 9,164 E-11	- 107252 81	- 8,817E- 08	- 241323 89	549-1	1000
549	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 55860, 57	- 9,164 E-11	- 107252 81	- 1,337E- 07	- 375804 3,2	549-1	1500
549	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 52471, 39	- 9,164 E-11	- 107252 81	- 1,796E- 07	- 153322 22	549-1	2000
549	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 49082, 21	- 9,164 E-11	- 107252 81	- 2,255E- 07	- 330818 35	549-1	2500
549	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 45693, 03	- 9,164 E-11	- 107252 81	- 2,714E- 07	- 452786 57	549-1	3000
549	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 18527, 78	- 1,109 E-10	- 565532 9	- 1,759E- 07	- 441616 08	549-2	0
549	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 21069, 66	- 1,109 E-10	- 565532 9	- 1,856E- 07	- 225399 60	549-2	500
549	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 23611, 54	- 1,109 E-10	- 565532 9	- 2,098E- 07	- 109830 1,1	549-2	1000
549	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 26153, 43	- 1,109 E-10	- 565532 9	- 2,441E- 07	- 386270 97	549-2	1500
549	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 28695, 31	- 1,109 E-10	- 565532 9	- -2,85E- 07	- 825833 76	549-2	2000
549	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 31237, 19	- 1,109 E-10	- 565532 9	- 3,302E- 07	- 128242 576	549-2	2500
549	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 33779, 08	- 1,109 E-10	- 565532 9	- 3,781E- 07	- 175600 664	549-2	3000
550	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 23324, 14	- 9,178 E-11	- 150367 49	- 1,351E- 08	- 157999 322	550-1	0
550	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 25866, 02	- 9,178 E-11	- 150367 49	- 4,585E- 08	- 150781 607	550-1	500
550	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 28407, 9	- 9,178 E-11	- 150367 49	- 8,803E- 08	- 141870 707	550-1	1000
550	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 30949, 79	- 9,178 E-11	- 150367 49	- 1,335E- 07	- 131268 212	550-1	1500
550	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 33491, 67	- 9,178 E-11	- 150367 49	- 1,793E- 07	- 118979 540	550-1	2000
550	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 36033, 56	- 9,178 E-11	- 150367 49	- 2,251E- 07	- 105042 249	550-1	2500
550	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 38575, 44	- 9,178 E-11	- 150367 49	- 2,71E- 07	- 104125 957	550-1	3000
550	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 145937 ,44	- 1,11E -10	- 288856 96	- 1,759E- 07	- 108534 543	550-2	0
550	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 149326 ,62	- 1,11E -10	- 288856 96	- 1,856E- 07	- 664284 95	550-2	500
550	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 152715 ,8	- 1,11E -10	- 288856 96	- 2,096E- 07	- 523072 62	550-2	1000
550	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 156104 ,98	- 1,11E -10	- 288856 96	- 2,439E- 07	- 569280 16	550-2	1500
550	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 159494 ,16	- 1,11E -10	- 288856 96	- 2,847E- 07	- 602864 41	550-2	2000
550	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 162883 ,33	- 1,11E -10	- 288856 96	- 3,298E- 07	- 623773 27	550-2	2500
550	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 166272 ,51	- 1,11E -10	- 288856 96	- 3,777E- 07	- 631989 70	550-2	3000
550	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 86856, 97	- 9,164 E-11	- 180010 36	- 1,351E- 08	- 155199 041	550-1	0

550	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	83467, 8	9,164 E-11	180010 36	4,592E- 08	117697 672	550-1	500
550	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	80078, 62	9,164 E-11	180010 36	8,817E- 08	814686 50	550-1	1000
550	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	76689, 44	9,164 E-11	180010 36	1,337E- 07	465135 64	550-1	1500
550	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	73300, 26	9,164 E-11	180010 36	1,796E- 07	128378 32	550-1	2000
550	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	69911, 08	9,164 E-11	180010 36	2,255E- 07	195209 88	550-1	2500
550	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	66521, 9	9,164 E-11	180010 36	2,714E- 07	469450 57	550-1	3000
550	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	15630, 46	1,109 E-10	247072 29	1,759E- 07	382057 95	550-2	0
550	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	13088, 58	1,109 E-10	247072 29	1,856E- 07	118257 57	550-2	500
550	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	10546, 7	1,109 E-10	247072 29	2,098E- 07	436547 96	550-2	1000
550	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	8004,8 1	1,109 E-10	247072 29	2,441E- 07	120842 866	550-2	1500
550	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	5462,9 3	1,109 E-10	247072 29	-2,85E- 07	199734 139	550-2	2000
550	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	2921,0 5	1,109 E-10	247072 29	3,302E- 07	280323 404	550-2	2500
550	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	-379,16	1,109 E-10	247072 29	3,781E- 07	362608 956	550-2	3000
551	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	6795,2 8	2,175 E-10	314383 0,6	2,462E- 08	279636 65	551-1	0
551	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	-4253,4	2,175 E-10	314383 0,6	1,101E- 07	310657 59	551-1	500
551	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	1711,5 2	2,175 E-10	314383 0,6	2,174E- 07	330749 73	551-1	1000
551	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	830,37	2,175 E-10	314383 0,6	3,256E- 07	370104 37	551-1	1500
551	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	3372,2 5	2,175 E-10	314383 0,6	4,34E- 07	446469 35	551-1	2000
551	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	5914,1 3	2,175 E-10	314383 0,6	5,426E- 07	531256 24	551-1	2500
551	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	8456,0 2	2,175 E-10	314383 0,6	6,512E- 07	664681 25	551-1	3000
551	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	45769, 92	2,231 E-10	214179 61	2,345E- 07	658119 55	551-2	0
551	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	49159, 1	2,231 E-10	214179 61	3,327E- 07	578713 03	551-2	500
551	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	52548, 28	2,231 E-10	214179 61	4,374E- 07	508441 97	551-2	1000
551	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	55937, 46	2,231 E-10	214179 61	5,448E- 07	430489 43	551-2	1500

551	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	59326, 63	2,231 E-10	214179 61	6,536E- 07	397039 93	551-2	2000
551	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	62715, 81	2,231 E-10	214179 61	7,632E- 07	371970 88	551-2	2500
551	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	66104, 99	2,231 E-10	214179 61	8,733E- 07	335271 85	551-2	3000
551	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	66994, 87	2,174 E-10	200823 19	2,462E- 08	115047 729	551-1	0
551	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	63605, 69	2,174 E-10	200823 19	1,101E- 07	827375 12	551-1	500
551	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	60216, 51	2,174 E-10	200823 19	2,175E- 07	522999 45	551-1	1000
551	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	56827, 34	2,174 E-10	200823 19	3,258E- 07	267541 59	551-1	1500
551	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	53438, 16	2,174 E-10	200823 19	4,343E- 07	787493 7,6	551-1	2000
551	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	50048, 98	2,174 E-10	200823 19	5,429E- 07	719656 1	551-1	2500
551	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	46659, 8	2,174 E-10	200823 19	6,516E- 07	144387 17	551-1	3000
551	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	7145,7 7	2,231 E-10	269581 9,1	2,345E- 07	149238 98	551-2	0
551	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	4603,8 8	2,231 E-10	269581 9,1	3,327E- 07	206970 6,4	551-2	500
551	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	-2062	2,231 E-10	269581 9,1	4,374E- 07	146635 62	551-2	1000
551	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	479,89	2,231 E-10	269581 9,1	5,448E- 07	335942 12	551-2	1500
551	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	3021,7 7	2,231 E-10	269581 9,1	6,536E- 07	599406 97	551-2	2000
551	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	5563,6 5	2,231 E-10	269581 9,1	7,632E- 07	900907 59	551-2	2500
551	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	8105,5 4	2,231 E-10	269581 9,1	8,733E- 07	122043 354	551-2	3000
552	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	26433, 41	2,175 E-10	485250 9,2	2,462E- 08	641087 5,7	552-1	0
552	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	23891, 53	2,175 E-10	485250 9,2	1,101E- 07	664775 7,9	552-1	500
552	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	21349, 65	2,175 E-10	485250 9,2	2,174E- 07	184381 53	552-1	1000
552	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	18807, 76	2,175 E-10	485250 9,2	3,256E- 07	314247 72	552-1	1500
552	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	16265, 88	2,175 E-10	485250 9,2	4,34E- 07	536002 53	552-1	2000
552	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	13723, 99	2,175 E-10	485250 9,2	5,426E- 07	741406 14	552-1	2500
552	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	11182, 11	2,175 E-10	485250 9,2	6,512E- 07	103541 851	552-1	3000

552	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	66393, 94	2,231 E-10	667516 1,2	2,345E- 07	103989 607	552-2	0
552	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	69783, 12	2,231 E-10	667516 1,2	3,327E- 07	737396 41	552-2	500
552	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	73172, 3	2,231 E-10	667516 1,2	4,374E- 07	508846 70	552-2	1000
552	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	76561, 48	2,231 E-10	667516 1,2	5,448E- 07	292959 47	552-2	1500
552	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	79950, 65	2,231 E-10	667516 1,2	6,536E- 07	162609 44	552-2	2000
552	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	83339, 83	2,231 E-10	667516 1,2	7,632E- 07	497195 6,5	552-2	2500
552	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	86729, 01	2,231 E-10	667516 1,2	8,733E- 07	758079 1,6	552-2	3000
552	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	86919, 57	2,174 E-10	667485 5,4	2,462E- 08	141156 607	552-1	0
552	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	83530, 39	2,174 E-10	667485 5,4	1,101E- 07	990215 16	552-1	500
552	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	80141, 21	2,174 E-10	667485 5,4	2,175E- 07	585837 17	552-1	1000
552	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	76752, 03	2,174 E-10	667485 5,4	3,258E- 07	223076 73	552-1	1500
552	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	73362, 85	2,174 E-10	667485 5,4	4,343E- 07	181397 8	552-1	2000
552	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	69973, 68	2,174 E-10	667485 5,4	5,429E- 07	246052 17	552-1	2500
552	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	66584, 5	2,174 E-10	667485 5,4	6,516E- 07	449580 17	552-1	3000
552	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	10229, 16	2,231 E-10	510272 2,4	2,345E- 07	436135 28	552-2	0
552	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	12771, 04	2,231 E-10	510272 2,4	3,327E- 07	288928 56	552-2	500
552	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	15312, 93	2,231 E-10	510272 2,4	4,374E- 07	622282 5,3	552-2	1000
552	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17854, 81	2,231 E-10	510272 2,4	5,448E- 07	179138 30	552-2	1500
552	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	20396, 7	2,231 E-10	510272 2,4	6,536E- 07	535697 37	552-2	2000
552	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	22938, 58	2,231 E-10	510272 2,4	7,632E- 07	939371 90	552-2	2500
552	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	25480, 46	2,231 E-10	510272 2,4	8,733E- 07	136006 414	552-2	3000
553	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	28211, 43	2,175 E-10	534324 2,9	2,462E- 08	130811 47	553-1	0
553	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	25669, 54	2,175 E-10	534324 2,9	1,101E- 07	389462, 85	553-1	500
553	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	23127, 66	2,175 E-10	534324 2,9	2,174E- 07	125893 21	553-1	1000

553	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 20585, 77	2,175 E-10	534324 2,9	3,256E- 07	256741 31	553-1	1500
553	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 18043, 89	2,175 E-10	534324 2,9	4,34E- 07	486282 72	553-1	2000
553	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 15502, 01	2,175 E-10	534324 2,9	5,426E- 07	734768 35	553-1	2500
553	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 12960, 12	2,175 E-10	534324 2,9	6,512E- 07	104867 461	553-1	3000
553	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	66500, 89	2,231 E-10	713401 9,1	2,345E- 07	105030 578	553-2	0
553	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	69890, 07	2,231 E-10	713401 9,1	3,327E- 07	733608 86	553-2	500
553	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	73279, 25	2,231 E-10	713401 9,1	4,374E- 07	489924 66	553-2	1000
553	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	76668, 43	2,231 E-10	713401 9,1	5,448E- 07	258894 15	553-2	1500
553	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	80057, 61	2,231 E-10	713401 9,1	6,536E- 07	135001 35	553-2	2000
553	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	83446, 79	2,231 E-10	713401 9,1	7,632E- 07	138684 5	553-2	2500
553	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	86835, 96	2,231 E-10	713401 9,1	8,733E- 07	119971 37	553-2	3000
553	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 86677, 68	2,174 E-10	496925 7,9	2,462E- 08	138344 603	553-1	0
553	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 83288, 5	2,174 E-10	496925 7,9	1,101E- 07	958534 27	553-1	500
553	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 79899, 32	2,174 E-10	496925 7,9	2,175E- 07	550570 30	553-1	1000
553	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 76510, 14	2,174 E-10	496925 7,9	3,258E- 07	181111 16	553-1	1500
553	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 73120, 97	2,174 E-10	496925 7,9	4,343E- 07	599993 6,2	553-1	2000
553	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 69731, 79	2,174 E-10	496925 7,9	5,429E- 07	288356 18	553-1	2500
553	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 66342, 61	2,174 E-10	496925 7,9	6,516E- 07	485906 10	553-1	3000
553	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	12786, 61	2,231 E-10	725148 4,8	2,345E- 07	489999 31	553-2	0
553	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	15328, 5	2,231 E-10	725148 4,8	3,327E- 07	284484 83	553-2	500
553	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17870, 38	2,231 E-10	725148 4,8	4,374E- 07	577016 8,4	553-2	1000
553	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	20412, 27	2,231 E-10	725148 4,8	5,448E- 07	181843 63	553-2	1500
553	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	22954, 15	2,231 E-10	725148 4,8	6,536E- 07	558181 96	553-2	2000
553	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	25496, 03	2,231 E-10	725148 4,8	7,632E- 07	966935 50	553-2	2500

553	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	28037, 92	-	-	-	-	553-2	3000
554	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	-	2,231 E-10	725148 4,8	8,733E- 07	139263 743	554-1	0
554	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	27120, 2	2,175 E-10	530135 6,2	2,462E- 08	-	554-1	500
554	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	24578, 31	2,175 E-10	530135 6,2	1,101E- 07	743987, 46	554-1	1000
554	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	22036, 43	2,175 E-10	530135 6,2	2,174E- 07	109416 62	554-1	1500
554	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	19494, 55	2,175 E-10	530135 6,2	3,256E- 07	242378 72	554-1	2000
554	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	16952, 66	2,175 E-10	530135 6,2	4,34E- 07	467206 13	554-1	2500
554	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	14410, 78	2,175 E-10	530135 6,2	5,426E- 07	718115 23	554-1	3000
554	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	11868, 89	2,175 E-10	530135 6,2	6,512E- 07	101731 701	554-1	3000
554	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	65932, 91	2,231 E-10	376932 0,2	2,345E- 07	102237 440	554-2	0
554	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	69322, 09	2,231 E-10	376932 0,2	3,327E- 07	701054 08	554-2	500
554	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	72711, 27	2,231 E-10	376932 0,2	4,374E- 07	446772 83	554-2	1000
554	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	76100, 44	2,231 E-10	376932 0,2	5,448E- 07	203617 08	554-2	1500
554	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	79489, 62	2,231 E-10	376932 0,2	6,536E- 07	760070 3,2	554-2	2000
554	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	82878, 8	2,231 E-10	376932 0,2	7,632E- 07	-	554-2	2500
554	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	86267, 98	2,231 E-10	376932 0,2	8,733E- 07	559388 1,4	554-2	3000
554	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	-	-	-	-	200568 20	554-1	0
554	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	82697, 35	2,174 E-10	461800 5,2	2,462E- 08	128928 874	554-1	500
554	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	79308, 17	2,174 E-10	461800 5,2	1,101E- 07	884429 06	554-1	1000
554	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	-75919	2,174 E-10	461800 5,2	2,175E- 07	496680 78	554-1	1500
554	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	72529, 82	2,174 E-10	461800 5,2	3,258E- 07	154693 41	554-1	2000
554	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	69140, 64	2,174 E-10	461800 5,2	4,343E- 07	657733 4	554-1	2500
554	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	65751, 46	2,174 E-10	461800 5,2	5,429E- 07	268309 18	554-1	3000
554	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	62362, 28	2,174 E-10	461800 5,2	6,516E- 07	417785 76	554-1	3000
554	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	14925, 17	2,231 E-10	749654 8,5	2,345E- 07	415153 17	554-2	0
554	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17467, 05	2,231 E-10	749654 8,5	3,327E- 07	244252 15	554-2	500

554	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	20008, 94	- 2,231 E-10	- 749654 8,5	- 4,374E- 07	255863 1,8	554-2	1000
554	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	22550, 82	- 2,231 E-10	- 749654 8,5	- 5,448E- 07	209686 60	554-2	1500
554	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	25092, 7	- 2,231 E-10	- 749654 8,5	- 6,536E- 07	590160 52	554-2	2000
554	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	27634, 59	- 2,231 E-10	- 749654 8,5	- 7,632E- 07	995953 96	554-2	2500
554	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	30176, 47	- 2,231 E-10	- 749654 8,5	- 8,733E- 07	141871 917	554-2	3000
555	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 27046, 2	- 2,175 E-10	- 464698 8,8	- 2,462E- 08	- 136150 57	555-1	0
555	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 24504, 32	- 2,175 E-10	- 464698 8,8	- 1,101E- 07	- 700084, 13	555-1	500
555	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 21962, 43	- 2,175 E-10	- 464698 8,8	- 2,174E- 07	- 109763 21	555-1	1000
555	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 19420, 55	- 2,175 E-10	- 464698 8,8	- 3,256E- 07	- 243004 87	555-1	1500
555	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 16878, 67	- 2,175 E-10	- 464698 8,8	- 4,34E- 07	- 468521 31	555-1	2000
555	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 14336, 78	- 2,175 E-10	- 464698 8,8	- 5,426E- 07	- 717763 73	555-1	2500
555	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 11794, 9	- 2,175 E-10	- 464698 8,8	- 6,512E- 07	- 101702 101	555-1	3000
555	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	65939, 38	- 2,231 E-10	- 742111 4,9	- 2,345E- 07	102196 136	555-2	0
555	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	69328, 56	- 2,231 E-10	- 742111 4,9	- 3,327E- 07	700780 37	555-2	500
555	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	72717, 73	- 2,231 E-10	- 742111 4,9	- 4,374E- 07	448879 82	555-2	1000
555	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	76106, 91	- 2,231 E-10	- 742111 4,9	- 5,448E- 07	205879 08	555-2	1500
555	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	79496, 09	- 2,231 E-10	- 742111 4,9	- 6,536E- 07	783846 0,3	555-2	2000
555	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	82885, 27	- 2,231 E-10	- 742111 4,9	- 7,632E- 07	534305 4,1	555-2	2500
555	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	86274, 45	- 2,231 E-10	- 742111 4,9	- 8,733E- 07	197918 74	555-2	3000
555	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 82783, 12	- 2,174 E-10	- 523488 3,6	- 2,462E- 08	- 129067 987	555-1	0
555	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 79393, 94	- 2,174 E-10	- 523488 3,6	- 1,101E- 07	- 885510 65	555-1	500
555	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 76004, 76	- 2,174 E-10	- 523488 3,6	- 2,175E- 07	- 497611 07	555-1	1000
555	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 72615, 59	- 2,174 E-10	- 523488 3,6	- 3,258E- 07	- 155844 40	555-1	1500
555	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 69226, 41	- 2,174 E-10	- 523488 3,6	- 4,343E- 07	- 639921 7,9	555-1	2000

555	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 65837, 23	- 2,174 E-10	- 523488 3,6	- 5,429E- 07	268105 57	555-1	2500
555	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 62448, 05	- 2,174 E-10	- 523488 3,6	- 6,516E- 07	417331 46	555-1	3000
555	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 14885, 97	- 2,231 E-10	- 380450 2,4	- 2,345E- 07	414991 52	555-2	0
555	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 17427, 85	- 2,231 E-10	- 380450 2,4	- 3,327E- 07	245712 57	555-2	500
555	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 19969, 74	- 2,231 E-10	- 380450 2,4	- 4,374E- 07	233256 8,5	555-2	1000
555	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 22511, 62	- 2,231 E-10	- 380450 2,4	- 5,448E- 07	211938 59	555-2	1500
555	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 25053, 51	- 2,231 E-10	- 380450 2,4	- 6,536E- 07	592364 44	555-2	2000
555	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 27595, 39	- 2,231 E-10	- 380450 2,4	- 7,632E- 07	998124 94	555-2	2500
555	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 30137, 27	- 2,231 E-10	- 380450 2,4	- 8,733E- 07	142086 769	555-2	3000
556	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 27799, 25	- 2,175 E-10	- 495033 0,8	- 2,462E- 08	118434 31	556-1	0
556	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 25257, 36	- 2,175 E-10	- 495033 0,8	- 1,101E- 07	142109 6,9	556-1	500
556	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 22715, 48	- 2,175 E-10	- 495033 0,8	- 2,174E- 07	134148 77	556-1	1000
556	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 20173, 6	- 2,175 E-10	- 495033 0,8	- 3,256E- 07	262758 81	556-1	1500
556	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 17631, 71	- 2,175 E-10	- 495033 0,8	- 4,34E- 07	490333 83	556-1	2000
556	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 15089, 83	- 2,175 E-10	- 495033 0,8	- 5,426E- 07	734879 99	556-1	2500
556	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 12547, 95	- 2,175 E-10	- 495033 0,8	- 6,512E- 07	104903 509	556-1	3000
556	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 66992, 99	- 2,231 E-10	- 721562 2,8	- 2,345E- 07	105163 802	556-2	0
556	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 70382, 16	- 2,231 E-10	- 721562 2,8	- 3,327E- 07	734585 32	556-2	500
556	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 73771, 34	- 2,231 E-10	- 721562 2,8	- 4,374E- 07	494637 45	556-2	1000
556	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 77160, 52	- 2,231 E-10	- 721562 2,8	- 5,448E- 07	265461 81	556-2	1500
556	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 80549, 7	- 2,231 E-10	- 721562 2,8	- 6,536E- 07	143450 82	556-2	2000
556	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 83938, 88	- 2,231 E-10	- 721562 2,8	- 7,632E- 07	243157 1,3	556-2	2500
556	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 87328, 05	- 2,231 E-10	- 721562 2,8	- 8,733E- 07	107526 23	556-2	3000
556	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 87157, 79	- 2,174 E-10	- 535760 0,3	- 2,462E- 08	139727 533	556-1	0

556	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 83768, 62	- 2,174 E-10	- 535760 0,3	- 1,101E- 07	- 969963 05	556-1	500
556	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 80379, 44	- 2,174 E-10	- 535760 0,3	- 2,175E- 07	- 559598 60	556-1	1000
556	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 76990, 26	- 2,174 E-10	- 535760 0,3	- 3,258E- 07	- 187561 70	556-1	1500
556	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 73601, 08	- 2,174 E-10	- 535760 0,3	- 4,343E- 07	- 558549 1,1	556-1	2000
556	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 70211, 9	- 2,174 E-10	- 535760 0,3	- 5,429E- 07	- 286516 99	556-1	2500
556	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 66822, 73	- 2,174 E-10	- 535760 0,3	- 6,516E- 07	- 485904 61	556-1	3000
556	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 12387, 01	- 2,231 E-10	- 714633 7,4	- 2,345E- 07	- 490389 49	556-2	0
556	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 14928, 89	- 2,231 E-10	- 714633 7,4	- 3,327E- 07	- 282864 83	556-2	500
556	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 17470, 77	- 2,231 E-10	- 714633 7,4	- 4,374E- 07	- 537661 3,3	556-2	1000
556	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 20012, 66	- 2,231 E-10	- 714633 7,4	- 5,448E- 07	- 188096 46	556-2	1500
556	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 22554, 54	- 2,231 E-10	- 714633 7,4	- 6,536E- 07	- 566779 01	556-2	2000
556	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 25096, 43	- 2,231 E-10	- 714633 7,4	- 7,632E- 07	- 977992 76	556-2	2500
556	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 27638, 31	- 2,231 E-10	- 714633 7,4	- 8,733E- 07	- 140615 498	556-2	3000
557	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 25912, 48	- 2,175 E-10	- 716953 7,6	- 2,462E- 08	- 589442 6,6	557-1	0
557	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 23370, 59	- 2,175 E-10	- 716953 7,6	- 1,101E- 07	- 643484 4,6	557-1	500
557	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 20828, 71	- 2,175 E-10	- 716953 7,6	- 2,174E- 07	- 174976 53	557-1	1000
557	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 18286, 82	- 2,175 E-10	- 716953 7,6	- 3,256E- 07	- 296300 29	557-1	1500
557	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 15744, 94	- 2,175 E-10	- 716953 7,6	- 4,34E- 07	- 523806 09	557-1	2000
557	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 13203, 06	- 2,175 E-10	- 716953 7,6	- 5,426E- 07	- 734759 77	557-1	2500
557	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 10661, 17	- 2,175 E-10	- 716953 7,6	- 6,512E- 07	- 103191 983	557-1	3000
557	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 65177, 2	- 2,231 E-10	- 473993 9,7	- 2,345E- 07	- 103573 655	557-2	0
557	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 68566, 38	- 2,231 E-10	- 473993 9,7	- 3,327E- 07	- 740962 43	557-2	500
557	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 71955, 56	- 2,231 E-10	- 473993 9,7	- 4,374E- 07	- 524169 41	557-2	1000
557	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 75344, 74	- 2,231 E-10	- 473993 9,7	- 5,448E- 07	- 319322 12	557-2	1500

557	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	78733, 92	2,231 E-10	473993 9,7	6,536E- 07	187834 40	557-2	2000
557	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	82123, 09	2,231 E-10	473993 9,7	7,632E- 07	824811 0,3	557-2	2500
557	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	85512, 27	2,231 E-10	473993 9,7	8,733E- 07	355305 8	557-2	3000
557	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	-88497	2,174 E-10	465399 6,9	2,462E- 08	145401 190	557-1	0
557	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	85107, 82	2,174 E-10	465399 6,9	1,101E- 07	102008 490	557-1	500
557	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	81718, 64	2,174 E-10	465399 6,9	2,175E- 07	603148 57	557-1	1000
557	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	78329, 46	2,174 E-10	465399 6,9	3,258E- 07	226563 24	557-1	1500
557	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	74940, 29	2,174 E-10	465399 6,9	4,343E- 07	141847 5,2	557-1	2000
557	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	71551, 11	2,174 E-10	465399 6,9	5,429E- 07	241829 55	557-1	2500
557	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	68161, 93	2,174 E-10	465399 6,9	6,516E- 07	445720 78	557-1	3000
557	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	9601,7	2,231 E-10	741543 5,2	2,345E- 07	432382 37	557-2	0
557	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	12143, 59	2,231 E-10	741543 5,2	3,327E- 07	287724 24	557-2	500
557	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	14685, 47	2,231 E-10	741543 5,2	4,374E- 07	590821 4,4	557-2	1000
557	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17227, 35	2,231 E-10	741543 5,2	5,448E- 07	184103 37	557-2	1500
557	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	19769, 24	2,231 E-10	741543 5,2	6,536E- 07	530303 76	557-2	2000
557	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	22311, 12	2,231 E-10	741543 5,2	7,632E- 07	932293 88	557-2	2500
557	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	24853	2,231 E-10	741543 5,2	8,733E- 07	135128 092	557-2	3000
558	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	129530 ,66	2,181 E-10	297954 80	4,393E- 07	526039 657	558-1	0
558	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	132072 ,54	2,181 E-10	297954 80	5,461E- 07	460664 487	558-1	500
558	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	134614 ,43	2,181 E-10	297954 80	6,537E- 07	394028 521	558-1	1000
558	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	137156 ,31	2,181 E-10	297954 80	7,617E- 07	326139 266	558-1	1500
558	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	139698 ,19	2,181 E-10	297954 80	8,699E- 07	257365 370	558-1	2000
558	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	142240 ,08	2,181 E-10	297954 80	9,784E- 07	197917 856	558-1	2500
558	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	144781 ,96	2,181 E-10	297954 80	1,087E- 06	137103 461	558-1	3000
558	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	165804 ,91	2,657 E-11	944911 6,4	9,85E- 09	147442 069	558-2	0
558	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	169194 ,09	2,657 E-11	944911 6,4	1,78E- 08	683554 42	558-2	500

558	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	172583 ,27	2,657 E-11	944911 6,4	2,959E- 08	966992 00	558-2	1000
558	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	175972 ,45	2,657 E-11	944911 6,4	4,223E- 08	165919 715	558-2	1500
558	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	179361 ,63	2,657 E-11	944911 6,4	5,511E- 08	234171 763	558-2	2000
558	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	182750 ,81	2,657 E-11	944911 6,4	6,809E- 08	300876 593	558-2	2500
558	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	186139 ,98	2,657 E-11	944911 6,4	8,113E- 08	365941 109	558-2	3000
558	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	230702 ,76	2,183 E-10	435201 3,3	4,397E- 07	697902 565	558-1	0
558	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	227313 ,58	2,183 E-10	435201 3,3	5,465E- 07	583424 109	558-1	500
558	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	223924 ,4	2,183 E-10	435201 3,3	-6,54E- 07	470650 388	558-1	1000
558	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	220535 ,23	2,183 E-10	435201 3,3	7,619E- 07	359588 909	558-1	1500
558	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	217146 ,05	2,183 E-10	435201 3,3	8,701E- 07	250608 321	558-1	2000
558	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	213756 ,87	2,183 E-10	435201 3,3	9,784E- 07	153919 645	558-1	2500
558	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	210367 ,69	2,183 E-10	435201 3,3	1,087E- 06	588296 20	558-1	3000
558	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	153078 ,69	2,629 E-11	362944 13	9,572E- 09	722828 99	558-2	0
558	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	150536 ,81	2,629 E-11	362944 13	1,766E- 08	104214 9,3	558-2	500
558	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	147994 ,92	2,629 E-11	362944 13	2,959E- 08	401973 16	558-2	1000
558	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	145453 ,04	2,629 E-11	362944 13	4,237E- 08	123194 770	558-2	1500
558	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	142911 ,16	2,629 E-11	362944 13	5,539E- 08	208189 288	558-2	2000
558	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	140369 ,27	2,629 E-11	362944 13	6,851E- 08	294602 118	558-2	2500
558	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	137827 ,39	2,629 E-11	362944 13	8,168E- 08	382340 167	558-2	3000
559	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	26005 ,38	2,181 E-10	954939 8,1	4,393E- 07	777550 8,7	559-1	0
559	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	23463 ,5	2,181 E-10	954939 8,1	5,461E- 07	540294 1,8	559-1	500
559	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	20921 ,62	2,181 E-10	954939 8,1	6,537E- 07	175519 71	559-1	1000
559	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	18379 ,73	2,181 E-10	954939 8,1	7,617E- 07	302630 16	559-1	1500
559	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	15837 ,85	2,181 E-10	954939 8,1	8,699E- 07	533976 03	559-1	2000

559	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 13295, 97	2,181 E-10	954939 8,1	9,784E- 07	764130 49	559-1	2500
559	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 10754, 08	2,181 E-10	954939 8,1	1,087E- 06	100478 932	559-1	3000
559	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	69019, 02	2,657 E-11	820429 2,8	9,85E- 09	978296 14	559-2	0
559	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	72408, 2	2,657 E-11	820429 2,8	1,78E- 08	688138 31	559-2	500
559	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	75797, 38	2,657 E-11	820429 2,8	2,959E- 08	483249 78	559-2	1000
559	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	79186, 55	2,657 E-11	820429 2,8	4,223E- 08	300178 98	559-2	1500
559	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	82575, 73	2,657 E-11	820429 2,8	5,511E- 08	215503 37	559-2	2000
559	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	85964, 91	2,657 E-11	820429 2,8	6,809E- 08	136975 30	559-2	2500
559	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	89354, 09	2,657 E-11	820429 2,8	8,113E- 08	464045 4,9	559-2	3000
559	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 84557, 72	- 2,183 E-10	- 552703 8,3	- 4,397E- 07	- 140265 438	559-1	0
559	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 81168, 54	- 2,183 E-10	- 552703 8,3	- 5,465E- 07	- 996451 01	559-1	500
559	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 77779, 36	- 2,183 E-10	- 552703 8,3	- -6,54E- 07	- 609608 75	559-1	1000
559	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 74390, 19	- 2,183 E-10	- 552703 8,3	- 7,619E- 07	- 258041 95	559-1	1500
559	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 71001, 01	- 2,183 E-10	- 552703 8,3	- 8,701E- 07	- 403658 8,8	559-1	2000
559	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 67611, 83	- 2,183 E-10	- 552703 8,3	- 9,784E- 07	- 148846 28	559-1	2500
559	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 64222, 65	- 2,183 E-10	- 552703 8,3	- 1,087E- 06	- 297898 76	559-1	3000
559	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	3912,1 4	- 2,629 E-11	- 136374 33	- 9,572E- 09	- 359918 81	559-2	0
559	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	6454,0 2	- 2,629 E-11	- 136374 33	- 1,766E- 08	- 257928 54	559-2	500
559	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	8995,9 1	- 2,629 E-11	- 136374 33	- 2,959E- 08	- 459663 7,7	559-2	1000
559	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	11537, 79	- 2,629 E-11	- 136374 33	- 4,237E- 08	- 209756 89	559-2	1500
559	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	14079, 68	- 2,629 E-11	- 136374 33	- 5,539E- 08	- 593530 67	559-2	2000
559	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	16621, 56	- 2,629 E-11	- 136374 33	- 6,851E- 08	- 101310 730	559-2	2500
559	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	19163, 44	- 2,629 E-11	- 136374 33	- 8,168E- 08	- 145029 655	559-2	3000
560	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- -32759	- 4,341 E-10	- 982050 2,5	- 4,376E- 07	- 263009 06	560-1	0
560	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 30217, 11	- 4,341 E-10	- 982050 2,5	- 2,228E- 07	- 105535 90	560-1	500

560	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 27675, 23	4,341 E-10	982050 2,5	3,286E- 08	392440 3,7	560-1	1000
560	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 25133, 35	4,341 E-10	982050 2,5	2,228E- 07	171346 60	560-1	1500
560	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 22591, 46	4,341 E-10	982050 2,5	4,376E- 07	343570 33	560-1	2000
560	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 20049, 58	4,341 E-10	982050 2,5	6,536E- 07	620933 34	560-1	2500
560	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 17507, 7	4,341 E-10	982050 2,5	8,699E- 07	101173 269	560-1	3000
560	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	46636, 14	4,34E -10	462869 2,6	3,185E- 08	985598 34	560-2	0
560	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	50025, 32	4,34E -10	462869 2,6	2,227E- 07	802650 59	560-2	500
560	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	53414, 5	4,34E -10	462869 2,6	4,377E- 07	661634 53	560-2	1000
560	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	56803, 67	4,34E -10	462869 2,6	6,537E- 07	524922 85	560-2	1500
560	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	60192, 85	4,34E -10	462869 2,6	8,702E- 07	376221 75	560-2	2000
560	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	63582, 03	4,34E -10	462869 2,6	1,087E- 06	216391 52	560-2	2500
560	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	66971, 21	4,34E -10	462869 2,6	1,304E- 06	125816 28	560-2	3000
560	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 101461 ,54	4,34E -10	461036 1,5	4,381E- 07	186784 285	560-1	0
560	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 98072, 36	4,34E -10	461036 1,5	2,233E- 07	136904 097	560-1	500
560	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 94683, 19	4,34E -10	461036 1,5	3,344E- 08	887201 17	560-1	1000
560	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 91294, 01	4,34E -10	461036 1,5	2,235E- 07	422339 31	560-1	1500
560	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 87904, 83	4,34E -10	461036 1,5	4,384E- 07	272539 3,8	560-1	2000
560	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 84515, 65	4,34E -10	461036 1,5	6,544E- 07	233036 86	560-1	2500
560	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 81126, 47	4,34E -10	461036 1,5	8,708E- 07	470258 38	560-1	3000
560	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	3586,2 4	4,34E -10	875770 9,3	-3,17E- 08	364431 08	560-2	0
560	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	6128,1 2	4,34E -10	875770 9,3	2,225E- 07	265030 67	560-2	500
560	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	8670,0 1	4,34E -10	875770 9,3	4,376E- 07	110451 87	560-2	1000
560	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	11211, 89	4,34E -10	875770 9,3	6,536E- 07	780866 2,9	560-2	1500
560	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	13753, 78	4,34E -10	875770 9,3	-8,7E- 07	284291 01	560-2	2000
560	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	16295, 66	4,34E -10	875770 9,3	1,087E- 06	509021 57	560-2	2500

560	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	18837, 54	- 4,34E -10	- 875770 9,3	- 1,303E- 06	- 832662 43	560-2	3000
561	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 28331, 21	2,181 E-10	458493 9,8	4,393E- 07	- 132425 48	561-1	0
561	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 25789, 33	2,181 E-10	458493 9,8	5,461E- 07	287767, 51	561-1	500
561	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 23247, 44	2,181 E-10	458493 9,8	6,537E- 07	125472 33	561-1	1000
561	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 20705, 56	2,181 E-10	458493 9,8	7,617E- 07	247994 16	561-1	1500
561	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 18163, 68	2,181 E-10	458493 9,8	8,699E- 07	480559 79	561-1	2000
561	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 15621, 79	2,181 E-10	458493 9,8	9,784E- 07	724233 17	561-1	2500
561	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 13079, 91	2,181 E-10	458493 9,8	1,087E- 06	104417 822	561-1	3000
561	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	65504, 63	2,657 E-11	540760 3,2	9,85E- 09	104004 039	561-2	0
561	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	68893, 81	2,657 E-11	540760 3,2	1,78E- 08	731510 86	561-2	500
561	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	72282, 99	2,657 E-11	540760 3,2	2,959E- 08	494128 14	561-2	1000
561	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	75672, 17	2,657 E-11	540760 3,2	4,223E- 08	271795 06	561-2	1500
561	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	79061, 35	2,657 E-11	540760 3,2	5,511E- 08	147420 90	561-2	2000
561	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	82450, 53	2,657 E-11	540760 3,2	6,809E- 08	315956 7,5	561-2	2500
561	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	85839, 7	2,657 E-11	540760 3,2	8,113E- 08	969381 2,2	561-2	3000
561	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 88115, 97	2,183 E-10	476673 8,7	4,397E- 07	143497 409	561-1	0
561	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 84726, 79	2,183 E-10	476673 8,7	5,465E- 07	100286 899	561-1	500
561	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 81337, 61	2,183 E-10	476673 8,7	-6,54E- 07	587710 70	561-1	1000
561	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 77948, 43	2,183 E-10	476673 8,7	7,619E- 07	202134 91	561-1	1500
561	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 74559, 26	2,183 E-10	476673 8,7	8,701E- 07	437417 7,8	561-1	2000
561	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 71170, 08	2,183 E-10	476673 8,7	9,784E- 07	276889 23	561-1	2500
561	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 67780, 9	2,183 E-10	476673 8,7	1,087E- 06	487971 14	561-1	3000
561	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	11726, 07	2,629 E-11	517708 4,4	9,572E- 09	483173 22	561-2	0
561	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	14267, 95	2,629 E-11	517708 4,4	1,766E- 08	286659 09	561-2	500

561	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	16809, 84	- 2,629 E-11	- 517708 4,4	- 2,959E- 08	614290 9,1	561-2	1000
561	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	19351, 72	- 2,629 E-11	- 517708 4,4	- 4,237E- 08	176529 61	561-2	1500
561	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	21893, 6	- 2,629 E-11	- 517708 4,4	- 5,539E- 08	542102 55	561-2	2000
561	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	24435, 49	- 2,629 E-11	- 517708 4,4	- 6,851E- 08	945879 73	561-2	2500
561	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	26977, 37	- 2,629 E-11	- 517708 4,4	- 8,168E- 08	136660 364	561-2	3000
562	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 36531, 56	- 4,341 E-10	- 455800 7,8	- 4,376E- 07	- 350050 79	562-1	0
562	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 33989, 68	- 4,341 E-10	- 455800 7,8	- 2,228E- 07	- 173732 25	562-1	500
562	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 31447, 8	- 4,341 E-10	- 455800 7,8	- 3,286E- 08	- 101156 7,7	562-1	1000
562	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 28905, 91	- 4,341 E-10	- 455800 7,8	- 2,228E- 07	- 140806 05	562-1	1500
562	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 26364, 03	- 4,341 E-10	- 455800 7,8	- 4,376E- 07	- 341378 19	562-1	2000
562	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 23822, 14	- 4,341 E-10	- 455800 7,8	- 6,536E- 07	- 648581 89	562-1	2500
562	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 21280, 26	- 4,341 E-10	- 455800 7,8	- 8,699E- 07	- 106917 432	562-1	3000
562	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 48989, 69	- 4,34E -10	- 485014 1,6	- 3,185E- 08	- 106156 394	562-2	0
562	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 52378, 87	- 4,34E -10	- 485014 1,6	- 2,227E- 07	- 849320 96	562-2	500
562	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 55768, 05	- 4,34E -10	- 485014 1,6	- 4,377E- 07	- 640401 11	562-2	1000
562	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 59157, 23	- 4,34E -10	- 485014 1,6	- 6,537E- 07	- 486639 08	562-2	1500
562	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 62546, 4	- 4,34E -10	- 485014 1,6	- 8,702E- 07	- 316010 84	562-2	2000
562	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 65935, 58	- 4,34E -10	- 485014 1,6	- 1,087E- 06	- 154150 42	562-2	2500
562	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 69324, 76	- 4,34E -10	- 485014 1,6	- 1,304E- 06	- 495869 1,1	562-2	3000
562	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 102758 ,97	- 4,34E -10	- 489087 5,8	- 4,381E- 07	- 184457 918	562-1	0
562	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 99369, 79	- 4,34E -10	- 489087 5,8	- 2,233E- 07	- 134259 869	562-1	500
562	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 95980, 61	- 4,34E -10	- 489087 5,8	- 3,344E- 08	- 857571 55	562-1	1000
562	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 92591, 43	- 4,34E -10	- 489087 5,8	- 2,235E- 07	- 389504 87	562-1	1500
562	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 89202, 25	- 4,34E -10	- 489087 5,8	- 4,384E- 07	- 74392,6 2	562-1	2000
562	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 85813, 08	- 4,34E -10	- 489087 5,8	- 6,544E- 07	- 255213 53	562-1	2500

562	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 82423, 9	- 4,34E -10	- 489087 5,8	- 8,708E- 07	496093 87	562-1	3000
562	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	6927,2 9	4,34E -10	460684 3,4	-3,17E- 08	483947 01	562-2	0
562	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	9469,1 7	4,34E -10	460684 3,4	2,225E- 07	350849 59	562-2	500
562	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	12011, 05	4,34E -10	460684 3,4	4,376E- 07	164014 28	562-2	1000
562	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	14552, 94	4,34E -10	460684 3,4	6,536E- 07	359468 5,5	562-2	1500
562	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17094, 82	4,34E -10	460684 3,4	-8,7E- 07	248697 07	562-2	2000
562	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	19636, 7	4,34E -10	460684 3,4	1,087E- 06	499870 44	562-2	2500
562	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	22178, 59	4,34E -10	460684 3,4	1,303E- 06	837996 02	562-2	3000
563	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	30064, 31	2,181 E-10	456061 2,9	4,393E- 07	180850 51	563-1	0
563	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	27522, 42	2,181 E-10	456061 2,9	5,461E- 07	368702 5	563-1	500
563	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	24980, 54	2,181 E-10	456061 2,9	6,537E- 07	944073 3,5	563-1	1000
563	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	22438, 66	2,181 E-10	456061 2,9	7,617E- 07	227168 78	563-1	1500
563	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	19896, 77	2,181 E-10	456061 2,9	8,699E- 07	467208 00	563-1	2000
563	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	17354, 89	2,181 E-10	456061 2,9	9,784E- 07	723172 54	563-1	2500
563	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	14813, 01	2,181 E-10	456061 2,9	1,087E- 06	104103 366	563-1	3000
563	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	63878, 43	2,657 E-11	511590 6,1	9,85E- 09	103797 192	563-2	0
563	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	67267, 61	2,657 E-11	511590 6,1	1,78E- 08	730586 00	563-2	500
563	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	70656, 79	2,657 E-11	511590 6,1	2,959E- 08	479191 44	563-2	1000
563	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	74045, 97	2,657 E-11	511590 6,1	4,223E- 08	250739 26	563-2	1500
563	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	77435, 15	2,657 E-11	511590 6,1	5,511E- 08	120288 07	563-2	2000
563	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	80824, 32	2,657 E-11	511590 6,1	6,809E- 08	201409, 06	563-2	2500
563	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	84213, 5	2,657 E-11	511590 6,1	8,113E- 08	137019 61	563-2	3000
563	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	86091, 06	2,183 E-10	453098 6,4	4,397E- 07	137903 886	563-1	0
563	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	82701, 88	2,183 E-10	453098 6,4	5,465E- 07	957069 93	563-1	500

563	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	79312, 7	2,183 E-10	453098 6,4	-6,54E- 07	552053 64	563-1	1000
563	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	75923, 53	2,183 E-10	453098 6,4	7,619E- 07	178176 52	563-1	1500
563	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	72534, 35	2,183 E-10	453098 6,4	8,701E- 07	587675 2	563-1	2000
563	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	69145, 17	2,183 E-10	453098 6,4	9,784E- 07	282865 09	563-1	2500
563	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	65755, 99	2,183 E-10	453098 6,4	1,087E- 06	486146 30	563-1	3000
563	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	13018, 41	2,629 E-11	533722 8,5	9,572E- 09	480211 88	563-2	0
563	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	15560, 29	2,629 E-11	533722 8,5	1,766E- 08	296648 69	563-2	500
563	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	18102, 18	2,629 E-11	533722 8,5	2,959E- 08	793341 4,8	563-2	1000
563	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	20644, 06	2,629 E-11	533722 8,5	4,237E- 08	150836 16	563-2	1500
563	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	23185, 95	2,629 E-11	533722 8,5	5,539E- 08	508662 77	563-2	2000
563	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	25727, 83	2,629 E-11	533722 8,5	6,851E- 08	904293 72	563-2	2500
563	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	28269, 71	2,629 E-11	533722 8,5	8,168E- 08	131687 662	563-2	3000
564	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	37834, 57	4,341 E-10	467999 4,1	4,376E- 07	392535 88	564-1	0
564	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	35292, 69	4,341 E-10	467999 4,1	2,228E- 07	209702 50	564-1	500
564	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	32750, 81	4,341 E-10	467999 4,1	3,286E- 08	395711 7	564-1	1000
564	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	30208, 92	4,341 E-10	467999 4,1	2,228E- 07	117865 12	564-1	1500
564	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	27667, 04	4,341 E-10	467999 4,1	4,376E- 07	324010 05	564-1	2000
564	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	25125, 15	4,341 E-10	467999 4,1	6,536E- 07	643893 92	564-1	2500
564	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	22583, 27	4,341 E-10	467999 4,1	8,699E- 07	106181 871	564-1	3000
564	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	47153, 46	4,34E -10	468283 4,1	3,185E- 08	105395 310	564-2	0
564	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	50542, 64	4,34E -10	468283 4,1	2,227E- 07	843722 78	564-2	500
564	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	53931, 82	4,34E -10	468283 4,1	4,377E- 07	624554 20	564-2	1000
564	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	57321	4,34E -10	468283 4,1	6,537E- 07	464729 92	564-2	1500
564	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	60710, 18	4,34E -10	468283 4,1	8,702E- 07	288019 18	564-2	2000

564	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	64099, 36	4,34E -10	468283 4,1	1,087E- 06	118752 89	564-2	2500
564	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	67488, 53	4,34E -10	468283 4,1	1,304E- 06	712101, 2	564-2	3000
564	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	102225, 44	4,34E -10	462981 0,2	4,381E- 07	179241 971	564-1	0
564	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	98836, 26	4,34E -10	462981 0,2	2,233E- 07	129992 939	564-1	500
564	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	95447, 08	4,34E -10	462981 0,2	3,344E- 08	824392 32	564-1	1000
564	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	92057, 9	4,34E -10	462981 0,2	2,235E- 07	365815 52	564-1	1500
564	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	88668, 73	4,34E -10	462981 0,2	4,384E- 07	143973 2,5	564-1	2000
564	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	85279, 55	4,34E -10	462981 0,2	6,544E- 07	262098 38	564-1	2500
564	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	81890, 37	4,34E -10	462981 0,2	8,708E- 07	494792 49	564-1	3000
564	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	8342,2 4	4,34E -10	473403 4,8	-3,17E- 08	484472 39	564-2	0
564	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	10884, 12	4,34E -10	473403 4,8	2,225E- 07	354497 21	564-2	500
564	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	13426, 01	4,34E -10	473403 4,8	4,376E- 07	175724 97	564-2	1000
564	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	15967, 89	4,34E -10	473403 4,8	6,536E- 07	160675 4,9	564-2	1500
564	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	18509, 77	4,34E -10	473403 4,8	-8,7E- 07	220628 92	564-2	2000
564	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	21051, 66	4,34E -10	473403 4,8	1,087E- 06	462290 04	564-2	2500
564	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	23593, 54	4,34E -10	473403 4,8	1,303E- 06	791240 89	564-2	3000
565	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	30092, 59	2,181 E-10	456838 5,6	4,393E- 07	181571 09	565-1	0
565	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	27550, 71	2,181 E-10	456838 5,6	5,461E- 07	374490 8,4	565-1	500
565	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	25008, 83	2,181 E-10	456838 5,6	6,537E- 07	939703 9,5	565-1	1000
565	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	22466, 94	2,181 E-10	456838 5,6	7,617E- 07	226997 41	565-1	1500
565	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	19925, 06	2,181 E-10	456838 5,6	8,699E- 07	467118 06	565-1	2000
565	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	17383, 18	2,181 E-10	456838 5,6	9,784E- 07	723180 86	565-1	2500
565	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	14841, 29	2,181 E-10	456838 5,6	1,087E- 06	104090 952	565-1	3000
565	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	63859, 59	2,657 E-11	527425 4,5	9,85E- 09	103785 296	565-2	0

565	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	67248, 77	2,657 E-11	527425 4,5	1,78E- 08	730407 99	565-2	500
565	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	70637, 95	2,657 E-11	527425 4,5	2,959E- 08	478589 52	565-2	1000
565	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	74027, 13	2,657 E-11	527425 4,5	4,223E- 08	249943 69	565-2	1500
565	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	77416, 3	2,657 E-11	527425 4,5	5,511E- 08	119458 33	565-2	2000
565	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	80805, 48	2,657 E-11	527425 4,5	6,809E- 08	301127, 08	565-2	2500
565	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	84194, 66	2,657 E-11	527425 4,5	8,113E- 08	138184 07	565-2	3000
565	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 86033, 46	- 2,183 E-10	- 452884 0,5	- 4,397E- 07	- 137756 554	565-1	0
565	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 82644, 28	- 2,183 E-10	- 452884 0,5	- 5,465E- 07	- 955884 92	565-1	500
565	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 79255, 1	- 2,183 E-10	- 452884 0,5	- -6,54E- 07	- 551157 10	565-1	1000
565	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 75865, 92	- 2,183 E-10	- 452884 0,5	- 7,619E- 07	- 177692 12	565-1	1500
565	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 72476, 75	- 2,183 E-10	- 452884 0,5	- 8,701E- 07	- 590239 1,3	565-1	2000
565	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 69087, 57	- 2,183 E-10	- 452884 0,5	- 9,784E- 07	- 282890 53	565-1	2500
565	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 65698, 39	- 2,183 E-10	- 452884 0,5	- 1,087E- 06	- 486110 24	565-1	3000
565	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	13051, 8	2,629 E-11	513942 9,9	9,572E- 09	480016 69	565-2	0
565	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	15593, 69	2,629 E-11	513942 9,9	1,766E- 08	296859 01	565-2	500
565	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	18135, 57	2,629 E-11	513942 9,9	2,959E- 08	796694 7,4	565-2	1000
565	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	20677, 45	2,629 E-11	513942 9,9	4,237E- 08	150379 94	565-2	1500
565	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	23219, 34	2,629 E-11	513942 9,9	5,539E- 08	508245 14	565-2	2000
565	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	25761, 22	2,629 E-11	513942 9,9	6,851E- 08	903781 40	565-2	2500
565	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	28303, 1	2,629 E-11	513942 9,9	8,168E- 08	131626 978	565-2	3000
566	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 37929, 95	- 4,341 E-10	- 465052 8,8	- 4,376E- 07	- 395384 77	566-1	0
566	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 35388, 07	- 4,341 E-10	- 465052 8,8	- 2,228E- 07	- 212074 14	566-1	500
566	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 32846, 18	- 4,341 E-10	- 465052 8,8	- 3,286E- 08	- 414654 0,4	566-1	1000
566	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 30304, 3	- 4,341 E-10	- 465052 8,8	- 2,228E- 07	- 116448 62	566-1	1500

566	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 27762, 42	4,341 E-10	465052 8,8	4,376E- 07	323162 10	566-1	2000
566	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	25220, 53	4,341 E-10	465052 8,8	6,536E- 07	643986 76	566-1	2500
566	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	22678, 65	4,341 E-10	465052 8,8	8,699E- 07	106179 992	566-1	3000
566	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	47065, 38	4,34E -10	468533 2,5	3,185E- 08	105393 929	566-2	0
566	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	50454, 56	4,34E -10	468533 2,5	2,227E- 07	843621 61	566-2	500
566	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	53843, 73	4,34E -10	468533 2,5	4,377E- 07	623454 91	566-2	1000
566	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	57232, 91	4,34E -10	468533 2,5	6,537E- 07	463044 35	566-2	1500
566	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	60622, 09	4,34E -10	468533 2,5	8,702E- 07	285748 74	566-2	2000
566	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	64011, 27	4,34E -10	468533 2,5	1,087E- 06	116097 37	566-2	2500
566	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	67400, 45	4,34E -10	468533 2,5	1,304E- 06	391893, 11	566-2	3000
566	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 102203 ,11	4,34E -10	463971 4,6	4,381E- 07	178883 408	566-1	0
566	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 98813, 93	4,34E -10	463971 4,6	2,233E- 07	129694 489	566-1	500
566	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 95424, 75	4,34E -10	463971 4,6	3,344E- 08	822009 12	566-1	1000
566	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 92035, 58	4,34E -10	463971 4,6	2,235E- 07	364033 95	566-1	1500
566	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 88646, 4	4,34E -10	463971 4,6	4,384E- 07	154864 6	566-1	2000
566	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 85257, 22	4,34E -10	463971 4,6	6,544E- 07	262633 95	566-1	2500
566	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 81868, 04	4,34E -10	463971 4,6	8,708E- 07	494721 73	566-1	3000
566	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	8451,4 6	4,34E -10	471194 8	-3,17E- 08	484505 93	566-2	0
566	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	10993, 35	4,34E -10	471194 8	2,225E- 07	354897 09	566-2	500
566	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	13535, 23	4,34E -10	471194 8	4,376E- 07	176612 69	566-2	1000
566	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	16077, 11	4,34E -10	471194 8	6,536E- 07	146992 2,1	566-2	1500
566	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	18619	4,34E -10	471194 8	-8,7E- 07	218781 39	566-2	2000
566	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	21160, 88	4,34E -10	471194 8	1,087E- 06	460163 11	566-2	2500
566	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	23702, 76	4,34E -10	471194 8	1,303E- 06	788673 07	566-2	3000
567	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 28740, 44	2,181 E-10	480820 7,4	4,393E- 07	144512 52	567-1	0

567	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 26198, 56	2,181 E-10	480820 7,4	5,461E- 07	- 716313, 07	567-1	500
567	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 23656, 67	2,181 E-10	480820 7,4	6,537E- 07	- 117477 80	567-1	1000
567	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 21114, 79	2,181 E-10	480820 7,4	7,617E- 07	- 242515 77	567-1	1500
567	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 18572, 91	2,181 E-10	480820 7,4	8,699E- 07	- 477016 00	567-1	2000
567	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 16031, 02	2,181 E-10	480820 7,4	9,784E- 07	- 724693 95	567-1	2500
567	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 13489, 14	2,181 E-10	480820 7,4	1,087E- 06	- 104434 738	567-1	3000
567	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	65143, 06	2,657 E-11	514675 6,7	9,85E- 09	- 104032 795	567-2	0
567	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	68532, 24	2,657 E-11	514675 6,7	1,78E- 08	- 731362 85	567-2	500
567	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	71921, 41	2,657 E-11	514675 6,7	2,959E- 08	- 489485 09	567-2	1000
567	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	75310, 59	2,657 E-11	514675 6,7	4,223E- 08	- 264685 05	567-2	1500
567	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	78699, 77	2,657 E-11	514675 6,7	5,511E- 08	- 138516 69	567-2	2000
567	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	82088, 95	2,657 E-11	514675 6,7	6,809E- 08	- 204395 3,5	567-2	2500
567	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	85478, 13	2,657 E-11	514675 6,7	8,113E- 08	- 110346 18	567-2	3000
567	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 87628, 12	2,183 E-10	455314 7,8	4,397E- 07	- 142050 706	567-1	0
567	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 84238, 94	2,183 E-10	455314 7,8	5,465E- 07	- 990841 28	567-1	500
567	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 80849, 77	2,183 E-10	455314 7,8	-6,54E- 07	- 578122 35	567-1	1000
567	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 77460, 59	2,183 E-10	455314 7,8	7,619E- 07	- 195455 77	567-1	1500
567	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 74071, 41	2,183 E-10	455314 7,8	8,701E- 07	- 480932 4	567-1	2000
567	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 70682, 23	2,183 E-10	455314 7,8	9,784E- 07	- 278912 17	567-1	2500
567	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 67293, 05	2,183 E-10	455314 7,8	1,087E- 06	- 488063 56	567-1	3000
567	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	12176, 45	2,629 E-11	547365 4,2	9,572E- 09	- 483262 02	567-2	0
567	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	14718, 33	2,629 E-11	547365 4,2	1,766E- 08	- 288548 29	567-2	500
567	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17260, 21	2,629 E-11	547365 4,2	2,959E- 08	- 653414 7,6	567-2	1000
567	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	19802, 1	2,629 E-11	547365 4,2	4,237E- 08	- 170594 29	567-2	1500

567	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	22343, 98	- 2,629 E-11	- 547365 4,2	- 5,539E- 08	- 534817 03	567-2	2000
567	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	24885, 87	- 2,629 E-11	- 547365 4,2	- 6,851E- 08	- 936786 30	567-2	2500
567	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	27427, 75	- 2,629 E-11	- 547365 4,2	- 8,168E- 08	- 135570 232	567-2	3000
568	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 36909, 51	- 4,341 E-10	- 491748 5,2	- 4,376E- 07	- 361874 65	568-1	0
568	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 34367, 63	- 4,341 E-10	- 491748 5,2	- 2,228E- 07	- 183666 54	568-1	500
568	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 31825, 75	- 4,341 E-10	- 491748 5,2	- 3,286E- 08	- 181604 7,5	568-1	1000
568	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 29283, 86	- 4,341 E-10	- 491748 5,2	- 2,228E- 07	- 134650 58	568-1	1500
568	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 26741, 98	- 4,341 E-10	- 491748 5,2	- 4,376E- 07	- 337419 21	568-1	2000
568	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 24200, 1	- 4,341 E-10	- 491748 5,2	- 6,536E- 07	- 648770 31	568-1	2500
568	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 21658, 21	- 4,341 E-10	- 491748 5,2	- 8,699E- 07	- 106891 909	568-1	3000
568	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	48608, 5	4,34E -10	459989 4,4	3,185E- 08	106145 741	568-2	0
568	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	51997, 68	4,34E -10	459989 4,4	2,227E- 07	848910 22	568-2	500
568	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	55386, 86	4,34E -10	459989 4,4	4,377E- 07	636176 76	568-2	1000
568	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	58776, 04	4,34E -10	459989 4,4	6,537E- 07	480063 19	568-2	1500
568	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	62165, 22	4,34E -10	459989 4,4	8,702E- 07	307082 19	568-2	2000
568	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	65554, 4	4,34E -10	459989 4,4	1,087E- 06	143636 89	568-2	2500
568	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	68943, 57	4,34E -10	459989 4,4	1,304E- 06	368763 7,8	568-2	3000
568	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 102670 ,24	- 4,34E -10	- 454993 3,4	- 4,381E- 07	- 182984 259	568-1	0
568	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 99281, 06	- 4,34E -10	- 454993 3,4	- 2,233E- 07	- 133031 547	568-1	500
568	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 95891, 88	- 4,34E -10	- 454993 3,4	- 3,344E- 08	- 847741 60	568-1	1000
568	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 92502, 7	- 4,34E -10	- 454993 3,4	- 2,235E- 07	- 382128 04	568-1	1500
568	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 89113, 52	- 4,34E -10	- 454993 3,4	- 4,384E- 07	- 387263, 66	568-1	2000
568	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 85724, 35	- 4,34E -10	- 454993 3,4	- 6,544E- 07	- 257560 39	568-1	2500
568	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 82335, 17	- 4,34E -10	- 454993 3,4	- 8,708E- 07	- 496178 58	568-1	3000
568	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 7366,7 6	- 4,34E -10	- 489711 5,4	- -3,17E- 08	- 484440 23	568-2	0

568	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	9908,6 4	- 4,34E -10	- 489711 5,4	- 2,225E- 07	352130 86	568-2	500
568	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	12450, 52	- 4,34E -10	- 489711 5,4	- 4,376E- 07	167348 79	568-2	1000
568	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	14992, 41	- 4,34E -10	- 489711 5,4	- 6,536E- 07	305522 1,4	568-2	1500
568	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17534, 29	- 4,34E -10	- 489711 5,4	- -8,7E- 07	241241 10	568-2	2000
568	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	20076, 17	- 4,34E -10	- 489711 5,4	- 1,087E- 06	491121 01	568-2	2500
568	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	22618, 06	- 4,34E -10	- 489711 5,4	- 1,303E- 06	827341 00	568-2	3000
569	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 26222, 44	- 2,181 E-10	- 607290 9,3	- 4,393E- 07	- 921155 5,3	569-1	0
569	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 23680, 55	- 2,181 E-10	- 607290 9,3	- 5,461E- 07	- 379786 8	569-1	500
569	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 21138, 67	- 2,181 E-10	- 607290 9,3	- 6,537E- 07	- 158337 66	569-1	1000
569	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 18596, 79	- 2,181 E-10	- 607290 9,3	- 7,617E- 07	- 289715 41	569-1	1500
569	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 16054, 9	- 2,181 E-10	- 607290 9,3	- 8,699E- 07	- 524656 98	569-1	2000
569	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 13513, 02	- 2,181 E-10	- 607290 9,3	- 9,784E- 07	- 757408 85	569-1	2500
569	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	- 10971, 14	- 2,181 E-10	- 607290 9,3	- 1,087E- 06	- 100005 527	569-1	3000
569	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	68164, 12	2,657 E-11	130400 92	9,85E- 09	983511 01	569-2	0
569	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	71553, 3	2,657 E-11	130400 92	1,78E- 08	691996 47	569-2	500
569	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	74942, 48	2,657 E-11	130400 92	2,959E- 08	482876 40	569-2	1000
569	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	78331, 66	2,657 E-11	130400 92	4,223E- 08	289257 06	569-2	1500
569	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	81720, 84	2,657 E-11	130400 92	5,511E- 08	197021 62	569-2	2000
569	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	85110, 02	2,657 E-11	130400 92	6,809E- 08	112413 12	569-2	2500
569	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	88499, 19	2,657 E-11	130400 92	8,113E- 08	157495 8,5	569-2	3000
569	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 84733, 81	- 2,183 E-10	- 913413 7,7	- 4,397E- 07	- 139216 963	569-1	0
569	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 81344, 63	- 2,183 E-10	- 913413 7,7	- 5,465E- 07	- 982310 28	569-1	500
569	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 77955, 45	- 2,183 E-10	- 913413 7,7	- -6,54E- 07	- 592370 98	569-1	1000
569	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 74566, 28	- 2,183 E-10	- 913413 7,7	- 7,619E- 07	- 243105 76	569-1	1500
569	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 71177, 1	- 2,183 E-10	- 913413 7,7	- 8,701E- 07	- 270596 6,8	569-1	2000

569	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	67787,92	2,183E-10	9134137,7	9,784E-07	16152081	569-1	2500
569	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	64398,74	2,183E-10	9134137,7	1,087E-06	31055142	569-1	3000
569	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	5135,65	2,629E-11	8618293,6	9,572E-09	36673052	569-2	0
569	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	7677,54	2,629E-11	8618293,6	1,766E-08	25909268	569-2	500
569	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	10219,42	2,629E-11	8618293,6	2,959E-08	4946694,7	569-2	1000
569	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	12761,3	2,629E-11	8618293,6	4,237E-08	19755088	569-2	1500
569	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	15303,19	2,629E-11	8618293,6	5,539E-08	57560791	569-2	2000
569	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	17845,07	2,629E-11	8618293,6	6,851E-08	99094720	569-2	2500
569	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	20386,96	2,629E-11	8618293,6	8,168E-08	142388675	569-2	3000
570	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	32935,96	4,341E-10	5074628,9	4,376E-07	26775524	570-1	0
570	500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	30394,07	4,341E-10	5074628,9	2,228E-07	10937301	570-1	500
570	1000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	27852,19	4,341E-10	5074628,9	3,286E-08	3632804,4	570-1	1000
570	1500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	25310,31	4,341E-10	5074628,9	2,228E-07	16937567	570-1	1500
570	2000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	22768,42	4,341E-10	5074628,9	4,376E-07	34297600	570-1	2000
570	2500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	20226,54	4,341E-10	5074628,9	6,536E-07	62197283	570-1	2500
570	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	17684,66	4,341E-10	5074628,9	8,699E-07	101498513	570-1	3000
570	3000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	46725,89	4,34E-10	8148635,7	3,185E-08	98981580	570-2	0
570	3500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	50115,07	4,34E-10	8148635,7	2,227E-07	80099210	570-2	500
570	4000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	53504,25	4,34E-10	8148635,7	4,377E-07	66279053	570-2	1000
570	4500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	56893,43	4,34E-10	8148635,7	6,537E-07	52366738	570-2	1500
570	5000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	60282,61	4,34E-10	8148635,7	8,702E-07	37312755	570-2	2000
570	5500	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	63671,78	4,34E-10	8148635,7	1,087E-06	21255536	570-2	2500
570	6000	ENVELOPE	Combina tion	Max	0	67060,96	4,34E-10	8148635,7	1,304E-06	12101020	570-2	3000
570	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	101591,11	4,34E-10	9237276,3	4,381E-07	186768957	570-1	0
570	500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	98201,93	4,34E-10	9237276,3	2,233E-07	136826414	570-1	500

570	1000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 94812, 75	- 4,34E -10	- 923727 6,3	- 3,344E- 08	- 885812 83	570-1	1000
570	1500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 91423, 57	- 4,34E -10	- 923727 6,3	- 2,235E- 07	- 420363 40	570-1	1500
570	2000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 88034, 39	- 4,34E -10	- 923727 6,3	- 4,384E- 07	- 251219 9,9	570-1	2000
570	2500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 84645, 21	- 4,34E -10	- 923727 6,3	- 6,544E- 07	- 235067 60	570-1	2500
570	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 81256, 04	- 4,34E -10	- 923727 6,3	- 8,708E- 07	- 470459 26	570-1	3000
570	3000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 3853,9 1	- 4,34E -10	- 494146 7,4	- -3,17E- 08	- 375722 20	570-2	0
570	3500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 6395,7 9	- 4,34E -10	- 494146 7,4	- 2,225E- 07	- 271243 85	570-2	500
570	4000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 8937,6 8	- 4,34E -10	- 494146 7,4	- 4,376E- 07	- 111474 00	570-2	1000
570	4500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 11479, 56	- 4,34E -10	- 494146 7,4	- 6,536E- 07	- 764401 3	570-2	1500
570	5000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 14021, 44	- 4,34E -10	- 494146 7,4	- -8,7E- 07	- 282592 89	570-2	2000
570	5500	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 16563, 33	- 4,34E -10	- 494146 7,4	- 1,087E- 06	- 508368 60	570-2	2500
570	6000	ENVELOPE	Combina tion	Min	0	- 19105, 21	- 4,34E -10	- 494146 7,4	- 1,303E- 06	- 832826 64	570-2	3000

LAMPIRAN KOLOM

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	Text	m
184	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 78473, 7	24639, 11	18688, 3	2756, 3	81376, 28	92955, 69	184-1	0
184	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 75708, 9	24639, 11	18688, 3	2756, 3	45627, 78	43903, 6	184-1	2
184	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 72944, 1	24639, 11	18688, 3	2756, 3	11826, 12	7642,8 2	184-1	4
184	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 444820 ,95	- 25229, 16	- 22134, 06	- 2752, 89	- 84209, 98	- 93711, 31	184-1	0
184	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 441134 ,55	- 25229, 16	- 22134, 06	- 2752, 89	- 41569, 97	- 43479, 13	184-1	2
184	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 437448 ,15	- 25229, 16	- 22134, 06	- 2752, 89	- -876,8	- 6038,2 5	184-1	4
185	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 265906 ,57	- 21323, 5	- 15423, 84	- 2756, 3	- 83213, 82	- 88778, 19	185-1	0
185	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 268671 ,37	- 21323, 5	- 15423, 84	- 2756, 3	- 53146, 15	- 46792, 79	185-1	2
185	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 271436 ,17	- 21323, 5	- 15423, 84	- 2756, 3	- 23123, 94	- 6214,1 6	185-1	4
185	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 520109 ,37	- 18936, 63	- 16195, 66	- 2752, 89	- 82670, 66	- 85793, 22	185-1	0
185	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 516422 ,97	- 18936, 63	- 16195, 66	- 2752, 89	- 51059, 36	- 48581, 56	185-1	2
185	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 512736 ,57	- 18936, 63	- 16195, 66	- 2752, 89	- 19493, 51	- 12776, 67	185-1	4
186	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 111108 ,45	- 13393, 58	- 27232	- 2756, 3	- 99641, 03	- 60997, 92	186-1	0
186	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 108343 ,65	- 13393, 58	- 27232	- 2756, 3	- 45203, 71	- 35511, 45	186-1	2
186	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 105578 ,85	- 13393, 58	- 27232	- 2756, 3	- 10153, 39	- 12850, 76	186-1	4
186	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 375557 ,36	- 17687, 6	- 26856, 82	- 2752, 89	- 97775, 38	- 66451, 33	186-1	0
186	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 371870 ,96	- 17687, 6	- 26856, 82	- 2752, 89	- 44088, 42	- 32376, 82	186-1	2
186	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 368184 ,56	- 17687, 6	- 26856, 82	- 2752, 89	- 9788,4 6	- 1128,0 7	186-1	4
187	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 242754 ,87	- 18584, 01	- 25871, 07	- 2756, 3	- 93168, 56	- 67501, 63	187-1	0
187	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 239990 ,07	- 18584, 01	- 25871, 07	- 2756, 3	- 41452, 32	- 30564, 14	187-1	2
187	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 237225 ,27	- 18584, 01	- 25871, 07	- 2756, 3	- 11722, 9	- 5860,0 4	187-1	4

187	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 622819 ,85	- 18107, 14	- 25628, 41	- 2752, 89	- 91452, 46	- 66960, 26	187-1	0
187	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 619133 ,45	- 18107, 14	- 25628, 41	- 2752, 89	- 40221, 55	- 30976, 5	187-1	2
187	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 615447 ,05	- 18107, 14	- 25628, 41	- 2752, 89	- 10977, 46	- 7226,1 5	187-1	4
188	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 262894 ,29	- 18160, 99	- 24301, 41	- 2756, 3	- 86473, 83	- 66995, 39	188-1	0
188	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 260129 ,49	- 18160, 99	- 24301, 41	- 2756, 3	- 37896, 35	- 30708, 73	188-1	2
188	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 257364 ,69	- 18160, 99	- 24301, 41	- 2756, 3	- 10099, 11	- 6192,5 5	188-1	4
188	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 618016 ,78	- 18246, 32	- 23483, 55	- 2752, 89	- 84018, 01	- 67160, 43	188-1	0
188	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 614330 ,38	- 18246, 32	- 23483, 55	- 2752, 89	- 37076, 25	- 30703, 12	188-1	2
188	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 610643 ,98	- 18246, 32	- 23483, 55	- 2752, 89	- 10914, 73	- -6016,3	188-1	4
189	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 241325 ,05	- 18235, 49	- 22320, 86	- 2756, 3	- 79550, 08	- 67063, 95	189-1	0
189	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 238560 ,25	- 18235, 49	- 22320, 86	- 2756, 3	- 34935, 39	- 30703, 31	189-1	2
189	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 235795 ,45	- 18235, 49	- 22320, 86	- 2756, 3	- 9025,2 4	- 5711,3 3	189-1	4
189	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 605515 ,73	- 18048, 44	- 21463, 55	- 2752, 89	- 77027, 73	- 66886, 73	189-1	0
189	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 601829 ,33	- 18048, 44	- 21463, 55	- 2752, 89	- 34127, 66	- 30900, 21	189-1	2
189	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 598142 ,93	- 18048, 44	- 21463, 55	- 2752, 89	- 9932,1 3	- 6282,3 5	189-1	4
190	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 241504 ,08	- 18005, 46	- 22532, 9	- 2756, 3	- 80348, 59	- 66798, 98	190-1	0
190	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 238739 ,28	- 18005, 46	- 22532, 9	- 2756, 3	- 35308, 6	- 30871, 12	190-1	2
190	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 235974 ,48	- 18005, 46	- 22532, 9	- 2756, 3	- 9056,7 1	- 6274,3 3	190-1	4
190	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 605401 ,91	- 18259, 08	- 21665, 33	- 2752, 89	- 77796, 39	- 67175, 49	190-1	0
190	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 601715 ,51	- 18259, 08	- 21665, 33	- 2752, 89	- 34491, 52	- 30740, 39	190-1	2
190	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 598029 ,11	- 18259, 08	- 21665, 33	- 2752, 89	- 9974,7 7	- 5636,3 5	190-1	4
191	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 262944 ,31	- 18193, 41	- 23959, 8	- 2756, 3	- 85283, 95	- 67036, 09	191-1	0
191	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 260179 ,51	- 18193, 41	- 23959, 8	- 2756, 3	- 37388, 89	- 30684, 67	191-1	2

191	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 257414 ,71	18193, 41	23959, 8	2756, 3	9951,1 7	6052,8 8	191-1	4
191	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 618112 ,45	- 18187, 53	- 23135, 98	- 2752, 89	- 82769, 75	- 67086, 53	191-1	0
191	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 614426 ,05	- 18187, 53	- 23135, 98	- 2752, 89	- 36522, 34	- 30746, 87	191-1	2
191	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 610739 ,65	- 18187, 53	- 23135, 98	- 2752, 89	- 10732, 27	- 6126,8 5	191-1	4
192	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 239506 ,13	- 18106, 53	- 25183, 8	- 2756, 3	- 90074, 35	- 66925, 95	192-1	0
192	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 236741 ,33	- 18106, 53	- 25183, 8	- 2756, 3	- 39731, 21	- 30928, 24	192-1	2
192	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 233976 ,53	- 18106, 53	- 25183, 8	- 2756, 3	- 10376, 11	- 7401,5 4	192-1	4
192	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 613987 ,76	- 18682, 49	- 24469, 17	- 2752, 89	- 87680, 4	- 67707, 49	192-1	0
192	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 610301 ,36	- 18682, 49	- 24469, 17	- 2752, 89	- 38766, 51	- 30557, 87	192-1	2
192	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 606614 ,96	- 18682, 49	- 24469, 17	- 2752, 89	- 10840, 66	- 5879,2 5	192-1	4
193	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 105254 ,86	- 17452, 21	- 26981, 6	- 2756, 3	- 98220, 96	- 66073, 46	193-1	0
193	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 102490 ,06	- 17452, 21	- 26981, 6	- 2756, 3	- 44266, 86	- 32422, 86	193-1	2
193	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 99725, 26	- 17452, 21	- 26981, 6	- 2756, 3	- 8796,0 5	- 1390,5 1	193-1	4
193	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 359748 ,16	- 13476, 74	- 26039, 24	- 2752, 89	- 95523, 89	- 61135, 98	193-1	0
193	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 356061 ,76	- 13476, 74	- 26039, 24	- 2752, 89	- 43454, 5	- 35436, 33	193-1	2
193	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 352375 ,36	- 13476, 74	- 26039, 24	- 2752, 89	- 9868,4	- 12354, 92	193-1	4
194	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 140899 ,45	- 10495, 84	- 23164, 45	- 2756, 3	- 94525, 23	- 56381, 18	194-1	0
194	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 143664 ,25	- 10495, 84	- 23164, 45	- 2756, 3	- 48491, 9	- 35803, 13	194-1	2
194	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 146429 ,05	- 10495, 84	- 23164, 45	- 2756, 3	- 4680,9 4	- 16095, 46	194-1	4
194	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 403405 ,35	- 11640, 56	- 20367, 69	- 2752, 89	- 89616, 78	- 57891, 93	194-1	0
194	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 399718 ,95	- 11640, 56	- 20367, 69	- 2752, 89	- 49176, 98	- 35024, 43	194-1	2
194	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 396032 ,55	- 11640, 56	- 20367, 69	- 2752, 89	- 10959, 56	- 13027, 33	194-1	4
195	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 39322, 93	- 13956, 8	- 23690, 4	- 2756, 3	- 90424	- 60739, 19	195-1	0
195	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 42087, 73	- 13956, 8	- 23690, 4	- 2756, 3	- 44042, 21	- 33096, 6	195-1	2

195	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	44852, 53	13956, 8	23690, 4	2756, 3	1221,3 5	6631,0 6	195-1	4
195	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	405359 ,73	15229, 32	- 18749	2752, 89	82803, 78	62410, 52	195-1	0
195	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	401673 ,33	15229, 32	- 18749	2752, 89	46304, 79	32222, 89	195-1	2
195	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	397986 ,93	15229, 32	- 18749	2752, 89	13366, 74	3212,3 1	195-1	4
196	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	99203, 12	17551, 13	21923, 19	2756, 3	83481, 22	65263, 58	196-1	0
196	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	96438, 32	17551, 13	21923, 19	2756, 3	40433, 49	30195, 24	196-1	2
196	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	93673, 52	17551, 13	21923, 19	2756, 3	738,6	5492,9 8	196-1	4
196	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	404655 ,46	17635, 03	17603, 76	2752, 89	76625, 57	65441, 37	196-1	0
196	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	400969 ,06	17635, 03	17603, 76	2752, 89	42216, 69	30205, 23	196-1	2
196	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	397282 ,66	17635, 03	17603, 76	2752, 89	11160, 66	5335,1 8	196-1	4
197	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	55376, 1	15578, 66	20059, 14	2756, 3	76702, 37	62745, 73	197-1	0
197	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	58140, 9	15578, 66	20059, 14	2756, 3	37391, 93	32139, 48	197-1	2
197	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	60905, 7	15578, 66	20059, 14	2756, 3	1362,1 3	2907,3 8	197-1	4
197	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	407459 ,14	13615, 91	15769, 2	2752, 89	69866, 81	60351, 85	197-1	0
197	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	403772 ,74	13615, 91	15769, 2	2752, 89	39136, 24	33671, 09	197-1	2
197	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	400086 ,34	13615, 91	15769, 2	2752, 89	11686, 32	8364,4 8	197-1	4
198	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	57502, 33	13635, 91	20219, 64	2756, 3	77437, 07	60335, 81	198-1	0
198	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	60267, 13	13635, 91	20219, 64	2756, 3	37797, 75	33575, 03	198-1	2
198	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	63031, 93	13635, 91	20219, 64	2756, 3	1404,7 7	8351,8 7	198-1	4
198	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	408284 ,97	15668, 94	15922, 62	2752, 89	70575, 64	62962, 75	198-1	0
198	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	404598 ,57	15668, 94	15922, 62	2752, 89	39530, 37	32135, 91	198-1	2
198	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	400912 ,17	15668, 94	15922, 62	2752, 89	11731, 42	2846,6 9	198-1	4
199	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	100025 ,27	17576, 98	21672, 7	2756, 3	82405, 98	65296, 04	199-1	0
199	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	97260, 47	17576, 98	21672, 7	2756, 3	39848, 55	30176, 05	199-1	2
199	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	94495, 67	17576, 98	21672, 7	2756, 3	661,69	5377,8 8	199-1	4

199	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 404006 ,19	- 17592, 33	- 17315, 83	- 2752, 89	- 75452, 38	- 65387, 69	199-1	0
199	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 400319 ,79	- 17592, 33	- 17315, 83	- 2752, 89	- 41608, 69	- 30237, 01	199-1	2
199	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 396633 ,39	- 17592, 33	- 17315, 83	- 2752, 89	- 11135, 57	- 5408,1 5	199-1	4
200	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 42656, 22	- 15270, 83	- 22659, 94	- 2756, 3	- 86898, 51	- 62359, 31	200-1	0
200	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 45421, 02	- 15270, 83	- 22659, 94	- 2756, 3	- 42442, 04	- 32185, 16	200-1	2
200	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 48185, 82	- 15270, 83	- 22659, 94	- 2756, 3	- 1384,9 6	- 3108,9 9	200-1	4
200	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 391448 ,01	- 13847, 59	- 18070, 27	- 2752, 89	- 79635, 44	- 60643, 32	200-1	0
200	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 387761 ,61	- 13847, 59	- 18070, 27	- 2752, 89	- 44358, 3	- 33315, 67	200-1	2
200	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 384075 ,21	- 13847, 59	- 18070, 27	- 2752, 89	- 12480, 56	- 7085,9 9	200-1	4
201	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 152122 ,01	- 11088, 49	- 22140, 56	- 2756, 3	- 92136, 54	- 57095, 44	201-1	0
201	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 154886 ,81	- 11088, 49	- 22140, 56	- 2756, 3	- 47931, 24	- 35189, 14	201-1	2
201	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 157651 ,61	- 11088, 49	- 22140, 56	- 2756, 3	- 5428,3	- 13745, 55	201-1	4
201	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 373860 ,79	- 10585, 72	- 19847, 03	- 2752, 89	- 87741, 67	- 56536, 06	201-1	0
201	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 370174 ,39	- 10585, 72	- 19847, 03	- 2752, 89	- 48123, 44	- 35635, 3	201-1	2
201	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 366487 ,99	- 10585, 72	- 19847, 03	- 2752, 89	- 10207, 56	- 15197, 24	201-1	4
725	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 154175 ,14	- 4950,1 5	- 18944, 03	- 5257, 39	- 50509, 91	- 17922, 07	725-1	0
725	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 156939 ,94	- 4950,1 5	- 18944, 03	- 5257, 39	- 12764, 49	- 8584,0 5	725-1	2
725	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 159704 ,74	- 4950,1 5	- 18944, 03	- 5257, 39	- 18228, 72	- 3856,6 2	725-1	4
725	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 353842 ,83	- 3991,8	- 15174, 31	- 5251, 76	- 42641, 83	- 15922, 88	725-1	0
725	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 350156 ,43	- 3991,8	- 15174, 31	- 5251, 76	- 12435, 86	- 8501,5 7	725-1	2
725	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 346470 ,03	- 3991,8	- 15174, 31	- 5251, 76	- 25439, 55	- 5690,8 4	725-1	4
726	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 155651 ,86	- 3156,0 8	- 16964, 85	- 5677, 3	- 32829, 04	- 6266,2 4	726-1	0
726	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 158416 ,66	- 3156,0 8	- 16964, 85	- 5677, 3	- 4129,0 4	- 4908,1 9	726-1	2
726	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 161181 ,46	- 3156,0 8	- 16964, 85	- 5677, 3	- 27543, 68	- 8101,7 7	726-1	4
726	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 332610 ,47	- 2270,1 9	- 13182, 16	- 5672, 04	- 25522, 88	- 4533,6 3	726-1	0
726	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 328924 ,07	- 2270,1 9	- 13182, 16	- 5672, 04	- 4388,2 6	- 4947,3 7	726-1	2

726	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 325237 ,67	- 2270,1 9	- 13182, 16	- 5672, 04	- 35368, 27	- 9912,7 4	726-1	4
727	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	158663 ,63	2401,1 2	15077, 9	5214, 12	23915, 14	8112,1 2	727-1	0
727	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	161428 ,43	2401,1 2	15077, 9	5214, 12	8397	8632,8 3	727-1	2
727	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	164193 ,23	2401,1 2	15077, 9	5214, 12	29544, 87	10774, 46	727-1	4
727	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 312465 ,17	- 1464,0 8	- 10967, 07	- 5209, 77	- 15946, 75	- 6242,6 5	727-1	0
727	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 308778 ,77	- 1464,0 8	- 10967, 07	- 5209, 77	- 8650,2 9	- 8637,4 4	727-1	2
727	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 305092 ,37	- 1464,0 8	- 10967, 07	- 5209, 77	- 38019, 82	- 12653, 14	727-1	4
728	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	164518 ,41	2013,5 2	12918, 56	4320, 63	18009, 98	11060, 78	728-1	0
728	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	167283 ,21	2013,5 2	12918, 56	4320, 63	11803, 38	11171, 54	728-1	2
728	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	170048 ,01	2013,5 2	12918, 56	4320, 63	28043, 53	12524, 83	728-1	4
728	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 294789 ,41	- 1062,8 1	- 8587,9 9	- 4317, 14	- 9617,4	- -9169,7	728-1	0
728	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 291103 ,01	- 1062,8 1	- 8587,9 9	- 4317, 14	- 12071, 92	- 11181, 89	728-1	2
728	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 287416 ,61	- 1062,8 1	- 8587,9 9	- 4317, 14	- 36973, 2	- 14436, 62	728-1	4
729	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	173004 ,18	1610,9 2	10834, 76	3246, 88	14336, 78	13593, 34	729-1	0
729	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	175768 ,98	1610,9 2	10834, 76	3246, 88	13766, 72	12551, 02	729-1	2
729	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	178533 ,78	1610,9 2	10834, 76	3246, 88	24323, 57	12639, 45	729-1	4
729	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 279439 ,22	- 642,98	- 6298,6 3	- 3243, 93	- 5517,8 1	- 11665, 17	729-1	0
729	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 275752 ,82	- 642,98	- 6298,6 3	- 3243, 93	- 14020, 01	- 12558, 73	729-1	2
729	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 272066 ,42	- 642,98	- 6298,6 3	- 3243, 93	- 33649, 13	- 14583, 03	729-1	4
730	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	182465 ,43	1604,0 1	8403,3	2265, 4	15527, 39	14648, 82	730-1	0
730	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	185230 ,23	1604,0 1	8403,3	2265, 4	14050, 32	13279, 46	730-1	2
730	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	187995 ,03	1604,0 1	8403,3	2265, 4	18893, 28	13044, 8	730-1	4
730	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 264820 ,02	- 628,13	- 3726,2 2	- 2262, 64	- 6393,3 8	- 12701, 77	730-1	0
730	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 261133 ,62	- 628,13	- 3726,2 2	- 2262, 64	- 14270, 48	- 13284, 17	730-1	2
730	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 257447 ,22	- 628,13	- 3726,2 2	- 2262, 64	- 28467, 6	- 15001, 27	730-1	4
731	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	192211 ,98	3808,8 3	6591,3 6	1791, 28	19014, 18	16060, 66	731-1	0
731	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	194976 ,78	3808,8 3	6591,3 6	1791, 28	12938, 64	8697,7 8	731-1	2

731	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	197741 ,58	3808,8 3	6591,3 6	1791, 28	13580, 04	3188,6 4	731-1	4
731	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	250298 ,66	2819,6 9	1693,0 6	1788, 31	9574,9 4	14096, 47	731-1	0
731	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	246612 ,26	2819,6 9	1693,0 6	1788, 31	13296, 02	8711,8 5	731-1	2
731	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	242925 ,86	2819,6 9	1693,0 6	1788, 31	23734, 02	5180,9 7	731-1	4
732	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	202172 ,43	6132,0 3	9643,3 3	1801, 71	21859, 23	6396,8 9	732-1	0
732	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	204937 ,23	6132,0 3	9643,3 3	1801, 71	6218,3 7	13873, 19	732-1	2
732	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	207702 ,03	6132,0 3	9643,3 3	1801, 71	9979,9 5	23894, 24	732-1	4
732	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	235897 ,41	5170,7 5	5070,6 3	1798, 11	12720, 92	4452,7 9	732-1	0
732	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	232211 ,01	5170,7 5	5070,6 3	1798, 11	6225,4 8	13851, 66	732-1	2
732	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	228524 ,61	5170,7 5	5070,6 3	1798, 11	19132, 47	25795, 28	732-1	4
733	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	213604 ,61	40615, 71	8873	1135, 89	18873, 24	28595, 49	733-1	0
733	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	216369 ,41	40615, 71	8873	1135, 89	4575,4 3	53636, 04	733-1	2
733	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	219637 ,42	40615, 71	8873	1135, 89	3204,1	132476 ,02	733-1	4
733	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	222874 ,61	39548, 19	2196,4 5	1131, 23	8411,9 1	26588, 39	733-1	0
733	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	219188 ,21	39548, 19	2196,4 5	1131, 23	7467,2	53763, 97	733-1	2
733	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	216005 ,01	39548, 19	2196,4 5	1131, 23	19448, 97	134738 ,97	733-1	4
734	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	62888, 42	13702, 88	21692, 59	5257, 39	54847, 09	35158, 5	734-1	0
734	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	65653, 22	13702, 88	21692, 59	5257, 39	11771, 99	8220,9 4	734-1	2
734	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	68418, 02	13702, 88	21692, 59	5257, 39	16608, 24	14732, 47	734-1	4
734	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	365032 ,3	10954, 96	13601, 21	5251, 76	38128, 53	29541, 97	734-1	0
734	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	361345 ,9	10954, 96	13601, 21	5251, 76	11236, 18	8100,2 5	734-1	2
734	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	357659 ,5	10954, 96	13601, 21	5251, 76	32255, 18	20107, 61	734-1	4
735	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	85903, 16	12346, 27	20000, 02	5677, 3	39491, 96	22927, 83	735-1	0
735	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	88667, 96	12346, 27	20000, 02	5677, 3	3867,6 4	4561,5 9	735-1	2
735	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	91432, 76	12346, 27	20000, 02	5677, 3	24434, 6	21590, 31	735-1	4
735	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	339940 ,17	9585,8 2	11903, 08	5672, 04	23757, 19	17547, 5	735-1	0
735	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	336253 ,77	9585,8 2	11903, 08	5672, 04	4326,7 6	4702,1 7	735-1	2

735	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 332567 ,37	- 9585,8 2	- 11903, 08	- 5672, 04	- 41087, 6	- 27251, 8	735-1	4
736	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	110722 ,55	11056, 17	18777, 69	5214, 12	32467, 54	16505, 56	736-1	0
736	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	113487 ,35	11056, 17	18777, 69	5214, 12	7213,2 1	8090,2 5	736-1	2
736	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	116252 ,15	11056, 17	18777, 69	5214, 12	25602, 79	22980, 93	736-1	4
736	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 315504 ,16	- 8011,1 1	- 9942,5 4	- 5209, 77	- 15150, 94	- 10492, 21	736-1	0
736	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 311817 ,76	- 8011,1 1	- 9942,5 4	- 5209, 77	- 7566,9 1	- 8167,0 3	736-1	2
736	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 308131 ,36	- 8011,1 1	- 9942,5 4	- 5209, 77	- 43626, 78	- 29147, 84	736-1	4
737	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	136767 ,61	9477,0 5	17198, 44	4320, 63	27402, 48	12245, 02	737-1	0
737	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	139532 ,41	9477,0 5	17198, 44	4320, 63	9630,5 7	10487, 75	737-1	2
737	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	142297 ,21	9477,0 5	17198, 44	4320, 63	24029, 14	21953, 04	737-1	4
737	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 291226 ,91	- 6217,1 1	- 7848,2 1	- 4317, 14	- 9085,5 1	- 5812,9 1	737-1	0
737	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 287540 ,51	- 6217,1 1	- 7848,2 1	- 4317, 14	- 10014, 06	- 10575, 51	737-1	2
737	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 283854 ,11	- 6217,1 1	- 7848,2 1	- 4317, 14	- 43113, 09	- 28560, 68	737-1	4
738	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	163757 ,63	7551,7 1	15448, 29	3246, 88	24881, 78	11968, 07	738-1	0
738	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	166522 ,43	7551,7 1	15448, 29	3246, 88	11159, 07	11807, 24	738-1	2
738	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	169287 ,23	7551,7 1	15448, 29	3246, 88	20849, 65	18687, 76	738-1	4
738	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 266916 ,07	- 4075,4 5	- 5580,5 6	- 3243, 93	- 5513,8	- 5093,8 7	738-1	0
738	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 263229 ,67	- 4075,4 5	- 5580,5 6	- 3243, 93	- 11526, 56	- 11885, 56	738-1	2
738	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 259543 ,27	- 4075,4 5	- 5580,5 6	- 3243, 93	- 40952, 6	- 25718, 61	738-1	4
739	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	191462 ,62	6300,2 5	13738, 97	2265, 4	26563, 91	15047, 89	739-1	0
739	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	194227 ,42	6300,2 5	13738, 97	2265, 4	11693, 51	12396, 37	739-1	2
739	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	196992 ,22	6300,2 5	13738, 97	2265, 4	16170, 21	15362, 82	739-1	4
739	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 242411 ,56	- 2593,6 2	- 3462,9 3	- 2262, 64	- 6315,6 4	- 7734,0 9	739-1	0
739	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 238725 ,16	- 2593,6 2	- 3462,9 3	- 2262, 64	- 11997, 33	- 12495, 82	739-1	2
739	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 235038 ,76	- 2593,6 2	- 3462,9 3	- 2262, 64	- 37026, 11	- 22875, 51	739-1	4
740	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	229657 ,58	6033,6 6	13770, 7	1791, 28	29235	18882, 77	740-1	0
740	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	233343 ,98	6033,6 6	13770, 7	1791, 28	11199, 19	8363,4 3	740-1	2

740	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	237030 ,38	6033,6 6	13770, 7	1791, 28	11131, 66	4152,7	740-1	4
740	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	227545 ,8	2202,3 9	2864,7 6	1788, 31	8001,7 5	11222, 38	740-1	0
740	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 224781	2202,3 9	2864,7 6	1788, 31	11777, 83	8365,5 8	740-1	2
740	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	222016 ,2	2202,3 9	2864,7 6	1788, 31	33522, 19	11817, 38	740-1	4
741	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	273418 ,29	9205,1 5	15126, 58	1801, 71	30746, 07	13598, 9	741-1	0
741	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	277104 ,69	9205,1 5	15126, 58	1801, 71	6056,1	12536, 21	741-1	2
741	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	280791 ,09	9205,1 5	15126, 58	1801, 71	10997, 69	20763, 59	741-1	4
741	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 217502 ,99	- 4790,9 3	- 4818,9	- 1798, 11	- 9716,9	- 5214,9 7	741-1	0
741	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 214738 ,19	- 4790,9 3	- 4818,9	- 1798, 11	- 5642,2 7	- 12980, 71	741-1	2
741	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 211973 ,39	- 4790,9 3	- 4818,9	- 1798, 11	- 31199, 22	- 30036, 55	741-1	4
742	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	316915 ,01	40823, 27	16423, 85	1135, 89	25039, 78	31764, 2	742-1	0
742	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	320601 ,41	40823, 27	16423, 85	1135, 89	4479,3 4	52282, 79	742-1	2
742	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	324287 ,81	40823, 27	16423, 85	1135, 89	6038,4 9	127610 ,04	742-1	4
742	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 206362 ,96	- 37910, 88	- 1148,2 9	- 1131, 23	- 64,01	- 24405, 76	742-1	0
742	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 203598 ,16	- 37910, 88	- 1148,2 9	- 1131, 23	- 9926,6 8	- 50749, 14	742-1	2
742	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 200833 ,36	- 37910, 88	- 1148,2 9	- 1131, 23	- 42036, 97	- 131901 ,19	742-1	4
743	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 93786, 98	- 18804, 85	- 20931, 82	- 5257, 39	- 52715, 64	- 44985, 88	743-1	0
743	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 91022, 18	- 18804, 85	- 20931, 82	- 5257, 39	- 11166, 85	- 7779,2 4	743-1	2
743	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 88257, 38	- 18804, 85	- 20931, 82	- 5257, 39	- 16814, 95	- 30383, 73	743-1	4
743	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 358971 ,03	- 18776, 61	- 13377, 4	- 5251, 76	- 37011, 96	- 44925, 82	743-1	0
743	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 355284 ,63	- 18776, 61	- 13377, 4	- 5251, 76	- 10572	- 7775,6 5	743-1	2
743	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 351598 ,23	- 18776, 61	- 13377, 4	- 5251, 76	- 31328, 93	- 30436, 61	743-1	4
744	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 90338, 57	- 17801, 53	- 19188, 68	- 5677, 3	- 37987, 68	- 33763, 5	744-1	0
744	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 87573, 77	- 17801, 53	- 19188, 68	- 5677, 3	- 3793,2 7	- 4333,6 3	744-1	2
744	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 84808, 97	- 17801, 53	- 19188, 68	- 5677, 3	- 24236, 57	- 37793, 95	744-1	4

744	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 310836 ,63	- 17777, 31	- 11831, 17	- 5672, 04	- 23638, 51	- 33726, 22	744-1	0
744	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 307150 ,23	- 17777, 31	- 11831, 17	- 5672, 04	- 4159,1 2	- -4344,8	744-1	2
744	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 303463 ,83	- 17777, 31	- 11831, 17	- 5672, 04	- 39317, 42	- 37853, 58	744-1	4
745	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 86360, 6	- 15818, 47	- 17826, 74	- 5214, 12	- 30925, 06	- 25713, 59	745-1	0
745	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 83595, 8	- 15818, 47	- 17826, 74	- 5214, 12	- 6755,3 9	- 7666,2 3	745-1	2
745	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- -80831	- 15818, 47	- 17826, 74	- 5214, 12	- 25266, 38	- 38093, 23	745-1	4
745	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 263122 ,73	- 15774, 98	- 9965,6 2	- 5209, 77	- 15470, 82	- 25635, 53	745-1	0
745	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 259436 ,33	- 15774, 98	- 9965,6 2	- 5209, 77	- 7023,3 9	- 7675,1 4	745-1	2
745	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 255749 ,93	- 15774, 98	- 9965,6 2	- 5209, 77	- 41256, 63	- 38189, 11	745-1	4
746	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 80376, 78	- 12973, 36	- 16056, 61	- 4320, 63	- 25377, 36	- 18067, 91	746-1	0
746	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 77611, 98	- 12973, 36	- 16056, 61	- 4320, 63	- 8956,1 3	- 9908,7 9	746-1	2
746	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 74847, 18	- 12973, 36	- 16056, 61	- 4320, 63	- 23654, 74	- 34736, 99	746-1	4
746	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 220715 ,92	- 12906, 46	- 7908,2 6	- 4317, 14	- 9376,2 2	- 17947, 4	746-1	0
746	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 217029 ,52	- 12906, 46	- 7908,2 6	- 4317, 14	- 9251,6 9	- 9922,0 8	746-1	2
746	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 213343 ,12	- 12906, 46	- 7908,2 6	- 4317, 14	- 40247	- 34884, 08	746-1	4
747	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 71605, 05	- 9721,3 1	- 14032, 82	- 3246, 88	- 21229, 58	- 12097, 09	747-1	0
747	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 68840, 25	- 9721,3 1	- 14032, 82	- 3246, 88	- 10369, 16	- 11306, 01	747-1	2
747	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 66075, 45	- 9721,3 1	- 14032, 82	- 3246, 88	- 20475, 6	- 29231, 98	747-1	4
747	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 181729 ,94	- 9623,9 7	- 5606,0 2	- 3243, 93	- 4650,9 3	- -11917	747-1	0
747	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 178043 ,54	- 9623,9 7	- 5606,0 2	- 3243, 93	- 10644, 1	- 11320, 61	747-1	2
747	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 174357 ,14	- 9623,9 7	- 5606,0 2	- 3243, 93	- 37604, 13	- 29441, 28	747-1	4
748	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 59764, 88	- 6509,9 6	- 11711, 27	- 2265, 4	- 19598, 03	- 11301, 98	748-1	0
748	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 57000, 08	- 6509,9 6	- 11711, 27	- 2265, 4	- 10879, 23	- 11144, 13	748-1	2

748	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 54235, 28	6509,9 6	11711, 27	2265, 4	15713, 34	21218, 85	748-1	4
748	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	142821 ,54	6367,6 1	3104,1 1	2262, 64	2609,6 9	11042, 63	748-1	0
748	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	139135 ,14	6367,6 1	3104,1 1	2262, 64	11105, 22	11169, 5	748-1	2
748	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	135448 ,74	6367,6 1	3104,1 1	2262, 64	33153, 66	21528, 93	748-1	4
749	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	45421, 66	5604,5 2	10013, 92	1791, 28	21178, 29	13897, 19	749-1	0
749	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	42656, 86	5604,5 2	10013, 92	1791, 28	10552, 03	10506, 15	749-1	2
749	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	39892, 06	5604,5 2	10013, 92	1791, 28	10593, 43	16436, 63	749-1	4
749	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	104047 ,49	5435,5 9	1103,6 7	1788, 31	3772,3 7	13562, 64	749-1	0
749	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	100361 ,09	5435,5 9	1103,6 7	1788, 31	10966, 6	10509, 47	749-1	2
749	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	96674, 69	5435,5 9	1103,6 7	1788, 31	28828, 5	16777, 82	749-1	4
750	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	30223, 14	9202,2 2	10183, 55	1801, 71	23621, 62	16573, 83	750-1	0
750	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	27458, 34	9202,2 2	10183, 55	1801, 71	5520,7 8	2840,0 6	750-1	2
750	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	24693, 54	9202,2 2	10183, 55	1801, 71	3876,7 9	19796, 03	750-1	4
750	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	65538, 29	8903,9 5	1795,2 2	1798, 11	6655,0 3	16083, 36	750-1	0
750	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	61851, 89	8903,9 5	1795,2 2	1798, 11	5330,8 5	2946,1 5	750-1	2
750	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	58165, 49	8903,9 5	1795,2 2	1798, 11	20463, 52	20498, 67	750-1	4
751	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	14655, 99	8888,0 8	9377,3 5	1135, 89	16316, 59	12949, 54	751-1	0
751	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	11891, 19	8888,0 8	9377,3 5	1135, 89	1369,9 2	6442,3 5	751-1	2
751	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	9126,3 9	8888,0 8	9377,3 5	1135, 89	4160,0 2	23246, 57	751-1	4
751	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	27162, 17	8765,6 4	2486,0 1	1131, 23	3242,9 3	12495, 26	751-1	0
751	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	23475, 77	8765,6 4	2486,0 1	1131, 23	5161,5 7	6232,9 5	751-1	2
751	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	19789, 37	8765,6 4	2486,0 1	1131, 23	22478, 06	23282, 05	751-1	4
752	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	74770, 13	10608, 65	19292, 92	5257, 39	48775, 65	28819, 51	752-1	0

752	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	77534, 93	10608, 65	19292, 92	5257, 39	10524, 77	8069,1 1	752-1	2
752	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	80299, 73	10608, 65	19292, 92	5257, 39	14102, 23	21232, 14	752-1	4
752	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	384372 ,68	14303, 64	11715, 28	5251, 76	33125, 79	36437, 97	752-1	0
752	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	380686 ,28	14303, 64	11715, 28	5251, 76	10030, 19	8297,5 9	752-1	2
752	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	376999 ,88	14303, 64	11715, 28	5251, 76	28762, 93	14070, 64	752-1	4
753	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	93972, 11	9273,8 2	17798, 59	5677, 3	35214, 18	16899, 55	753-1	0
753	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	96736, 91	9273,8 2	17798, 59	5677, 3	3712,7 4	4711,0 1	753-1	2
753	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	99501, 71	9273,8 2	17798, 59	5677, 3	20901, 67	28320, 37	753-1	4
753	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	360945 ,2	12864, 54	10184, 1	5672, 04	20422, 79	23940, 61	753-1	0
753	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	357258 ,8	12864, 54	10184, 1	5672, 04	4150,3 2	4570,6 2	753-1	2
753	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	353572 ,4	12864, 54	10184, 1	5672, 04	36568, 22	20998, 52	753-1	4
754	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	114600 ,52	7709,7 8	16797, 81	5214, 12	29185, 21	9805,1 3	754-1	0
754	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	117365 ,32	7709,7 8	16797, 81	5214, 12	6348,5 3	8159,8 4	754-1	2
754	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	120130 ,12	7709,7 8	16797, 81	5214, 12	21927, 08	30215, 33	754-1	4
754	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	337833 ,96	11568, 83	8476,6 8	5209, 77	12885, 61	17469, 91	754-1	0
754	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	334147 ,56	11568, 83	8476,6 8	5209, 77	6691,1 8	8106,5 1	754-1	2
754	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	330461 ,16	11568, 83	8476,6 8	5209, 77	38911, 99	22443, 89	754-1	4
755	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	137308 ,73	5934,1 4	15496, 66	4320, 63	24778, 8	5105,5 2	755-1	0
755	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	140073 ,53	5934,1 4	15496, 66	4320, 63	8364,6 2	10573, 06	755-1	2
755	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	142838 ,33	5934,1 4	15496, 66	4320, 63	20672, 65	29616, 31	755-1	4
755	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	315794 ,14	9966,5 3	6694,9 2	4317, 14	7535,7 8	13099, 55	755-1	0
755	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	312107 ,74	9966,5 3	6694,9 2	4317, 14	8725,0 8	10502, 32	755-1	2
755	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	308421 ,34	9966,5 3	6694,9 2	4317, 14	38636, 59	21480, 8	755-1	4
756	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	161940 ,83	3806,1 7	14054, 48	3246, 88	21800, 45	4547,9 2	756-1	0
756	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	164705 ,63	3806,1 7	14054, 48	3246, 88	9659,6 7	11871, 81	756-1	2
756	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	167470 ,43	3806,1 7	14054, 48	3246, 88	18036, 08	26728, 55	756-1	4
756	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	294781 ,79	8004,2 8	4747,9 2	3243, 93	3562,9 2	12896, 93	756-1	0

756	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 291095 ,39	- 8004,2 8	- 4747,9 2	- 3243, 93	- 10035, 25	- 11824, 59	756-1	2
756	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 287408 ,99	- 8004,2 8	- 4747,9 2	- 3243, 93	- 37024, 79	- 18285, 11	756-1	4
757	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	186146 ,68	2334,4 7	12278, 45	2265, 4	20724, 96	7311,2	757-1	0
757	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	188911 ,48	2334,4 7	12278, 45	2265, 4	10248, 84	12524, 59	757-1	2
757	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	191676 ,28	2334,4 7	12278, 45	2265, 4	14304, 05	23970	757-1	4
757	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 272543 ,95	- 6755,1 8	- 2735,9 8	- 2262, 64	- 1805,7 5	- 16040, 83	757-1	0
757	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 268857 ,55	- 6755,1 8	- 2735,9 8	- 2262, 64	- 10414, 57	- 12412, 82	757-1	2
757	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 265171 ,15	- 6755,1 8	- 2735,9 8	- 2262, 64	- 33554, 72	- 15016, 83	757-1	4
758	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	209033 ,01	2077,5 4	11434, 16	1791, 28	22809, 2	10902, 35	758-1	0
758	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	211797 ,81	2077,5 4	11434, 16	1791, 28	9645,0 4	8242,7 9	758-1	2
758	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	214838 ,57	2077,5 4	11434, 16	1791, 28	9215,4 4	12335, 64	758-1	4
758	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 248262 ,19	- 6399,3	- -774,5	- 1788, 31	- 2571,0 7	- 19740, 13	758-1	0
758	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 244575 ,79	- 6399,3	- -774,5	- 1788, 31	- 10726, 22	- 8437,0 3	758-1	2
758	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 241165 ,35	- 6399,3	- -774,5	- 1788, 31	- 31615, 94	- 3886,3 5	758-1	4
759	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	243681 ,55	4539,5 7	9297,8 1	1801, 71	23666, 66	4616,5 5	759-1	0
759	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	247367 ,95	4539,5 7	9297,8 1	1801, 71	7066,0 1	13615, 93	759-1	2
759	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	251054 ,35	4539,5 7	9297,8 1	1801, 71	4802,8 4	32654, 84	759-1	4
759	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 235192 ,87	- 10151, 82	- 1747,5 3	- 1798, 11	- 5788,9 3	- 14700, 63	759-1	0
759	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 232428 ,07	- 10151, 82	- 1747,5 3	- 1798, 11	- 4288,8 5	- 12475, 5	759-1	2
759	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 229663 ,27	- 10151, 82	- 1747,5 3	- 1798, 11	- 17126, 24	- 20289, 9	759-1	4
760	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	280234 ,09	39537, 68	20341, 17	1135, 89	29590, 2	25486, 23	760-1	0
760	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	283920 ,49	39537, 68	20341, 17	1135, 89	3620,4 5	50274, 37	760-1	2
760	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	287606 ,89	39537, 68	20341, 17	1135, 89	10229, 12	129569 ,79	760-1	4
760	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 223249 ,93	- 40215, 07	- 2961,0 3	- 1131, 23	- 1175,3 1	- 31677, 77	760-1	0
760	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 220485 ,13	- 40215, 07	- 2961,0 3	- 1131, 23	- 12218, 45	- 55111, 13	760-1	2
760	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 217720 ,33	- 40215, 07	- 2961,0 3	- 1131, 23	- 52214, 19	- 133051 ,77	760-1	4

761	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	73979, 94	14216, 08	19206, 8	5257, 39	48463, 52	36255, 58	761-1	0
761	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	76744, 74	14216, 08	19206, 8	5257, 39	10396, 82	8302,5 2	761-1	2
761	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	79509, 54	14216, 08	19206, 8	5257, 39	14087, 44	13945, 54	761-1	4
761	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	384904 ,83	10532, 87	11635, 62	5251, 76	32826, 33	28661, 63	761-1	0
761	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	381218 ,43	10532, 87	11635, 62	5251, 76	9901,9 8	8074,9 8	761-1	2
761	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	377532 ,03	10532, 87	11635, 62	5251, 76	28734, 95	21084, 42	761-1	4
762	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	94747, 6	12761, 78	17762, 01	5677, 3	35101, 76	23730, 39	762-1	0
762	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	97512, 4	12761, 78	17762, 01	5677, 3	3747,7 3	4568,0 3	762-1	2
762	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	100277 ,2	12761, 78	17762, 01	5677, 3	20890, 82	20846, 25	762-1	4
762	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	363074 ,09	9198,2 3	10155, 74	5672, 04	20323, 98	16752, 42	762-1	0
762	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	359387 ,69	9198,2 3	10155, 74	5672, 04	4182,4 9	4717,1 7	762-1	2
762	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	355701 ,29	9198,2 3	10155, 74	5672, 04	36538, 13	28122, 51	762-1	4
763	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	116499 ,76	11470, 05	16809, 08	5214, 12	29235, 92	17299, 25	763-1	0
763	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	119264 ,56	11470, 05	16809, 08	5214, 12	6367,3	8107,9 5	763-1	2
763	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	122029 ,36	11470, 05	16809, 08	5214, 12	21967	22290, 33	763-1	4
763	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	341126 ,31	7637,6	8498,1 5	5209, 77	12953, 5	9690,8 8	763-1	0
763	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	337439 ,91	7637,6	8498,1 5	5209, 77	6706,7 4	8164,4 9	763-1	2
763	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	333753 ,51	7637,6	8498,1 5	5209, 77	38928, 3	30011, 77	763-1	4
764	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	138666 ,83	9873,4 2	15543, 99	4320, 63	24904, 29	12969, 78	764-1	0
764	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	141431 ,63	9873,4 2	15543, 99	4320, 63	8362,3 2	10504, 92	764-1	2
764	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	144196 ,43	9873,4 2	15543, 99	4320, 63	20775, 22	21337, 2	764-1	4
764	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	318592 ,54	5870,9 7	6754,7 6	4317, 14	7683,5 7	5039,5 3	764-1	0
764	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	314906 ,14	5870,9 7	6754,7 6	4317, 14	8720,0 5	10579, 56	764-1	2
764	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	311219 ,74	5870,9 7	6754,7 6	4317, 14	38711, 39	29416, 75	764-1	4
765	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	161049 ,4	7921,7 3	14103, 58	3246, 88	21841, 21	12782, 85	765-1	0
765	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	163814 ,2	7921,7 3	14103, 58	3246, 88	9642,3 3	11827, 49	765-1	2
765	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	166579	7921,7 3	14103, 58	3246, 88	18189, 55	18157, 13	765-1	4

765	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 295385 ,53	- 3756,0 9	- 4812,2 2	- 3243, 93	- 3632,0 5	- 4503,5 1	765-1	0
765	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 291699 ,13	- 3756,0 9	- 4812,2 2	- 3243, 93	- 10015, 88	- 11879, 43	765-1	2
765	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 288012 ,73	- 3756,0 9	- 4812,2 2	- 3243, 93	- 37145, 83	- 26540, 33	765-1	4
766	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	183603 ,71	6680,0 7	12275, 77	2265, 4	20776, 1	15940, 94	766-1	0
766	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	186368 ,51	6680,0 7	12275, 77	2265, 4	10212, 94	12415, 16	766-1	2
766	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	189133 ,31	6680,0 7	12275, 77	2265, 4	14464, 74	14905, 44	766-1	4
766	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 271559 ,07	- 2295,4 2	- 2751,2 3	- 2262, 64	- 1891,8 4	- 7289,0 4	766-1	0
766	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 267872 ,67	- 2295,4 2	- 2751,2 3	- 2262, 64	- 10377, 75	- 12532, 57	766-1	2
766	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 264186 ,27	- 2295,4 2	- 2751,2 3	- 2262, 64	- 33678, 63	- 23792, 16	766-1	4
767	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	205836 ,29	6350,8 9	11361, 84	1791, 28	22994, 52	19706, 49	767-1	0
767	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	208601 ,09	6350,8 9	11361, 84	1791, 28	9603,7 3	8433,2 2	767-1	2
767	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	211365 ,89	6350,8 9	11361, 84	1791, 28	9285,2 8	3828,2 3	767-1	4
767	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 246695 ,29	- 2065,5 5	- 724,42	- 1788, 31	- 2799,6 7	- 10953, 48	767-1	0
767	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 243008 ,89	- 2065,5 5	- 724,42	- 1788, 31	- 10683, 72	- -8250,9	767-1	2
767	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 239322 ,49	- 2065,5 5	- 724,42	- 1788, 31	- 31640, 11	- 12216, 6	767-1	4
768	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	239564 ,28	10063, 45	9401,6	1801, 71	23908, 48	14555, 31	768-1	0
768	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	243250 ,68	10063, 45	9401,6	1801, 71	6986,1 9	12475, 52	768-1	2
768	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	246937 ,08	10063, 45	9401,6	1801, 71	4844,6 5	20215, 87	768-1	4
768	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 232786 ,87	- 4503,7 7	- 1872,5 6	- 1798, 11	- 6078,2 4	- 4578,9 4	768-1	0
768	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 230022 ,07	- 4503,7 7	- 1872,5 6	- 1798, 11	- 4214,0 3	- 13618, 5	768-1	2
768	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 227257 ,27	- 4503,7 7	- 1872,5 6	- 1798, 11	- 17130, 56	- 32478, 21	768-1	4
769	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	275978 ,46	40260, 2	20306, 09	1135, 89	29522, 2	31709, 94	769-1	0
769	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	279664 ,86	40260, 2	20306, 09	1135, 89	- 3551,4	55034, 9	769-1	2
769	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	283351 ,26	40260, 2	20306, 09	1135, 89	- 10260, 41	133083 ,43	769-1	4
769	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 220798 ,82	- 39573, 96	- 2949,4 5	- 1131, 23	- 1168,5 4	- 25598, 66	769-1	0
769	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 218034 ,02	- 39573, 96	- 2949,4 5	- 1131, 23	- 12268, 93	- 50296, 1	769-1	2

769	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 215269 ,22	- 39573, 96	2949,4 5	- 1131, 23	- 52071	- 129717 ,11	769-1	4
770	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	93161, 64	18758, 44	21142, 37	5257, 39	53265, 9	44884, 15	770-1	0
770	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	90396, 84	18758, 44	21142, 37	5257, 39	11306, 57	7770,3 7	770-1	2
770	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	87632, 04	18758, 44	21142, 37	5257, 39	17197, 89	30487, 31	770-1	4
770	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	359537 ,46	18836, 32	13630, 99	5251, 76	37654, 02	45059, 37	770-1	0
770	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	355851 ,06	18836, 32	13630, 99	5251, 76	10717, 45	7789,8 2	770-1	2
770	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	352164 ,66	18836, 32	13630, 99	5251, 76	31631, 53	30350, 98	770-1	4
771	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	89919, 23	17756, 21	19370, 66	5677, 3	38313, 12	33677, 88	771-1	0
771	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	87154, 43	17756, 21	19370, 66	5677, 3	3926,8 6	4339,3 1	771-1	2
771	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	84389, 63	17756, 21	19370, 66	5677, 3	24733, 18	37885, 52	771-1	4
771	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	311279 ,53	17820, 54	12048, 77	5672, 04	24029, 63	33807, 73	771-1	0
771	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	307593 ,13	17820, 54	12048, 77	5672, 04	4287,1 5	4340,5 1	771-1	2
771	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	303906 ,73	17820, 54	12048, 77	5672, 04	39737, 26	37758, 07	771-1	4
772	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	86084, 38	15760, 39	17972, 14	5214, 12	31103, 68	25601, 98	772-1	0
772	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	83319, 58	15760, 39	17972, 14	5214, 12	6934,7 8	7671,7 1	772-1	2
772	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	80554, 78	15760, 39	17972, 14	5214, 12	25767, 05	38210, 7	772-1	4
772	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	263479 ,38	15831, 3	10143, 83	5209, 77	15709, 03	25743, 47	772-1	0
772	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	259792 ,98	15831, 3	10143, 83	5209, 77	7196,7 5	7671,3 7	772-1	2
772	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	256106 ,58	15831, 3	10143, 83	5209, 77	41685, 66	38068, 54	772-1	4
773	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	80139, 19	12899, 17	16157, 7	4320, 63	25456, 05	17926, 9	773-1	0
773	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	77374, 39	12899, 17	16157, 7	4320, 63	9167,3 1	9917,6 7	773-1	2
773	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	74609, 59	12899, 17	16157, 7	4320, 63	24106, 13	34905, 71	773-1	4
773	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	220807 ,68	12984, 87	8039,5 7	4317, 14	9510,6 3	18092, 43	773-1	0

773	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 217121 ,28	- 12984, 87	- 8039,5 7	- 4317, 14	- 9458,1 4	- -9911,8	773-1	2
773	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 213434 ,88	- 12984, 87	- 8039,5 7	- 4317, 14	- 40633, 23	- 34728, 44	773-1	4
774	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 71336, 47	- 9621,7 6	- 14086, 45	- 3246, 88	- 21368, 3	- 11909, 13	774-1	0
774	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 68571, 67	- 9621,7 6	- 14086, 45	- 3246, 88	- 10597, 91	- 11316, 47	774-1	2
774	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 65806, 87	- 9621,7 6	- 14086, 45	- 3246, 88	- 20842, 79	- 29460, 33	774-1	4
774	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 181837 ,96	- 9732,7 1	- 5688,2 9	- 3243, 93	- 4844,5 6	- 12123, 39	774-1	0
774	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 178151 ,56	- 9732,7 1	- 5688,2 9	- 3243, 93	- 10870, 47	- 11308, 82	774-1	2
774	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 174465 ,16	- 9732,7 1	- 5688,2 9	- 3243, 93	- 37911, 66	- 29230, 79	774-1	4
775	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 59510, 99	- 6367,1 5	- 11737, 19	- 2265, 4	- 19819, 38	- 11035, 85	775-1	0
775	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 56746, 19	- 6367,1 5	- 11737, 19	- 2265, 4	- 11099, 75	- 11164, 98	775-1	2
775	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 53981, 39	- 6367,1 5	- 11737, 19	- 2265, 4	- 15952, 97	- 21547, 98	775-1	4
775	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 142934 ,7	- 6520,9	- 3157,9	- 2262, 64	- -2887	- 11325, 68	775-1	0
775	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 139248 ,3	- 6520,9	- 3157,9	- 2262, 64	- 11325, 95	- 11147, 31	775-1	2
775	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 135561 ,9	- 6520,9	- 3157,9	- 2262, 64	- 33337, 75	- 21222, 79	775-1	4
776	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 45246, 07	- 5433,8 3	- 10076, 1	- 1791, 28	- 21422, 59	- 13552, 23	776-1	0
776	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 42481, 27	- 5433,8 3	- 10076, 1	- 1791, 28	- 10740, 84	- 10503, 75	776-1	2
776	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 39716, 47	- 5433,8 3	- 10076, 1	- 1791, 28	- 10732, 13	- 16801, 31	776-1	4
776	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 104158 ,67	- 5617,1 1	- 1193,3 8	- 1788, 31	- 4075,0 3	- 13923, 44	776-1	0
776	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 100472 ,27	- 5617,1 1	- 1193,3 8	- 1788, 31	- 11158, 73	- 10508, 39	776-1	2
776	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 96785, 87	- 5617,1 1	- 1193,3 8	- 1788, 31	- 28915, 45	- 16439, 39	776-1	4
777	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 30138, 86	- 8894,7	- 10300, 7	- 1801, 71	- 23889, 35	- 16062, 25	777-1	0
777	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 27374, 06	- 8894,7	- 10300, 7	- 1801, 71	- 5547,3 4	- 2932,0 3	777-1	2
777	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 24609, 26	- 8894,7	- 10300, 7	- 1801, 71	- 3909,0 7	- 20498, 11	777-1	4

777	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 65644, 52	- 9209,2 6	- 1942,9 2	- 1798, 11	- 6987,5	- 16602, 37	777-1	0
777	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 61958, 12	- 9209,2 6	- 1942,9 2	- 1798, 11	- 5361,0 4	- 2843,0 3	777-1	2
777	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 58271, 72	- 9209,2 6	- 1942,9 2	- 1798, 11	- 20438, 33	- 19779, 98	777-1	4
778	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 14645, 11	- 8766,1 9	- 9361,3 8	- 1135, 89	- 16266, 46	- 12493, 73	778-1	0
778	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 11880, 31	- 8766,1 9	- 9361,3 8	- 1135, 89	- 1373,5 9	- 6223,4 2	778-1	2
778	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 9115,5 1	- 8766,1 9	- 9361,3 8	- 1135, 89	- 4000,4 4	- 23322, 52	778-1	4
778	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 27263, 72	- 8920,1 1	- 2449,0 9	- 1131, 23	- 3220,9 2	- 13037, 42	778-1	0
778	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 23577, 32	- 8920,1 1	- 2449,0 9	- 1131, 23	- 5186,2 8	- 6459,2 8	778-1	2
778	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 19890, 92	- 8920,1 1	- 2449,0 9	- 1131, 23	- 22620, 97	- 23250, 55	778-1	4
779	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 59069, 94	- 11196, 46	- 22822, 41	- 5257, 39	- 57572, 22	- 30037, 85	779-1	0
779	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 61834, 74	- 11196, 46	- 22822, 41	- 5257, 39	- 12254, 6	- 8102,7 1	779-1	2
779	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 64599, 54	- 11196, 46	- 22822, 41	- 5257, 39	- 17175, 55	- 19787, 11	779-1	4
779	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 376070 ,02	- 13546, 65	- 14076, 3	- 5251, 76	- 39478, 05	- 34835, 68	779-1	0
779	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 372383 ,62	- 13546, 65	- 14076, 3	- 5251, 76	- 11652, 63	- 8200,1 8	779-1	2
779	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 368697 ,22	- 13546, 65	- 14076, 3	- 5251, 76	- 34065, 78	- 15184, 21	779-1	4
780	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 81160, 72	- 9816,2	- 21020, 04	- 5677, 3	- 41484, 11	- 18000, 11	780-1	0
780	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 83925, 52	- 9816,2	- 21020, 04	- 5677, 3	- 4104,1	- 4680,0 5	780-1	2
780	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 86690, 32	- 9816,2	- 21020, 04	- 5677, 3	- 25385, 41	- 26947, 16	780-1	4
780	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 347700 ,04	- 12205, 39	- 12341, 11	- 5672, 04	- 24588, 56	- 22662, 59	780-1	0
780	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 344013 ,64	- 12205, 39	- 12341, 11	- 5672, 04	- 4566,4 1	- 4564,1 5	780-1	2
780	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 340327 ,24	- 12205, 39	- 12341, 11	- 5672, 04	- 43205, 57	- 22052, 89	780-1	4
781	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 105279 ,48	- 8235,3 5	- 19745, 93	- 5214, 12	- 34185, 22	- 10914, 32	781-1	0
781	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 108044 ,28	- 8235,3 5	- 19745, 93	- 5214, 12	- 7581,4 6	- 8152,2 7	781-1	2
781	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 110809 ,08	- 8235,3 5	- 19745, 93	- 5214, 12	- 26637, 67	- 28789, 85	781-1	4
781	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 320228 ,58	- 10880, 03	- 10315, 98	- 5209, 77	- 15662, 59	- 16135, 4	781-1	0

781	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 316542 ,18	- 10880, 03	- 10315, 98	- 5209, 77	- 7918,7 3	- 8083,9 8	781-1	2
781	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 312855 ,78	- 10880, 03	- 10315, 98	- 5209, 77	- 45834, 82	- 23432, 21	781-1	4
782	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	132319 ,38	6419,6 4	18099, 25	4320, 63	28951, 06	6165,4 6	782-1	0
782	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	135084 ,18	6419,6 4	18099, 25	4320, 63	10089, 72	10556, 99	782-1	2
782	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	137848 ,98	6419,6 4	18099, 25	4320, 63	25034, 57	28140, 79	782-1	4
782	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 294624 ,94	- 9267,3 2	- 8159,3 2	- 4317, 14	- 9446,2 1	- 11782, 98	782-1	0
782	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 290938 ,54	- 9267,3 2	- 8159,3 2	- 4317, 14	- 10464, 74	- 10479, 14	782-1	2
782	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 287252 ,14	- 9267,3 2	- 8159,3 2	- 4317, 14	- 45289, 45	- 22367, 59	782-1	4
783	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	162303 ,58	4251,8 4	16294, 56	3246, 88	25682, 4	5442,4 4	783-1	0
783	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	165068 ,38	4251,8 4	16294, 56	3246, 88	11674, 9	11866, 77	783-1	2
783	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	167833 ,18	4251,8 4	16294, 56	3246, 88	21763, 59	25229, 85	783-1	4
783	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 270994 ,35	- 7304,4 3	- 5838,2 2	- 3243, 93	- 5131,0 8	- 11478, 38	783-1	0
783	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 267307 ,95	- 7304,4 3	- 5838,2 2	- 3243, 93	- 12036, 27	- 11797, 52	783-1	2
783	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 263621 ,55	- 7304,4 3	- 5838,2 2	- 3243, 93	- 43037, 66	- 19055, 43	783-1	4
784	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	192446 ,72	2751,4	14344, 94	2265, 4	27493, 17	8113,9 4	784-1	0
784	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	195211 ,52	2751,4	14344, 94	2265, 4	12211, 84	12476, 23	784-1	2
784	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	197976 ,32	2751,4	14344, 94	2265, 4	16933, 7	22319, 41	784-1	4
784	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 246615 ,42	- 6028,3 8	- 3473,8	- 2262, 64	- 6061,0 9	- 14576, 83	784-1	0
784	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 242929 ,02	- 6028,3 8	- 3473,8	- 2262, 64	- 12522, 03	- 12385, 15	784-1	2
784	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 239242 ,62	- 6028,3 8	- 3473,8	- 2262, 64	- 38986, 16	- 15674, 36	784-1	4
785	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	231796 ,89	2406,5 1	14059, 86	1791, 28	30302, 69	11587, 3	785-1	0
785	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	235483 ,29	2406,5 1	14059, 86	1791, 28	11691, 62	8345,6 3	785-1	2
785	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	239169 ,69	2406,5 1	14059, 86	1791, 28	11859, 01	11217, 42	785-1	4
785	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 230588 ,33	- 5799,7 9	- 2582,9 2	- 1788, 31	- 7908,6	- 18387, 4	785-1	0
785	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 227823 ,53	- 5799,7 9	- 2582,9 2	- 1788, 31	- 12251, 4	- 8359,1 8	785-1	2
785	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 225058 ,73	- 5799,7 9	- 2582,9 2	- 1788, 31	- 35372, 67	- 4444,4 1	785-1	4
786	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	277622 ,19	4917,2 6	15770, 78	1801, 71	31927, 77	5652,6 2	786-1	0

786	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	281308 ,59	4917,2 6	15770, 78	1801, 71	6131,6 9	12963, 24	786-1	2
786	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	284994 ,99	4917,2 6	15770, 78	1801, 71	10810, 34	29402, 04	786-1	4
786	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 220280 ,27	- 8915,9 6	- 4770,8 2	- 1798, 11	- 9638,3 7	- 13199, 61	786-1	0
786	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 217515 ,47	- 8915,9 6	- 4770,8 2	- 1798, 11	- 5842,2 1	- 12512, 82	786-1	2
786	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 214750 ,67	- 8915,9 6	- 4770,8 2	- 1798, 11	- 32520, 79	- 20954, 22	786-1	4
787	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	323172 ,95	38115, 22	16511, 26	1135, 89	25678, 24	24792, 49	787-1	0
787	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	326859 ,35	38115, 22	16511, 26	1135, 89	4552,7 3	50669, 2	787-1	2
787	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	330545 ,75	38115, 22	16511, 26	1135, 89	5939,5 7	131146 ,34	787-1	4
787	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 208857 ,79	- 40505, 35	- 1063,8 6	- 1131, 23	- 253,89	- 31246, 51	787-1	0
787	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 206092 ,99	- 40505, 35	- 1063,8 6	- 1131, 23	- 9515,4 1	- 52342, 96	787-1	2
787	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 203328 ,19	- 40505, 35	- 1063,8 6	- 1131, 23	- 41797, 06	- 128039 ,84	787-1	4
788	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	145665 ,69	3885,4 5	20028, 26	5257, 39	52831, 17	15685, 16	788-1	0
788	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	148430 ,49	3885,4 5	20028, 26	5257, 39	13123, 51	8470,6 5	788-1	2
788	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	151195 ,29	3885,4 5	20028, 26	5257, 39	18708, 73	7103	788-1	4
788	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 379378 ,23	- 5862,1 7	- 15322, 77	- 5251, 76	- 42997, 11	- 19823, 69	788-1	0
788	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 375691 ,83	- 5862,1 7	- 15322, 77	- 5251, 76	- 12700, 43	- 8655,7 4	788-1	2
788	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 372005 ,43	- 5862,1 7	- 15322, 77	- 5251, 76	- 27696, 64	- 3334,6 5	788-1	4
789	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	149881 ,34	2175,8 6	17983, 72	5677, 3	35454, 47	4223,1 2	789-1	0
789	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	152646 ,14	2175,8 6	17983, 72	5677, 3	4472,3 3	4947,8 3	789-1	2
789	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	155410 ,94	2175,8 6	17983, 72	5677, 3	27682, 55	11521, 77	789-1	4
789	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 354189 ,85	- 3990,0 5	- 13368, 63	- 5672, 04	- 26488, 65	- 7797,8 1	789-1	0
789	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 350503 ,45	- 3990,0 5	- 13368, 63	- 5672, 04	- 4736,6 9	- 4894,1 4	789-1	2
789	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 346817 ,05	- 3990,0 5	- 13368, 63	- 5672, 04	- 37177, 08	- -7839,7	789-1	4
790	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	155116 ,12	1316,4 3	16272, 75	5214, 12	26627, 73	5538,8 6	790-1	0
790	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	157880 ,92	1316,4 3	16272, 75	5214, 12	8344,0 4	8612,6 1	790-1	2
790	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	160645 ,72	1316,4 3	16272, 75	5214, 12	29439, 95	14221	790-1	4
790	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 329591 ,03	- 3203,9 4	- 11308, 48	- 5209, 77	- 16931, 09	- 9318,8 2	790-1	0

790	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 325904 ,63	- 3203,9 4	- 11308, 48	- 5209, 77	- 8575,9 3	- 8617,5 6	790-1	2
790	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 322218 ,23	- 3203,9 4	- 11308, 48	- 5209, 77	- 39600, 37	- 10450, 93	790-1	4
791	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	161811 ,97	863,13	14257, 79	4320, 63	20189, 87	8502,8 8	791-1	0
791	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	164576 ,77	863,13	14257, 79	4320, 63	11531, 49	11154, 16	791-1	2
791	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	167341 ,57	863,13	14257, 79	4320, 63	28114, 27	15892, 37	791-1	4
791	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 306087 ,36	- 2760,0 3	- 9075,3 6	- 4317, 14	- 10084, 21	- 12289, 54	791-1	0
791	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 302400 ,96	- 2760,0 3	- 9075,3 6	- 4317, 14	- 11790, 7	- 11147, 02	791-1	2
791	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 298714 ,56	- 2760,0 3	- 9075,3 6	- 4317, 14	- 38738, 35	- 12091, 43	791-1	4
792	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	170114 ,68	402,56	11969, 48	3246, 88	16217, 71	11106, 27	792-1	0
792	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	172879 ,48	402,56	11969, 48	3246, 88	13397, 68	12527, 38	792-1	2
792	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	175644 ,28	402,56	11969, 48	3246, 88	24915, 64	15908, 75	792-1	4
792	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 283884 ,71	- 2316,9 3	- 6571,5 7	- 3243, 93	- 5672,5 7	- 14934, 42	792-1	0
792	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 280198 ,31	- 2316,9 3	- 6571,5 7	- 3243, 93	- 13648, 36	- 12526, 79	792-1	2
792	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 276511 ,91	- 2316,9 3	- 6571,5 7	- 3243, 93	- 35962, 15	- 12079, 42	792-1	4
793	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	180097 ,3	381,59	9316,8	2265, 4	16730, 76	12281, 62	793-1	0
793	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	182862 ,1	381,59	9316,8	2265, 4	13595, 81	13247, 2	793-1	2
793	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	185626 ,9	381,59	9316,8	2265, 4	19662, 2	16175, 39	793-1	4
793	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 263109 ,14	- 2307,5 2	- 3763,5 5	- 2262, 64	- 5851,3 4	- 16131, 99	793-1	0
793	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 259422 ,74	- 2307,5 2	- 3763,5 5	- 2262, 64	- 13822, 89	- 13245, 7	793-1	2
793	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 255736 ,34	- 2307,5 2	- 3763,5 5	- 2262, 64	- 30995, 78	- 12322, 03	793-1	4
794	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	191419 ,3	2689,5 4	7396,3 6	1791, 28	20111, 67	13811, 11	794-1	0
794	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	194184 ,1	2689,5 4	7396,3 6	1791, 28	12838, 85	8695,3 3	794-1	2
794	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	196948 ,9	2689,5 4	7396,3 6	1791, 28	13853, 04	6352,3 1	794-1	4
794	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 243469 ,6	- 4608,2 2	- 1602,5 4	- 1788, 31	- 8896,4 8	- 17664, 27	794-1	0
794	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 239783 ,2	- 4608,2 2	- 1602,5 4	- 1788, 31	- 13211, 3	- 8711,1 5	794-1	2
794	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 236096 ,8	- 4608,2 2	- 1602,5 4	- 1788, 31	- 25813, 13	- 2530,7 8	794-1	4
795	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	203463 ,7	4677,0 9	10337, 2	1801, 71	22790, 23	4211,9 9	795-1	0

795	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	206228,5	4677,09	10337,2	1801,71	6536,85	13822,11	795-1	2
795	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	209265,39	4677,09	10337,2	1801,71	9622,33	26762,27	795-1	4
795	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	224434,9	6645,55	4841,36	1798,11	11832,55	8109,32	795-1	0
795	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	220748,5	6645,55	4841,36	1798,11	6570,85	13782,52	795-1	2
795	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	217334,19	6645,55	4841,36	1798,11	20648,02	22785,77	795-1	4
797	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	224023,71	39515,76	9525,46	1135,89	20138,1	26539,83	797-1	0
797	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	227710,11	39515,76	9525,46	1135,89	4562,33	53534,77	797-1	2
797	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	231396,51	39515,76	9525,46	1135,89	2501,84	135577,08	797-1	4
797	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	213792,56	41240,78	1898,81	1131,23	7806,99	30237,87	797-1	0
797	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	211027,76	41240,78	1898,81	1131,23	7484,52	53782,77	797-1	2
797	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	208262,96	41240,78	1898,81	1131,23	20677,32	132375,02	797-1	4
798	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	96096,32	17063,39	29620,59	5257,39	71127,08	42640,15	798-1	0
798	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	93331,52	17063,39	29620,59	5257,39	12009,31	8981,38	798-1	2
798	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	90566,72	17063,39	29620,59	5257,39	44598,09	11851,61	798-1	4
798	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	321601,2	9696,78	28182,9	5251,76	68198,38	27430,23	798-1	0
798	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	317914,8	9696,78	28182,9	5251,76	11956,01	8504,67	798-1	2
798	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	314228,4	9696,78	28182,9	5251,76	47420,18	26108,12	798-1	4
799	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	89042,51	15244,46	28483,97	5677,3	55941,3	29350,91	799-1	0
799	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	86277,71	15244,46	28483,97	5677,3	3798,85	4359,63	799-1	2
799	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	83512,91	15244,46	28483,97	5677,3	54450,73	18059,38	799-1	4
799	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	281332,78	8167,78	26737,76	5672,04	52652,5	15470,79	799-1	0
799	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	277646,38	8167,78	26737,76	5672,04	4002,48	4632,87	799-1	2
799	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	273959,98	8167,78	26737,76	5672,04	58146,79	32485,98	799-1	4
800	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	81893,72	13912,22	25663,16	5214,12	44591,8	23209,25	800-1	0

800	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 79128, 92	13912, 22	25663, 16	5214, 12	7699,3	7378,9 7	800-1	2
800	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 76364, 12	13912, 22	25663, 16	5214, 12	54073, 98	18782, 57	800-1	4
800	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 241185, 76	6370,6 6	23647, 75	5209, 77	40826, 03	8208,1 8	800-1	0
800	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 237499, 36	6370,6 6	23647, 75	5209, 77	7964,3 4	7461,0 1	800-1	2
800	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 233812, 96	6370,6 6	23647, 75	5209, 77	58369, 83	33947, 72	800-1	4
801	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 73685, 3	12206, 94	21499, 23	4320, 63	35016, 45	18981, 04	801-1	0
801	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 70920, 5	12206, 94	21499, 23	4320, 63	10870, 22	9499,1 7	801-1	2
801	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 68155, 7	12206, 94	21499, 23	4320, 63	48420, 09	17237, 94	801-1	4
801	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 202530, 15	4432,5 1	19255, 53	4317, 14	30792, 21	3531,6 9	801-1	0
801	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 198843, 75	4432,5 1	19255, 53	4317, 14	11133, 37	9598,6 7	801-1	2
801	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 195157, 35	4432,5 1	19255, 53	4317, 14	53170, 62	32886, 3	801-1	4
802	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 64006, 45	10344, 12	17397, 4	3246, 88	25900, 37	18833, 97	802-1	0
802	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 61241, 65	10344, 12	17397, 4	3246, 88	12660, 28	10880, 34	802-1	2
802	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 58476, 85	10344, 12	17397, 4	3246, 88	39809, 07	14105, 04	802-1	4
802	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 167220, 62	2336,8 2	14962, 24	3243, 93	21278, 25	2900,6 2	802-1	0
802	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 163534, 22	2336,8 2	14962, 24	3243, 93	12908, 48	10961, 59	802-1	2
802	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 159847, 82	2336,8 2	14962, 24	3243, 93	44927, 59	30200, 89	802-1	4
803	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 52854, 93	8796,8 6	12863, 74	2265, 4	18344, 58	22367, 05	803-1	0
803	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 50090, 13	8796,8 6	12863, 74	2265, 4	12961, 7	11110, 25	803-1	2
803	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 47325, 33	8796,8 6	12863, 74	2265, 4	30608, 54	9348,8 8	803-1	4
803	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 131919, 44	653,55	10282, 09	2262, 64	13410, 65	-6107,6	803-1	0
803	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 128233, 04	653,55	10282, 09	2262, 64	13191, 07	11137, 4	803-1	2
803	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 124546, 64	653,55	10282, 09	2262, 64	36001, 21	25662, 65	803-1	4

804	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 40558, 62	9052,6 6	9126,8 3	1791, 28	17895, 46	25562, 96	804-1	0
804	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 37793, 82	9052,6 6	9126,8 3	1791, 28	11816, 58	10011, 19	804-1	2
804	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 35029, 02	9052,6 6	9126,8 3	1791, 28	21106, 62	4314,4 8	804-1	4
804	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 96633, 98	- 634,48	- 6392,3 5	- 1788, 31	- 12723, 82	- 8911,7 9	804-1	0
804	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 92947, 58	- 634,48	- 6392,3 5	- 1788, 31	- 12113, 89	- 10196, 39	804-1	2
804	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 89261, 18	- 634,48	- 6392,3 5	- 1788, 31	- 26872, 91	- 21336, 05	804-1	4
805	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 27195, 33	12557, 21	10863, 69	1801, 71	21944, 51	27123, 72	805-1	0
805	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 24430, 53	12557, 21	10863, 69	1801, 71	5442,5 3	4776,2 7	805-1	2
805	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 21665, 73	12557, 21	10863, 69	1801, 71	17617, 03	9409,3 2	805-1	4
805	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 61368, 2	- 4745,5 9	- 8248,4 5	- 1798, 11	- 16934, 6	- 10874, 93	805-1	0
805	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 57681, 8	- 4745,5 9	- 8248,4 5	- 1798, 11	- 5663,1 1	- 4150,7 3	805-1	2
805	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 53995, 4	- 4745,5 9	- 8248,4 5	- 1798, 11	- 23068, 11	- 24407, 03	805-1	4
806	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 12953, 24	9707,7 3	5783,6 3	1135, 89	11218, 65	16960, 24	806-1	0
806	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 10188, 44	9707,7 3	5783,6 3	1135, 89	4163,5	3797,9 2	806-1	2
806	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 7423,6 4	9707,7 3	5783,6 3	1135, 89	5828,2 2	432,37	806-1	4
806	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 27036, 98	1263,3	2160,3 3	1131, 23	- 5835,6 5	- 1984,5 1	806-1	0
806	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 23350, 58	1263,3	2160,3 3	1131, 23	- 6027,1 1	- 6795,2 3	806-1	2
806	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 19664, 18	1263,3	2160,3 3	1131, 23	- 14938, 43	- 25371, 74	806-1	4
807	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 212521 ,63	19327, 5	28041, 77	5257, 39	66577, 63	46441, 03	807-1	0
807	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 209756 ,83	19327, 5	28041, 77	5257, 39	10816, 73	8197,8 9	807-1	2
807	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 206992 ,03	19327, 5	28041, 77	5257, 39	43066, 64	32223, 27	807-1	4
807	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 545964 ,71	20040, 21	26787, 11	5251, 76	64211, 56	48150, 71	807-1	0
807	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 542278 ,31	20040, 21	26787, 11	5251, 76	10959, 97	8482,1 4	807-1	2

807	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 538591 ,91	- 20040, 21	- 26787, 11	- 5251, 76	- 45719, 2	- 31082, 1	807-1	4
808	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	186387 ,58	18158, 48	27439, 33	5677, 3	54398, 08	35215, 77	808-1	0
808	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	183622 ,78	18158, 48	27439, 33	5677, 3	3570,4 4	4079,6 3	808-1	2
808	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	180857 ,98	18158, 48	27439, 33	5677, 3	51406, 98	38141, 56	808-1	4
808	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	479432 ,86	18362, 7	25480, 12	5672, 04	50779, 4	35730, 08	808-1	0
808	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	475746 ,46	18362, 7	25480, 12	5672, 04	3870,1 8	4185,5 1	808-1	2
808	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	472060 ,06	18362, 7	25480, 12	5672, 04	55625, 14	37839, 01	808-1	4
809	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	160885 ,13	15900, 5	25376, 32	5214, 12	45707, 92	26917, 07	809-1	0
809	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	158120 ,33	15900, 5	25376, 32	5214, 12	6583,3 9	6822,3 4	809-1	2
809	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	155355 ,53	15900, 5	25376, 32	5214, 12	50816, 27	37014, 03	809-1	4
809	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	414047 ,81	15806, 72	22865, 25	5209, 77	41060, 32	26854, 85	809-1	0
809	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	410361 ,41	15806, 72	22865, 25	5209, 77	6957,9 3	6947,6 7	809-1	2
809	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	406675 ,01	15806, 72	22865, 25	5209, 77	56212, 94	37326, 92	809-1	4
810	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	135945 ,53	12873, 55	22254, 29	4320, 63	37255, 34	19102, 62	810-1	0
810	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	133180 ,73	12873, 55	22254, 29	4320, 63	8841,8	8824,5	810-1	2
810	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	130415 ,93	12873, 55	22254, 29	4320, 63	45998, 95	32612, 03	810-1	4
810	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	349709 ,83	12489, 81	19228, 05	4317, 14	31565, 59	18433, 8	810-1	0
810	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	346023 ,43	12489, 81	19228, 05	4317, 14	9204,5 3	8923,1 6	810-1	2
810	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	342337 ,03	12489, 81	19228, 05	4317, 14	52414, 16	33478, 17	810-1	4
811	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	111528 ,32	9421,1 5	18499, 89	3246, 88	29021, 08	12982, 15	811-1	0
811	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	108763 ,52	9421,1 5	18499, 89	3246, 88	10243, 28	10098, 63	811-1	2
811	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	105998 ,72	9421,1 5	18499, 89	3246, 88	38831, 53	26114, 72	811-1	4
811	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	286279 ,42	8800,9 4	15012, 88	3243, 93	22393, 15	11826, 5	811-1	0

811	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 282593 ,02	- 8800,9 4	- 15012, 88	- 3243, 93	- 10589, 36	- 10183, 41	811-1	2
811	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 278906 ,62	- 8800,9 4	- 15012, 88	- 3243, 93	- 46151, 63	- 27439, 92	811-1	4
812	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 87620, 23	- 6378,2 6	- 14435, 34	- 2265, 4	- 22680, 37	- 12678, 97	812-1	0
812	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 84855, 43	- 6378,2 6	- 14435, 34	- 2265, 4	- 10731, 98	- 10325, 36	812-1	2
812	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 82090, 63	- 6378,2 6	- 14435, 34	- 2265, 4	- 29885, 13	- 18185, 17	812-1	4
812	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 223635 ,64	- 5573,6	- 10552, 06	- 2262, 64	- 15230, 09	- 11129, 29	812-1	0
812	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 219949 ,24	- 5573,6	- 10552, 06	- 2262, 64	- 11048, 26	- 10385, 01	812-1	2
812	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 216262 ,84	- 5573,6	- 10552, 06	- 2262, 64	- 37967, 96	- 19854, 14	812-1	4
813	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 64226, 46	- 6014,9 4	- 12026, 58	- 1791, 28	- 23378, 83	- 16997, 8	813-1	0
813	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 61461, 66	- 6014,9 4	- 12026, 58	- 1791, 28	- 10311, 73	- 9262,2 6	813-1	2
813	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 58696, 86	- 6014,9 4	- 12026, 58	- 1791, 28	- 21216, 23	- 11657, 19	813-1	4
813	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 161675 ,54	- 5023,2 8	- 7703,9	- 1788, 31	- 15158, 02	- 15101, 85	813-1	0
813	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 157989 ,14	- 5023,2 8	- 7703,9	- 1788, 31	- 10736, 28	- 9349,6 3	813-1	2
813	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 154302 ,74	- 5023,2 8	- 7703,9	- 1788, 31	- 30286, 13	- 13727, 87	813-1	4
814	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- -41388	- 9640,2 6	- 12838, 71	- 1801, 71	- 25293, 12	- 20497, 3	814-1	0
814	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 38623, 2	- 9640,2 6	- 12838, 71	- 1801, 71	- 5013,2 4	- 4208,1 8	814-1	2
814	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 35858, 4	- 9640,2 6	- 12838, 71	- 1801, 71	- 18470, 6	- 17380, 98	814-1	4
814	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 100249 ,09	- 8767,2 5	- 8638,8	- 1798, 11	- 16987, 09	- 18586, 32	814-1	0
814	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 96562, 69	- 8767,2 5	- 8638,8	- 1798, 11	- 5107,0 3	- 4043,2 2	814-1	2
814	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 92876, 29	- 8767,2 5	- 8638,8	- 1798, 11	- 26964, 21	- 18962, 03	814-1	4
815	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 19182, 01	- 5482,7 3	- 12473, 98	- 1135, 89	- 17603, 48	- 6228,0 5	815-1	0
815	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 16417, 21	- 5482,7 3	- 12473, 98	- 1135, 89	- 5137,9 6	- 4837,1 8	815-1	2
815	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 13652, 41	- 5482,7 3	- 12473, 98	- 1135, 89	- 16175, 91	- 11255, 35	815-1	4

815	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 40531, 47	- 3372,4 2	- 5735,2 5	- 1131, 23	- 7259,8 2	- 3115,1 3	815-1	0
815	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 36845, 07	- 3372,4 2	- 5735,2 5	- 1131, 23	- 8271,7 6	- -5944,9	815-1	2
815	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 33158, 67	- 3372,4 2	- 5735,2 5	- 1131, 23	- 32787, 17	- 16583, 7	815-1	4
816	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 235651 ,37	- 19475, 88	- 26694, 05	- 5257, 39	- 63357, 33	- 46780, 77	816-1	0
816	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 232886 ,57	- 19475, 88	- 26694, 05	- 5257, 39	- 10255, 82	- 8233,9 7	816-1	2
816	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 230121 ,77	- 19475, 88	- 26694, 05	- 5257, 39	- 40836, 12	- 31266, 08	816-1	4
816	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 552242 ,38	- 19433, 72	- 25355, 54	- 5251, 76	- 60717, 54	- 46676, 78	816-1	0
816	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 548555 ,98	- 19433, 72	- 25355, 54	- 5251, 76	- 10293, 05	- -8214,3	816-1	2
816	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 544869 ,58	- 19433, 72	- 25355, 54	- 5251, 76	- 43550, 38	- 31330, 74	816-1	4
817	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 208054 ,55	- 18322, 92	- 25962, 94	- 5677, 3	- 51564, 6	- 35524, 85	817-1	0
817	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 205289 ,75	- 18322, 92	- 25962, 94	- 5677, 3	- 3510,2 1	- 4136,6 5	817-1	2
817	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 202524 ,95	- 18322, 92	- 25962, 94	- 5677, 3	- 48708, 95	- 38168, 44	817-1	4
817	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 487095 ,94	- 18316, 54	- 24155, 89	- 5672, 04	- -48179	- 35517, 24	817-1	0
817	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 483409 ,54	- 18316, 54	- 24155, 89	- 5672, 04	- 3738,7 1	- -4141,8	817-1	2
817	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 479723 ,14	- 18316, 54	- 24155, 89	- 5672, 04	- 52551, 55	- 38186, 36	817-1	4
818	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 180647 ,36	- 16182, 68	- 23880, 4	- 5214, 12	- 43125, 07	- 27452, 75	818-1	0
818	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 177882 ,56	- 16182, 68	- 23880, 4	- 5214, 12	- 6183,3 5	- 6934,6 4	818-1	2
818	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 175117 ,76	- 16182, 68	- 23880, 4	- 5214, 12	- 48165, 81	- 37914, 38	818-1	4
818	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 422493 ,17	- 16181, 97	- 21715, 23	- 5209, 77	- 39091, 9	- 27451, 62	818-1	0
818	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 418806 ,77	- 16181, 97	- 21715, 23	- 5209, 77	- 6480,5 3	- 6934,9 3	818-1	2
818	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 415120 ,37	- 16181, 97	- 21715, 23	- 5209, 77	- 52793, 34	- 37916, 1	818-1	4
819	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 153607 ,88	- 13220, 07	- 20772, 89	- 4320, 63	- 34774, 44	- 19747, 47	819-1	0
819	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 150843 ,08	- 13220, 07	- 20772, 89	- 4320, 63	- 8245,9 8	- 8932,6	819-1	2

819	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 148078 ,28	13220, 07	20772, 89	4320, 63	43650, 07	34181, 7	819-1	4
819	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	358379 ,65	13224, 83	18292, 12	4317, 14	30100, 38	19761, 04	819-1	0
819	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	354693 ,25	13224, 83	18292, 12	4317, 14	8533,4 6	8936,6 5	819-1	2
819	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	351006 ,85	13224, 83	18292, 12	4317, 14	48899, 1	34176, 23	819-1	4
820	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 126952 ,59	9797,3 8	17001, 87	3246, 88	26364, 67	13321, 03	820-1	0
820	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 124187 ,79	9797,3 8	17001, 87	3246, 88	9543,8	10213, 47	820-1	2
820	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 121422 ,99	9797,3 8	17001, 87	3246, 88	36878, 26	28283, 15	820-1	4
820	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 294678 ,65	9802,2 3	14262, 76	3243, 93	21154, 53	13334, 24	820-1	0
820	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 290992 ,25	9802,2 3	14262, 76	3243, 93	9811,8 6	10216, 98	820-1	2
820	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 287305 ,85	9802,2 3	14262, 76	3243, 93	42624, 54	28276, 96	820-1	4
821	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 100671 ,79	6567,0 8	12808, 66	2265, 4	18841, 4	11557, 33	821-1	0
821	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 97906, 99	6567,0 8	12808, 66	2265, 4	10023, 13	10393, 9	821-1	2
821	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 95142, 19	6567,0 8	12808, 66	2265, 4	28278, 99	20672, 5	821-1	4
821	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 231320 ,22	6559,4 1	9866,0 1	2262, 64	13206, 19	11555, 08	821-1	0
821	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 227633 ,82	6559,4 1	9866,0 1	2262, 64	10273, 24	10406, 99	821-1	2
821	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 223947 ,42	6559,4 1	9866,0 1	2262, 64	34414, 41	20700, 93	821-1	4
822	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 74737, 48	5347,9 9	9251,3 4	1791, 28	15134, 04	14332, 79	822-1	0
822	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 71972, 68	5347,9 9	9251,3 4	1791, 28	9700,3 2	9475,1 7	822-1	2
822	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 69207, 88	5347,9 9	9251,3 4	1791, 28	19622, 71	14237, 43	822-1	4
822	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 168238 ,88	5357,2 1	6135,9 5	1788, 31	9196,8 1	14333, 57	822-1	0
822	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 164552 ,48	5357,2 1	6135,9 5	1788, 31	9993,8 7	9457,5 1	822-1	2
822	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 160866 ,08	5357,2 1	6135,9 5	1788, 31	26147, 05	14201, 32	822-1	4
823	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 49115, 25	8408,4 9	7646,1	1801, 71	16391, 12	17281, 51	823-1	0

823	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 46350, 45	8408,4 9	7646,1	1801, 71	4789,5 3	3827,6	823-1	2
823	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 43585, 65	8408,4 9	7646,1	1801, 71	9874,7 1	16919, 04	823-1	4
823	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 105347, 27	- 8288,6 9	- 4583,0 4	- 1798, 11	- 10545, 21	- 17166, 11	823-1	0
823	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 101660, 87	- 8288,6 9	- 4583,0 4	- 1798, 11	- 5069,7 5	- -3951,8	823-1	2
823	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 97974, 47	- 8288,6 9	- 4583,0 4	- 1798, 11	- 16281, 05	- 17282, 85	823-1	4
824	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 23695, 83	- 2474,9 5	- 5943,5 6	- 1135, 89	- 8402,8 1	- 2965,5 3	824-1	0
824	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 20931, 03	- 2474,9 5	- 5943,5 6	- 1135, 89	- 2465,6 2	- 4510,0 3	824-1	2
824	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 18166, 23	- 2474,9 5	- 5943,5 6	- 1135, 89	- 6299,3 4	- 9646,0 4	824-1	4
824	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 42661, 7	- 2792,0 2	- 2030,2 5	- 1131, 23	- - 2273,5	- 3173,5 2	824-1	0
824	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 38975, 3	- 2792,0 2	- 2030,2 5	- 1131, 23	- 4162,9 1	- 4083,8 9	824-1	2
824	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 35288, 9	- 2792,0 2	- 2030,2 5	- 1131, 23	- 15823, 25	- 8585,7 6	824-1	4
825	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 214996, 8	- 19033, 25	- 25082, 85	- 5257, 39	- 59493, 88	- 45924, 36	825-1	0
825	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 212232	- 19033, 25	- 25082, 85	- 5257, 39	- 9660,0 5	- 8267,0 8	825-1	2
825	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 209467, 2	- 19033, 25	- 25082, 85	- 5257, 39	- 37759, 07	- 31219, 29	825-1	4
825	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 540729, 73	- 19445, 06	- 23535, 8	- 5251, 76	- 56521, 03	- 46776, 65	825-1	0
825	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 537043, 33	- 19445, 06	- 23535, 8	- 5251, 76	- 9781,3	- 8295,7 6	825-1	2
825	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 533356, 93	- 19445, 06	- 23535, 8	- 5251, 76	- 40974, 43	- 30424, 37	825-1	4
826	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 189119, 51	- 17746, 35	- 24566, 17	- 5677, 3	- 48780, 23	- 34433, 63	826-1	0
826	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 186354, 71	- 17746, 35	- 24566, 17	- 5677, 3	- 3416,7 3	- 4134,3 6	826-1	2
826	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 183589, 91	- 17746, 35	- 24566, 17	- 5677, 3	- 45003, 16	- 37800, 99	826-1	4
826	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 476956, 62	- 18150, 44	- 22341, 09	- 5672, 04	- 44628, 52	- 35230, 94	826-1	0
826	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 473270, 22	- 18150, 44	- 22341, 09	- 5672, 04	- 3715,1 8	- -4123,5	826-1	2
826	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 469583, 82	- 18150, 44	- 22341, 09	- 5672, 04	- 49751, 76	- 36981, 95	826-1	4

827	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 163816 ,26	15452, 64	22811, 45	5214, 12	41277, 5	26073, 5	827-1	0
827	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 161051 ,46	15452, 64	22811, 45	5214, 12	5780,9 7	6894,6 1	827-1	2
827	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 158286 ,66	15452, 64	22811, 45	5214, 12	44448, 75	37270, 82	827-1	4
827	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 413897 ,76	- 15886, 18	- 20039, 5	- 5209, 77	- 36096, 6	- 26939, 22	827-1	0
827	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 410211 ,36	- 15886, 18	- 20039, 5	- 5209, 77	- 6143,9 9	- 6893,2 3	827-1	2
827	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 406524 ,96	- 15886, 18	- 20039, 5	- 5209, 77	- 50355, 67	- 36402, 35	827-1	4
828	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 139087 ,94	12360, 18	20118, 22	4320, 63	33861, 47	18190, 2	828-1	0
828	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 136323 ,14	12360, 18	20118, 22	4320, 63	7660,3	8895,0 7	828-1	2
828	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 133558 ,34	12360, 18	20118, 22	4320, 63	40254, 82	33295, 45	828-1	4
828	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 351495 ,93	12813, 21	16848, 79	4317, 14	27675, 26	19091, 55	828-1	0
828	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 347809 ,53	12813, 21	16848, 79	4317, 14	8012,9 4	8890,3 7	828-1	2
828	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 344123 ,13	12813, 21	16848, 79	4317, 14	47146, 3	32384, 71	828-1	4
829	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 114931 ,87	8845,5 4	16787, 49	3246, 88	26263, 61	11969, 88	829-1	0
829	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 112167 ,07	8845,5 4	16787, 49	3246, 88	8867,6 4	10163, 32	829-1	2
829	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 109402 ,27	8845,5 4	16787, 49	3246, 88	34019, 88	27151, 13	829-1	4
829	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 289675 ,54	9309,2 7	13099, 74	3243, 93	19207, 21	12901, 69	829-1	0
829	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 285989 ,14	9309,2 7	13099, 74	3243, 93	9186,7 4	10167, 68	829-1	2
829	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 282302 ,74	9309,2 7	13099, 74	3243, 93	41714, 48	26228, 04	829-1	4
830	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 91353, 63	5734,3 3	13034, 55	2265, 4	19282, 34	11410, 16	830-1	0
830	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 88588, 83	5734,3 3	13034, 55	2265, 4	9317,7 7	10399, 05	830-1	2
830	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 85824, 03	5734,3 3	13034, 55	2265, 4	25981, 91	19584, 75	830-1	4
830	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 228367 ,9	6243,6 6	8937,8 8	- 2262, 64	- 11439, 84	- 12397, 83	830-1	0
830	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 224681 ,5	6243,6 6	8937,8 8	- 2262, 64	- 9668,6 1	- 10368, 08	830-1	2

830	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 220995 ,1	- 6243,6 6	- 8937,8 8	- 2262, 64	- 34526, 09	- 18535, 13	830-1	4
831	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	68371, 92	5232,6 5	9726,8 7	1791, 28	15697, 53	15363, 56	831-1	0
831	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	65607, 12	5232,6 5	9726,8 7	1791, 28	9195,9 5	9262,3	831-1	2
831	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	62842, 32	5232,6 5	9726,8 7	1791, 28	18257, 27	12960, 23	831-1	4
831	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	167533 ,14	5604,4 6	5495,4 3	1788, 31	7400,3 3	16248, 37	831-1	0
831	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	163846 ,74	5604,4 6	5495,4 3	1788, 31	9361,6 3	-9403,5	831-1	2
831	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	160160 ,34	5604,4 6	5495,4 3	1788, 31	26885, 82	12357, 82	831-1	4
832	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	45977, 27	8563,4 3	8137,9 1	1801, 71	17100, 52	18460, 01	832-1	0
832	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	43212, 47	8563,4 3	8137,9 1	1801, 71	4225,6 7	4461,9 2	832-1	2
832	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	40447, 67	8563,4 3	8137,9 1	1801, 71	6166,1 2	19522, 76	832-1	4
832	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	107024 ,33	9640,1 3	2961,2 8	1798, 11	7900,0 4	19958, 75	832-1	0
832	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	103337 ,93	9640,1 3	2961,2 8	1798, 11	5378,4 5	3807,2 8	832-1	2
832	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	99651, 53	9640,1 3	2961,2 8	1798, 11	17672, 16	16714, 73	832-1	4
834	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	24342, 86	5098,6 7	7119,6 3	1135, 89	12995, 59	4595,1 3	834-1	0
834	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	21578, 06	5098,6 7	7119,6 3	1135, 89	4018,6 4	3793,8 7	834-1	2
834	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	18813, 26	5098,6 7	7119,6 3	1135, 89	12498, 49	9294,7 1	834-1	4
834	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	48010, 91	2903,4 7	4669,1 5	1131, 23	6265,7 6	3314,7 8	834-1	0
834	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	44324, 51	2903,4 7	4669,1 5	1131, 23	2189,7 7	6903,9 1	834-1	2
834	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	40638, 11	2903,4 7	4669,1 5	1131, 23	15570, 57	16795, 14	834-1	4
835	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	214822 ,25	19483, 17	24878, 98	5257, 39	58958, 58	46850, 02	835-1	0
835	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	212057 ,45	19483, 17	24878, 98	5257, 39	9538,4 7	8292,6 9	835-1	2
835	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	209292 ,65	19483, 17	24878, 98	5257, 39	37504, 07	30535, 4	835-1	4
835	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	540837 ,71	19088, 37	23343, 71	5251, 76	56009, 8	46033, 53	835-1	0

835	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 537151 ,31	- 19088, 37	- 23343, 71	- 5251, 76	- 9660,2 3	- 8265,7 9	835-1	2
835	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 533464 ,91	- 19088, 37	- 23343, 71	- 5251, 76	- 40696, 37	- 31298, 1	835-1	4
836	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 188947 ,68	- 18179, 99	- 24390, 23	- 5677, 3	- 48385, 9	- 35282, 59	836-1	0
836	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 186182 ,88	- 18179, 99	- 24390, 23	- 5677, 3	- 3447,8 6	- 4119,4 1	836-1	2
836	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 183418 ,08	- 18179, 99	- 24390, 23	- 5677, 3	- 44721, 82	- 37101, 28	836-1	4
836	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 477058 ,7	- 17808, 02	- 22177, 1	- 5672, 04	- 44255, 68	- 34560, 66	836-1	0
836	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 473372 ,3	- 17808, 02	- 22177, 1	- 5672, 04	- 3743,9	- 4141,4 2	836-1	2
836	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 469685 ,9	- 17808, 02	- 22177, 1	- 5672, 04	- 49444, 12	- 37867, 23	836-1	4
837	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 163647 ,28	- 15911, 1	- 22675, 21	- 5214, 12	- 41000, 73	- 26985, 13	837-1	0
837	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 160882 ,48	- 15911, 1	- 22675, 21	- 5214, 12	- 5796,9 9	- 6888,2	837-1	2
837	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 158117 ,68	- 15911, 1	- 22675, 21	- 5214, 12	- 44211, 46	- 36513, 92	837-1	4
837	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 413993 ,21	- 15510, 81	- 19915, 93	- 5209, 77	- 35842, 5	- 26193, 25	837-1	0
837	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 410306 ,81	- 15510, 81	- 19915, 93	- 5209, 77	- 6157,3 1	- -6896,9	837-1	2
837	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 406620 ,41	- 15510, 81	- 19915, 93	- 5209, 77	- 50090, 33	- 37323, 2	837-1	4
838	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 138923 ,69	- 12828, 02	- 20036, 41	- 4320, 63	- 33728, 37	- 19116, 12	838-1	0
838	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 136158 ,89	- 12828, 02	- 20036, 41	- 4320, 63	- 7656,5 4	- 8884,5 1	838-1	2
838	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 133394 ,09	- 12828, 02	- 20036, 41	- 4320, 63	- 40100, 52	- 32482, 38	838-1	4
838	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 351583 ,65	- 12411, 57	- 16780, 71	- 4317, 14	- 27567, 29	- 18294, 95	838-1	0
838	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 347897 ,25	- 12411, 57	- 16780, 71	- 4317, 14	- 8006,8 8	- 8896,2 2	838-1	2
838	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 344210 ,85	- 12411, 57	- 16780, 71	- 4317, 14	- 46962, 27	- 33326, 98	838-1	4
839	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 114776 ,95	- 9312,6 2	- 16779, 3	- 3246, 88	- 26329, 44	- 12903, 73	839-1	0
839	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 112012 ,15	- 9312,6 2	- 16779, 3	- 3246, 88	- 8849,7 2	- 10161, 5	839-1	2
839	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 109247 ,35	- 9312,6 2	- 16779, 3	- 3246, 88	- 33982, 86	- 26307, 94	839-1	4

839	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 289753 ,97	- 8888,0 2	- 13106, 87	- 3243, 93	- 19302, 02	- 12056, 51	839-1	0
839	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 286067 ,57	- 8888,0 2	- 13106, 87	- 3243, 93	- 9167,1 8	- 10163, 48	839-1	2
839	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 282381 ,17	- 8888,0 2	- 13106, 87	- 3243, 93	- 41645, 19	- 27159, 12	839-1	4
840	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 91215, 31	- 6236,3 8	- 13108, 53	- 2265, 4	- 19468, 56	- 12377, 74	840-1	0
840	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 88450, 51	- 6236,3 8	- 13108, 53	- 2265, 4	- 9282,8 6	- 10361, 88	840-1	2
840	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 85685, 71	- 6236,3 8	- 13108, 53	- 2265, 4	- 26088, 91	- 18595, 68	840-1	4
840	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 228435 ,02	- 5767,9	- 9029,1 5	- 2262, 64	- 11659, 9	- 11478, 72	840-1	0
840	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 224748 ,62	- 5767,9	- 9029,1 5	- 2262, 64	- 9632,9 6	- 10399, 82	840-1	2
840	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 221062 ,22	- 5767,9	- 9029,1 5	- 2262, 64	- 34597, 77	- 19570, 58	840-1	4
841	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 68260, 12	- 5585,4 2	- 9794,0 5	- 1791, 28	- 15771, 95	- 16190, 67	841-1	0
841	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 65495, 32	- 5585,4 2	- 9794,0 5	- 1791, 28	- 9153,9 5	- 9394,2 9	841-1	2
841	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 62730, 52	- 5585,4 2	- 9794,0 5	- 1791, 28	- 18495, 19	- 12399, 76	841-1	4
841	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 167586 ,38	- 5258,8 8	- 5583,1 6	- 1788, 31	- 7515,2 7	- 15402, 11	841-1	0
841	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 163899 ,98	- 5258,8 8	- 5583,1 6	- 1788, 31	- 9319,0 3	- 9258,8 1	841-1	2
841	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 160213 ,58	- 5258,8 8	- 5583,1 6	- 1788, 31	- 27082, 04	- 12917, 36	841-1	4
842	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 45905, 82	- 9620,9 7	- 8183,9	- 1801, 71	- 17212, 12	- 19897, 04	842-1	0
842	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 43141, 02	- 9620,9 7	- 8183,9	- 1801, 71	- 4162,1 3	- 3801,4 8	842-1	2
842	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 40376, 22	- 9620,9 7	- 8183,9	- 1801, 71	- 6287,8 5	- 16746, 54	842-1	4
842	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 107060 ,89	- 8580,3 7	- 3028,0 2	- 1798, 11	- 8056,6 4	- 18492, 83	842-1	0
842	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 103374 ,49	- 8580,3 7	- 3028,0 2	- 1798, 11	- 5318,4 2	- 4478,4 5	842-1	2
842	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 99688, 09	- 8580,3 7	- 3028,0 2	- 1798, 11	- 17755, 91	- 19504, 7	842-1	4
843	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 24340, 95	- 2886,7 3	- 7192,8 3	- 1135, 89	- 13076, 18	- 3208,3 8	843-1	0
843	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 21576, 15	- 2886,7 3	- 7192,8 3	- 1135, 89	- 4033,9 9	- 6910,0 7	843-1	2

843	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 18811, 35	2886,7 3	7192,8 3	1135, 89	12801, 2	16948, 43	843-1	4
843	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	48029, 07	- 5172,1	4782,2 5	1131, 23	6413,7 1	4652,2 5	843-1	0
843	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	44342, 67	- 5172,1	4782,2 5	1131, 23	2192,6 8	3783,2 2	843-1	2
843	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	40656, 27	- 5172,1	4782,2 5	1131, 23	15781, 05	9250,8 5	843-1	4
844	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	230100 ,52	19494, 57	27088, 01	5257, 39	44214, 41	31362, 25	844-1	0
844	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	232865 ,32	19494, 57	27088, 01	5257, 39	10430, 14	8211,3 5	844-1	2
844	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	235630 ,12	19494, 57	27088, 01	5257, 39	61609, 75	46644, 88	844-1	4
844	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	544837 ,94	19419, 26	25737, 58	5251, 76	41476, 53	31240, 23	844-1	0
844	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	548524 ,34	19419, 26	25737, 58	5251, 76	10393, 13	8239,9 6	844-1	2
844	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	552210 ,74	19419, 26	25737, 58	5251, 76	64273, 6	46824, 11	844-1	4
845	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 208058	18292, 08	26324, 79	5677, 3	52249, 56	35463, 45	845-1	0
845	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	205293 ,2	18292, 08	26324, 79	5677, 3	3632,4 7	4137,7 9	845-1	2
845	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	202528 ,4	18292, 08	26324, 79	5677, 3	49459, 75	38196, 62	845-1	4
845	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	487113 ,28	18332, 71	24505, 34	5672, 04	48834, 39	35553, 98	845-1	0
845	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	483426 ,88	18332, 71	24505, 34	5672, 04	3856,2 1	4147,0 5	845-1	2
845	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	479740 ,48	18332, 71	24505, 34	5672, 04	53322, 41	38124, 61	845-1	4
846	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	180656 ,63	16160, 72	24185, 92	5214, 12	43624, 44	27401, 4	846-1	0
846	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	177891 ,83	16160, 72	24185, 92	5214, 12	6348,4	6932,3 1	846-1	2
846	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	175127 ,03	16160, 72	24185, 92	5214, 12	48874, 75	37924, 19	846-1	4
846	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	422545 ,81	16188, 04	22004, 86	5209, 77	39553, 17	27466, 35	846-1	0
846	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	418859 ,41	16188, 04	22004, 86	5209, 77	6639,2 6	6942,6 1	846-1	2
846	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	415173 ,01	16188, 04	22004, 86	5209, 77	53527, 73	37879, 84	846-1	4
847	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	153619 ,8	13208, 39	21000, 84	4320, 63	35087, 26	19720, 9	847-1	0

847	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 150855	13208, 39	21000, 84	4320, 63	8440,7	8934,5 6	847-1	2
847	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	148090 ,2	13208, 39	21000, 84	4320, 63	44240, 3	34185, 57	847-1	4
847	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	358456 ,3	13225, 77	18502, 13	4317, 14	30372, 48	19761, 17	847-1	0
847	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	354769 ,9	13225, 77	18502, 13	4317, 14	8723,3 5	8940,0 7	847-1	2
847	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	351083 ,5	13225, 77	18502, 13	4317, 14	49520, 38	34156, 3	847-1	4
848	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	126967 ,05	9789,8 9	17145, 29	3246, 88	26561, 29	13301, 85	848-1	0
848	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	124202 ,25	9789,8 9	17145, 29	3246, 88	9754,4 6	10215, 29	848-1	2
848	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	121437 ,45	9789,8 9	17145, 29	3246, 88	37303, 78	28288, 1	848-1	4
848	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	294770 ,08	9803,5 5	14387, 19	3243, 93	21310, 5	13334, 06	848-1	0
848	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	291083 ,68	9803,5 5	14387, 19	3243, 93	10019, 86	10220, 18	848-1	2
848	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	287397 ,28	9803,5 5	14387, 19	3243, 93	43085, 37	28265, 67	848-1	4
849	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	100690 ,07	6549,3 3	12901, 23	2265, 4	19159, 85	11522, 76	849-1	0
849	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	97925, 27	6549,3 3	12901, 23	2265, 4	10226, 9	10402, 93	849-1	2
849	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	95160, 47	6549,3 3	12901, 23	2265, 4	28515, 16	20714, 49	849-1	4
849	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	231419 ,19	6573,1 1	9939,3 8	2262, 64	13486, 32	11565, 2	849-1	0
849	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	227732 ,79	6573,1 1	9939,3 8	2262, 64	10477, 09	10397, 79	849-1	2
849	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	224046 ,39	6573,1 1	9939,3 8	2262, 64	34689, 06	20661, 79	849-1	4
850	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	74761, 12	5344,4 2	9400,9 9	1791, 28	15528, 5	14295, 99	850-1	0
850	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	71996, 32	5344,4 2	9400,9 9	1791, 28	9871,7 9	9455,4 5	850-1	2
850	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	69231, 52	5344,4 2	9400,9 9	1791, 28	19783, 79	14212, 37	850-1	4
850	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	168339 ,88	5350,3 2	6268,6 7	1788, 31	9558,9 1	14334, 21	850-1	0
850	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	164653 ,48	5350,3 2	6268,6 7	1788, 31	10166, 84	9481,8 7	850-1	2
850	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	160967 ,08	5350,3 2	6268,6 7	1788, 31	26343, 48	14226, 98	850-1	4

851	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 49146, 56	8270,6 7	7804,4 2	1801, 71	16797, 22	17118	851-1	0
851	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 46381, 76	8270,6 7	7804,4 2	1801, 71	4809,6 3	3943,6 1	851-1	2
851	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 43616, 96	8270,6 7	7804,4 2	1801, 71	10253, 56	17280, 75	851-1	4
851	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 105447 ,37	- 8407,5	- 4720,6 6	- 1798, 11	- 10920, 41	- 17278, 51	851-1	0
851	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 101760 ,97	- 8407,5	- 4720,6 6	- 1798, 11	- 5100,3 5	- 3830,4 7	851-1	2
851	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 98074, 57	- 8407,5	- 4720,6 6	- 1798, 11	- 16711, 8	- 16893, 96	851-1	4
852	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 23729, 16	2781,5 6	6027,6 9	1135, 89	8499,9	3131,3 9	852-1	0
852	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 20964, 36	2781,5 6	6027,6 9	1135, 89	2569,6 3	4072,8 9	852-1	2
852	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 18199, 56	2781,5 6	6027,6 9	1135, 89	6604,1 3	8561,9 3	852-1	4
852	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 42756, 19	- 2469,6	- 2128,0 4	- 1131, 23	- 2377,8 2	- 2977,1 1	852-1	0
852	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 39069, 79	- 2469,6	- 2128,0 4	- 1131, 23	- 4246,8 5	- 4542,5 4	852-1	2
852	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 35383, 39	- 2469,6	- 2128,0 4	- 1131, 23	- 16080, 66	- 9655,5 1	852-1	4
853	0	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 215376 ,56	19936, 5	28626, 95	5257, 39	68129, 68	47933, 36	853-1	0
853	2	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 212611 ,76	19936, 5	28626, 95	5257, 39	11213, 11	8472,2 5	853-1	2
853	4	ENVELOPE	Combina tion	Max	- 209846 ,96	19936, 5	28626, 95	5257, 39	45475, 85	30986, 9	853-1	4
853	0	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 553762 ,48	- 19283, 85	- 28197, 04	- 5251, 76	- 67471, 79	- 46361, 93	853-1	0
853	2	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 550076 ,08	- 19283, 85	- 28197, 04	- 5251, 76	- 11415, 04	- 8206,1 3	853-1	2
853	4	ENVELOPE	Combina tion	Min	- 546389 ,68	- 19283, 85	- 28197, 04	- 5251, 76	- 46537, 6	- 32026, 08	853-1	4

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	7%
2	herbycalvinpascal.files.wordpress.com Internet Source	1%
3	tekonsipil.sv.ugm.ac.id Internet Source	1%
4	Submitted to North South University Student Paper	1%
5	repository.ummat.ac.id Internet Source	1%
6	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	1%
7	eprints.itn.ac.id Internet Source	1%
8	www.scribd.com Internet Source	1%
9	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	1%

10	Submitted to Korea National Open University Student Paper	1 %
11	Submitted to Universitas Merdeka Malang Student Paper	1 %
12	Submitted to Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada Student Paper	<1 %
13	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
14	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
15	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1 %
16	digilib.polban.ac.id Internet Source	<1 %
17	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
18	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1 %
19	Submitted to Clarkston Community Schools Student Paper	<1 %
20	repository.usm.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to Sultan Agung Islamic University	

Student Paper

<1 %

22

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1 %

23

Submitted to Universitas Bengkulu

Student Paper

<1 %

24

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

25

lib.unnes.ac.id

Internet Source

<1 %

26

Submitted to Institut Teknologi Nasional
Malang

Student Paper

<1 %

27

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

Student Paper

<1 %

28

Submitted to Program Pascasarjana
Universitas Negeri Yogyakarta

Student Paper

<1 %

29

Submitted to Purdue University

Student Paper

<1 %

30

Bagus Anggoro Wiratmoko, Sigit Winarto,
Yosef Cahyo. "PERENCANAAN PONDASI
TIANG PANCANG GEDUNG KETAHANAN
PANGAN NGANJUK", Jurnal Manajemen
Teknologi & Teknik Sipil, 2019

Publication

<1 %

31

Agata Iwan Candra. "ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI STROUS PILE PADA PEMBANGUNAN GEDUNG MINI HOSPITAL UNIVERSITAS KADIRI", UKaRsT, 2018

Publication

<1 %

32

Submitted to Universitas Islam Indonesia

Student Paper

<1 %

33

repository.uir.ac.id

Internet Source

<1 %

34

Submitted to Yonkers High School

Student Paper

<1 %

35

Sopelira L.I. "PERAN GURU DALAM MENGEMBANGKAN ASPEK KEMAMPUAN BERBAHASA PADA ANAK USIA DINI DI PAUD AMPERACERIA MADYA RAYA", Masa Keemasan: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 2022

Publication

<1 %

36

Rizaludin Rizaludin, Sigit Winarto, Ahmad Ridwan. "PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG GEDUNG PASCA SARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KADIRI", Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 2020

Publication

<1 %

37

Aulia Annisa. "PERBANDINGAN BEBAN GEMPA RENCANA HASIL ANALISIS

<1 %

MENGGUNAKAN METODE STATIK EKIVALEN
DAN RESPON SPEKTRUM BERDASARKAN SNI
1726-2012", Jurnal Sains dan Teknologi
Tadulako, 2020

Publication

38

Submitted to Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya

Student Paper

<1 %

39

"Proceedings of the Second International
Conference of Construction, Infrastructure,
and Materials", Springer Science and Business
Media LLC, 2022

Publication

<1 %

40

Ni Putu Yolanda Saraswati, Slamet Widodo.
"PENERAPAN METODE HIRARC KESELAMATAN
DAN KESEHATAN KERJA PADA PEKERJAAN
LAND CLEARING DI TERMINAL KIJING
KABUPATEN MEMPAAWAH", Jurnal Teknik Sipil,
2021

Publication

<1 %

41

Chica Oktavia, Feby Aristia Putri, Aris Sujiani.
"REDESAIN GEDUNG ASIMETRIS PADA
GEDUNG SISTEM ONLINE UNIVERSITAS
TERBUKA", TAPAK (Teknologi Aplikasi
Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil,
2023

Publication

<1 %

42 Dhimas Adji Pratama, Sindi Widiyawati, Erlina Yanuarini. "Peningkatan Desain Kapasitas Struktur Atas Beton Bertulang Gedung F RSUD Depok", MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil, 2022
Publication

43 Enik Ernawati, Slamet Widodo. "Comparative Study of Internal Force between Dynamic Method and Equivalent Static Methods in Lecture Buildings in Yogyakarta Based on Earthquake Indonesian National Standard (SNI 1726-2019)", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021
Publication

44 ocw.upj.ac.id
Internet Source

45 Atmi Ayu Sisdamantri .. "PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER PARIT SUNGAI RAYA DI KOTA PONTIANAK", Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 2013
Publication

46 Daniel Jason Tatang, Lidya Fransisca Tjong. "Studi Komparasi Perilaku Gedung Beton Bertulang dengan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Menggunakan Dinding Geser dan Rangka Bresing Konsentrik Inverted-V", Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil, 2022

47

M. Basyir, F. Amir, S. Maricar, I.G.M. Oka. "Perancangan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Ruko 4 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019", REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 2022

Publication

<1 %

48

N S Nugroho, Erizal, H Putra. "Structure evaluation of building based on the earthquake response acceleration spectrum of the SNI 03-1726-2019", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021

Publication

<1 %

49

Dyah Mustika Wardani. "HOTEL RESERVATION POLICY PADA MASA PANDEMI : REFUND, RESCHEDULE ATAU CANCEL DI LABUANBAJO", Jurnal Pariwisata, 2021

Publication

<1 %

50

repository.unj.ac.id

Internet Source

<1 %

51

"Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures", American Society of Civil Engineers (ASCE), 2017

Publication

<1 %

- 52 dokumen.tips
Internet Source <1 %
-
- 53 Aurel Kirey Jenifer Kaloh, Sherwin R.U.A. Sompie, Dirko G. S. Ruindungan. "Rancang Bangun Realitas Maya Interaktif Universitas Sam Ratulangi", Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 2022
Publication <1 %
-
- 54 Fiqih Rahmanto, Elvira Elvira, Asep Supriyadi. "THE CALCULATION OF THE BUILDING STRUCTURE OF INSTITUT TEKNOLOGI DAN BISNIS SABDA SETIA KOTA PONTIANAK", Jurnal Teknik Sipil, 2023
Publication <1 %
-
- 55 J Propika, L L Lestari, Y Septiarsilia, K N Julistian. "Building Structure Analysis With and Without Direct Foundation Modelling using Reinforced Concrete Special Moment Resisting Frame", Journal of Physics: Conference Series, 2021
Publication <1 %
-
- 56 R. Hidayat, Irdhiani Irdhiani. "Alternatif Fondasi Tiang Pancang Pada Gedung Pengendalian Penduduk dan Keluarga Berencana (P2KB) Palu", REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 2021
Publication <1 %
-

57

Tanjung Rahayu. "PERENCANAAN APARTEMEN 10 LANTAI DENGAN SISTEM GANDA SRPMK DAN SHEARWALL UNTUK KOTA CIANJUR", JURNAL MOMEN TEKNIK SIPIL, 2021

Publication

<1 %

58

Rosi Nursani, Mohammad Syarif Al Huseinny. "ANALISIS PERBANDINGAN PERILAKU STRUKTUR GEDUNG DENGAN KOLOM KOMPOSIT DAN KOLOM NON KOMPOSIT", Jurnal TEKNIK-SIPIL, 2022

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

TA NOVITA SARI ANGGREINI_19110011.

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107

PAGE 108

PAGE 109

PAGE 110

PAGE 111

PAGE 112

PAGE 113

PAGE 114

PAGE 115

PAGE 116

PAGE 117

PAGE 118

PAGE 119

PAGE 120

PAGE 121

PAGE 122

PAGE 123

PAGE 124

PAGE 125

PAGE 126

PAGE 127

PAGE 128

PAGE 129

PAGE 130

PAGE 131

PAGE 132

PAGE 133

PAGE 134

PAGE 135

PAGE 136

PAGE 137

PAGE 138

PAGE 139

PAGE 140

PAGE 141

PAGE 142

PAGE 143

PAGE 144

PAGE 145

PAGE 146

PAGE 147

PAGE 148

PAGE 149

PAGE 150

PAGE 151

PAGE 152

PAGE 153

PAGE 154

PAGE 155

PAGE 156

PAGE 157

PAGE 158

PAGE 159

PAGE 160

PAGE 161

PAGE 162

PAGE 163

PAGE 164

PAGE 165

PAGE 166

PAGE 167

PAGE 168

PAGE 169

PAGE 170

PAGE 171

PAGE 172

PAGE 173

PAGE 174

PAGE 175

PAGE 176

PAGE 177

PAGE 178

PAGE 179

PAGE 180

PAGE 181

PAGE 182

PAGE 183

PAGE 184

PAGE 185

PAGE 186

PAGE 187

PAGE 188

PAGE 189

PAGE 190

PAGE 191

PAGE 192

PAGE 193

PAGE 194

PAGE 195

PAGE 196

PAGE 197

PAGE 198

PAGE 199

PAGE 200

PAGE 201

PAGE 202

PAGE 203

PAGE 204

PAGE 205

PAGE 206

PAGE 207

PAGE 208

PAGE 209

PAGE 210

PAGE 211

PAGE 212

PAGE 213

PAGE 214

PAGE 215

PAGE 216

PAGE 217

PAGE 218

PAGE 219

PAGE 220

PAGE 221

PAGE 222

PAGE 223

PAGE 224

PAGE 225

PAGE 226

PAGE 227

PAGE 228

PAGE 229

PAGE 230

PAGE 231

PAGE 232

PAGE 233

PAGE 234

PAGE 235

PAGE 236

PAGE 237

PAGE 238

PAGE 239

PAGE 240

PAGE 241

PAGE 242

PAGE 243

PAGE 244

PAGE 245

PAGE 246

PAGE 247

PAGE 248

PAGE 249

PAGE 250

PAGE 251

PAGE 252

PAGE 253

PAGE 254

PAGE 255

PAGE 256

PAGE 257

PAGE 258

PAGE 259

PAGE 260

PAGE 261

PAGE 262

PAGE 263

PAGE 264

PAGE 265
