

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG
HOTEL *AYBLUE* MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA
MENGUNAKAN SISTEM GANDA**



Wa Ode Sitti Nur Aisyah

NPM : 19.11.0044

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

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

Oleh :

Wa Ode Sitti Nur Aisyah
NPM : 19.11.0044

Tanggal Ujian : Selasa 25 Juli 2023

Disetujui oleh :

Pembimbing,



Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, MT.
NIK. 94245-ET

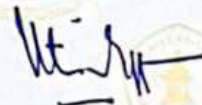
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



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

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



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

LEMBAR PENGESAHAN REVISI


Judul : Perencanaan Ulang Struktur Gedung Hotel *AYBLUE* Makassar 10 Tingkat
Tahan Gempa Menggunakan Sistem Ganda
Nama : Wa Ode Sitti Nur Aisyah
NPM : 19.11.0044

Tanggal Ujian : Selasa, 25 Juli 2023

Disetujui,

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT.

Dr. Ir. Siswovo, MT.

NIK : 93190-ET

NIK : 92177-ET

Mengetahui,
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, MT.

NIK : 94245-ET

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISTEM GANDA

Nama Mahasiswa : Wa Ode Sitti Nur Aisyah
NPM : 19.11.0044
Jurusan : Teknik Sipil FT-UWKS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. H Soerjandani Priantoro Machmoed, MT.

Abstrak

Gedung AYBLUE 10 tingkat direncanakan akan dibangun di kota makassar dengan menggunakan metode sistem ganda (*dual system*) menggabungkan dua komponen utama, yaitu sistem pendukung momen khusus dan sistem penahan geser dinding, serta menerapkan prinsip strong column weak beam. Selama terjadinya gempa balok-balok akan membentuk sendi plastik sehingga perlu dilakukan desain kolom yang kuat untuk mendukung balok. Dalam merencanakan gedung AYBLUE, dengan dimensi bangunan berukuran 42 m x 30 m dan terdiri dari 10 tingkat dengan konstruksi beton bertulang, digunakan mutu beton $f_c' = 35$ Mpa dan mutu baja $f_y = 420$ Mpa. Proses perencanaan mengikuti pedoman yang diatur dalam SNI 2847-2019 untuk perencanaan beton bertulang dan SNI 1726-2019 untuk perencanaan dalam menghadapi gaya gempa. Analisis beban gravitasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak komputer. Hasil perhitungan dan analisa menunjukkan bahwa tebal dinding geser adalah 30 cm, dengan menggunakan tulangan utama vertikal berukuran 120 D22-70, dan tulangan horizontal berukuran 2D22-50. Dalam hal ini dinding penopang, ada persyaratan bahwa ketebalan dinding penopang harus memenuhi salah satu dari dua kondisi berikut yaitu tidak boleh kurang dari 1/25 tinggi atau panjang bentang penopang, sesuai dengan yang lebih pendek atau tidak boleh kurang dari 100 mm. AYBLUE ini telah memenuhi ketentuan yang telah berlaku untuk prinsip *strong coloum weak beam* dengan ketentuan yang berlaku adalah $\sum M_{nb} \geq 1,2 \sum M_{nb} = 7923 \text{ kNm} \geq 644,01 \text{ kNm}$.

Kata Kunci : Hotel AYBLUE, Sistem Ganda (*Dual System*), Makassar, Beton Bertulang

**STRUCTURE REDESIGN BLUIDING OF AYBLUE
MAKASSAR HOTEL 10 LEVELS EARTHQUAKE RESISTANT
USING DOUBLE SYSTEMS**

Student Name : Wa Ode Sitti Nur Aisyah
NPM : 19.11.0044
Department : Civil Engineering FT-UWKS
Supervisor : Dr. Ir. H Soerjandani Priantoro Machmoed, MT.

Abstract

The 10-story AYBLUE building is planned to be built in Makassar city using a dual system method. Consisting of a special moment-resisting frame system and shear walls, as well as a weak beam strong column concept. During an earthquake, the beams will form plastic joints so it is necessary to design strong columns to support the beams. . In the plans for the AYBLUE building, with building dimensions measuring 42 m x 30 m and consisting of 10 levels with reinforced concrete construction, concrete quality $f_c' 35$ Mpa and steel quality $f_y 420$ Mpa are used. The planning process follows the guidelines set out in SNI 2847-2019 for planning reinforced concrete and SNI 1726-2019 for planning to deal with earthquake forces. Gravity load analysis is carried out using computer software. The results of calculations and analysis show that the thickness of the shear wall is 30 cm, using vertical main reinforcement measuring 120 D22-70, and horizontal reinforcement measuring 2D22-50. In this case of supporting walls, there is a requirement that the thickness of the supporting wall must meet one of the following two conditions, namely it must not be less than 1/25 of the height or length of the supporting span, whichever is shorter or must not be less than 100 mm. This Hotel AYBLUE the sstrong coloum weak beam spescifition under the constraint that $\sum M_{nb} \geq 1,2 \sum M_{nb} = 7923 \text{ kNm} \geq 644,01 \text{ kNm}$.

Keywords: AYBLUE Hotel, Dual System, Makassar, Reinforced Concrete

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin mengucapkan terima kasih karena dengan anugrah dan bimbingan dari Allah SWT, penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini yang diberi judul **“Perencanaan Ulang Struktur Gedung Hotel AYBLUE Makassar 10 Tingkat Tahan Gempa Menggunakan Sistem Ganda”**. Penulis melakukan penulisan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Fakultas Teknik di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Dalam hal ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar penyusunan tugas akhir dapat menjadi sempurna seperti apa yang diharapkan. Oleh karena itu,, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada semua yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.

1. Bapak Johan Paing Heru W, ST, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Ibu Ir. Utari Khatulistiani, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, MT.IP. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam membantu penulis menyelesaikan proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Utari Khatulistiani, MT selaku dosen penguji I dan dosen wali
5. Bapak Ir. Siswoyo, MT selaku dosen penguji II
6. Ayah dan ibu yang telah banyak memberikan bantuan serta dukungan. Juga untuk teman-teman yang selalu membantu suka duka dalam menyusun Tugas Akhir ini.

Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada semua individu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam proses penyusunan tugas akhir ini, meskipun tidak semua dapat disebutkan secara spesifik. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 26 Maret 2023

Wa Ode Sitti Nur Aisyah

19.11.0044

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Manfaat.....	4
1.7 Sistematika penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.2 Pedoman Yang Digunakan Dalam Perencanaan Gedung.....	6
2.3 Sistem Ganda Beton Betulang (<i>Dual System</i>).....	7
2.4 Perilaku Struktur Rangka-Dinding Geser (<i>Dual System</i>).....	8
2.4.1 <i>Strong - Coloum Weak Beam</i>	9
2.4.2 Pendetailan Kolom dan Balok.....	10
2.5 Konsep Perencanaan Struktur.....	10
2.5.1 Desain Terhadap Beban Lateral.....	11
2.5.2 Analisis Kekuatan Struktur Terhadap Gempa.....	11
2.5.3 Perencanaan kapasitas (<i>Capacity Design</i>).....	12
2.5.4 Pembebanan Struktur.....	14

2.6	Prosedur Beban Seismik SNI Gempa 1726-2019.....	20
2.6.1	Menentukan Klasifikasi Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan (I_e)	20
2.6.2	Klasifikasi Situs	22
2.6.3	Koefisien-koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget(MC_{ER}) ...	23
2.6.4	Kecepatan Rata-rata Gelombang Geser, V_s	25
2.6.5	Peta Gempa yang Menghitung Risiko yang Ditargetkan (MC_{ER}).....	26
2.6.6	Perhitungan Kategori Desain Seismik	27
2.6.7	Spektrum Respon Desain	27
2.6.8	Kategori Desain Seismik.....	29
2.6.9	Batasan Periode Fundamental Struktur (T).....	30
2.6.10	Gaya Geser Dasar Akibat Gempa	32
2.6.11	Kombinasi Pembebanan	33
2.6.12	Spektrum Respon Ragam	34
2.6.13	Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	35
2.7	Dinding Geser.....	37
2.7.1	Elemen Struktur Dinding Geser.....	42
2.7.2	Perilaku Dinding Geser (<i>Shearwall/Cantilever Wall</i>)	43
2.7.3	Perilaku Struktur Rangka Kaku (Rigid Frame)).....	44
2.7.4	Perilaku Dinding Geser (<i>Shearwall/Cantilever Wall</i>)	46
2.7.5	Perilaku Struktur Rangka-Dinding Geser (<i>Dual System</i>).....	47
2.7.6	Penulangan Dinding Geser Horisontal dan Vertikal	49
2.7.7	Penulangan Lentur dan Aksial pada Komponen Batas.....	49
2.8	Pengaruh Torsi	50
2.8.1	Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga	52
2.8.2	Geser Dasar Minimum untuk Menghitung Simpangan Antar Lantai ...	53
2.9	Perencanaan Elemen Struktur	53
2.9.1	Distribusi Tegangan Tekan Ekuivalen.....	56
2.9.2	Penampang Persegi Bertulang Tunggal.....	58
2.9.3	Penampang Persegi dalam Bertulangan Rangkap	60
2.9.4	Tulangan Tekan Sudah Mencapai Titik Leleh	61
2.9.5	Analisa Statik Ekuivalen.....	61

2.9.6	Komponen Struktur Sekunder	62
2.9.7	Komponen Struktur Primer	68
2.9.8	Perencanaan Pondasi	72
2.10	Jurnal Perencanaan Sebelumnya	76
BAB III METODE PERENCANAAN		78
3.1	Data Perencanaan	78
3.1.1	Data Teknis Bangunan.....	78
3.1.2	Spesifikasi Material	78
3.1.3	Diagram Alir Perencanaan	79
3.1.4	Penjelasan Diagram Alir Perencanaan.....	80
BAB IV PRELIMINARY DESIGN		85
4.1	Umum	85
4.2	Perencanaan <i>Design</i> Balok.....	85
4.3	Perencanaan Dimensi Balok Induk.....	86
4.3.1	Perencanaan Dimensi Balok Lantai.....	86
4.3.2	Perencanaan Dimensi Balok Anak Atap.....	87
4.4	Perencanaan <i>Design</i> Pelat.....	87
4.4.1	Perencanaan Dimensi Pelat Atap.....	89
4.4.2	Perencanaan Dimensi Pelat Lantai.....	93
4.5	Perencanaan Kolom.....	97
4.5.1	Perencanaan Dimensi Kolom.....	99
4.6	Perencanaan Dinding Geser.....	90
BAB V STRUKTUR SEKUNDER.....		100
5.1	Umum.....	100
5.2	Perencanaan Struktur Pelat.....	100
5.3	Pembebanan Pelat Atap.....	101
5.3.1	Momen Pelat.....	102
5.3.2	Syarat Penulangan Pelat Atap.....	102
5.3.3	Penulangan pada Pelat Atap.....	103
5.3.4	Kontrol Kekuatan.....	104
5.3.5	Kontrol Retak.....	105

5.4	Pembebanan Pelat Lantai.....	106
5.4.1	Momen Pelat.....	106
5.4.2	Syarat Penulangan Pelat Lantai.....	107
5.4.3	Penulangan pada Pelat Lantai.....	108
5.4.4	Kontrol Kekuatan.....	109
5.4.5	Kontrol Retak.....	110
5.5	Perencanaan Balok Anak Atap.....	111
5.5.1	Pembebanan Balok Anak Atap.....	111
5.5.2	Perhitungan Gaya Dalam.....	113
5.5.3	Syarat Batas Penulangan Balok Anak Atap.....	114
5.5.4	Penulangan Lentur Balok Anak Atap.....	114
5.5.5	Penulangan Geser Balok Anak Atap.....	117
5.6	Perencanaan Balok Anak Lantai.....	119
5.6.1	Pembebanan Balok Anak Lantai.....	119
5.6.2	Perhitungan Gaya Dalam.....	121
5.6.3	Syarat Batas Penulangan Balok Anak Lantai.....	121
5.6.4	Penulangan Lentur Balok Anak Lantai.....	121
5.6.5	Penulangan Geser Balok Anak Atap.....	124
5.7	Perencanaan Tangga	126
5.7.1	Pembebanan Tangga dan Bordes.....	128
5.7.2	Syarat Batas Penulangan Tangga.....	129
5.7.3	Gaya Dalam Tangga dan Bordes Lantai 1.....	129
5.7.4	Penulangan Pelat Tangga Lantai 1.....	130
5.7.5	Penulangan Pelat Tangga Miring Lantai 1.....	132
5.7.6	Gaya Dalam Tangga dan Bordes Lantai 2-10.....	135
5.7.7	Penulangan Pelat Tangga Lantai 2-19.....	136
5.7.8	Penulangan Pelat Bordes Lantai 2-10.....	139
5.8	Perencanaan Balok Bordes	141
5.8.1	Perhitungan Gaya Dalam.....	142
5.8.2	Syarat Batas Penulangan Balok Bordes.....	142
5.8.2	Penulangan Lentur Balok Bordes.....	142
5.8.3	Penulangan Geser Balok Bordes.....	145

5.9	Perencanaan Balok Penggantung pada <i>Lift</i>	147
5.9.1	Koefisien Kejut Beban Hidup disebabkan oleh Keran.....	148
5.9.2	Pembebanan pada Balok Penggantung <i>Lift</i> 40/60	148
5.9.3	Gaya Dalam Balok Penggantung <i>Lift</i>	149
5.9.4	Syarat Batas Penulangan Balok Penggantung <i>Lift</i>	150
5.9.5	Penulangan Balok Penggantung <i>Lift</i>	151
5.9.6	Penulangan Geser Balok Penggantung <i>Lift</i>	154
BAB VI PEMBEBANAN STRUKTUR.....		157
6.1	Data Perencanaan.....	157
6.2	Pembebanan Struktur.....	157
6.2.1	Pembebanan Gravitasi.....	157
6.2.2	Pembebanan Gempa pada Struktur.....	159
6.2.3	Kombinasi Beban.....	164
6.2.4	Batasan Simpangan Antar Lantai.....	165
BAB VII STRUKTUR PRIMER.....		169
7.1	Perencanaan Balok Induk	171
7.1.1	Syarat Batas Penulangan Balok Induk.....	171
7.1.2	Penulangan Lentur Balok Induk	171
7.1.3	Penulangan Geser Balok.....	174
7.1.4	Gaya Geser Rencana yang Digunakan.....	176
7.1.5	Syarat Detail Komponen Lentur.....	179
7.1.6	Penulangan Torsi pada Balok Induk.....	182
7.1.7	Pemutusan Tulangan Balok Induk.....	184
7.2	Perencanaan Kolom	185
7.2.1	Pendetailan Sesuai Dengan SNI 2847-2019.....	187
7.2.2	Kuat Maksimal Tekan Rencana pada Kolom.....	188
7.2.3	Persyaratan <i>Strong Column Weak Beam</i>	188
7.2.4	Kebutuhan Pengekangan Kolom	191
7.2.5	Periksa Kebutuhan Pengekang Kolom untuk Beban Geser yang telah Terpasang.....	193
7.2.6	Sambungan Lewatan Tulangan pada Kolom.....	196

7.3	Desain Hubungan Balok Kolom	198
7.3.1	Desain HBK yang terkekang 4 Balok.....	198
7.3.2	Desain HBK yang terkekang 3 atau 2 Balok	200
7.4	Perencanaan Dinding Geser	202
7.4.1	Sistem Ganda.....	202
7.4.2	Dimensi Dinding Geser.....	203
7.4.3	Kontrol Kekuatan <i>Axial</i> pada Dinding Geser.....	203
7.4.4	Desain Elemen Pembatas Dinding Struktur Khusus.....	204
7.4.5	Penulangan Dinding Geser.....	207
7.4.5.1	Penulangan Horizontal Dinding Geser.....	208
7.4.5.2	Penulangan Horizontal Dinding Geser.....	209
7.4.6	Penulangan Pembatas Elemen.....	210
7.4.6.1	Kebutuhan pada Sengkang Elemen Pembatas	210
7.4.6.2	Kebutuhan Tulangan Longitudinal Elemen Pembatas	211

BAB VIII STRUKTUR PONDASI.....213

8.1	Perencanaan Balok Induk	213
8.2	Daya Dukung Pondasi pada Tiang Pancang	213
8.2.1	Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Kekuatan Bahan	213
8.2.2	Daya Dukung Pondasi Terhadap Kekuatan Tanah.....	214
8.2.3	Kebutuhan Pondasi Tiang Pancang.....	215
8.2.4	Perhitungan Efisien Tiang Pancang dalam Kelompok	216
8.2.5	Kontrol Beban Tegangan Maksimum (P_{max}) 1 Tiang Pancang.....	217
8.2.6	Syarat Penulangan <i>Pile Cap</i>	218
8.2.7	Penulangan pada <i>Pile Cap</i>	219
8.2.8	menghitung Kontrol Geser <i>Pons</i>	221
8.3	Perencanaan <i>Sloof</i>	222
8.3.1	Penulangan Lentur pada <i>Sloof</i>	223
8.3.2	Penulangan Geser <i>Sloof</i>	224
8.4	Perencanaan Pondasi Dinding Geser	225
8.4.1	Kebutuhan Tiang Pancang.....	225
8.4.2	Perhitungan efisien Tiang Pancang dalam Kelompok	227
8.4.3	Kontrol Beban Tegangan Maksimum (P_{max}) 1 Tiang Pancang.....	227

8.4.4 Syarat Penulangan <i>Pile Cap</i>	230
8.4.5 Penulangan pada <i>Pile Cap</i>	230
8.4.6 Menghitung Kontrol Geser <i>Pons</i>	232
BAB IX KESIMPULANG DAN SARAN.....	235
9.1 Kesimpulan	235
9.2 Saran	235
LAMPIRAN.....

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung	15
Tabel 2.2	Beban Hidup pada Lantai Gedung	16
Tabel 2.3	Faktor Reduksi Beban Hidup	20
Tabel 2.4	Klasifikasi Risiko Gempa Untuk Struktur Bangunan dan Non Bangunan.....	21
Tabel 2.5	Faktor Utama Gempa (I_e).....	22
Tabel 2.6	Definisi Kelas Situs	23
Tabel 2.7	Faktor yang Mempengaruhi Kondisi Tanah, F_a	24
Tabel 2.8	Faktor yang Mempengaruhi Kondisi Tanah, F_v	25
Tabel 2.9	Kategori Desain Perencanaan Seismik Berdasarkan Respon Percepatan pada Periode Pendek (S_{DS}).....	27
Tabel 2.10	Kategori Perencanaan Seismik Berdasarkan Respon Percepatan pada Periode 1 Detik	27
Tabel 2.11	Kategori Perencanaan Seismik Berdasarkan Respon Percepatan pada Periode Pendek (S_{S1})	30
Tabel 2.12	Kategori Perencanaan Seismik Berdasarkan Respon Percepatan pada Periode 1 Detik	30
Tabel 2.13	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung	30
Tabel 2.14	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	31
Tabel 2.15	Simpangan Antar Lantai ijin, Δa	37
Tabel 2.16	Ketidakteraturan Horizontal pada Struktur	48
Tabel 2.17	Faktor Reduksi Kekuatan.....	51
Tabel 2.18	Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ) Untuk Momen, Gaya Aksial, atau Kombinasi Momen dan Gaya Aksial	55
Tabel 2.19	Tinggi Minimum Pelat Solid Nonprategang Satu Arah Pelat	64
Tabel 2.20	Tinggi Minimum Pelat Solid Nonprategang Dua Arah Pelat	64
Tabel 2.21	Batasan Tinggi Minimum Pelat Dua Arah	65
Tabel 2.22	Tinggi Minimum Balok Nonprategang	70
Tabel 2.23	Jurnal Perencanaan Sebelumnya	76
Tabel 5.1	Perhitungan Momen Pelat Atap.....	102
Tabel 5.2	perhitungan Momen Pelat Lantai.....	107

Tabel 6.1	Massa Lantai.....	159
Tabel 6.2	Data Tanah Kota Makassar.....	160
Tabel 6.3	Nilai Respon untuk Tanah Lunak di Kota Makassar.....	161
Tabel 6.4	Beban Gempa Tiap Lantai.....	163
Tabel 6.5	Kombinasi Pembebanan.....	164
Tabel 6.6	Simpangan Lantai Sumbu X dan Y.....	166
Tabel 6.7	Waktu Getar Alami <i>T-rayleigh</i> Sumbu X.....	166
Tabel 6.8	Waktu Getar Alami <i>T-rayleigh</i> Sumbu Y.....	167
Tabel 7.1	Momen Maksimal pada Balok.....	169
Tabel 7.2	Momen Maksimal Balok dari 18 Kombinasi	170
Tabel 7.3	Resuma Momen Paling Terbesar pada Balok.....	170

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Indonesia.....	1
Gambar 1.2	Denah Lokasi Moncongloe, Kota Makassar.....	3
Gambar 2.1	Gabungan atau Penumpukan dari mode Mode Deformasi Individu.....	7
Gambar 2.2	Mekanika Leleh Pada Gedung Akibat Beban Gempa.....	11
Gambar 2.3	Faktor Koefisien Angin Untuk Tekanan dan Hambatan Hisapan pada Bangunan	15
Gambar 2.4	Pengaruh Angin Pada Gedung	18
Gambar 2.4	Beban Gempa Pada Struktur Bangunan	19
Gambar 2.5	Mekanisme Dampak Pelelehan Pada Gedung Akibat Beban Gempa.....	18
Gambar 2.6	S_1 Gempa Maksimum Yang Dipertimbangkan Dalam Analisa Resiko-Tertarget (MC_{ER}).....	26
Gambar 2.7	S_u Gempa Maksimum Yang Dipertimbangkan Dalam Analisa Resiko-Tertarget (MC_{ER}).....	26
Gambar 2.8	Spektrum Respons Desain	28
Gambar 2.9	Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	36
Gambar 2.10	Bearing Walls (a), Frame Walls (b), Core Walls (c).....	39
Gambar 2.11	Penempatan Dinding Struktural	40
Gambar 2.12	Momen Lentur Balok Kantilever dan Portal Terbuka.....	41
Gambar 2.13	Momen Pada Balok Pondasi	41
Gambar 2.14	Penempatan Dinding Struktur yang Berseling.....	42
Gambar 2.15	Tanggapan Lenturan dari Balok dan Kolom	45
Gambar 2.16	Deformasi Struktur Rangka Kaku dan Simpangan	46
Gambar 2.17	Penerapan Mode Individu pada Deformasi dengan Superimposisi	48
Gambar 2.18	Faktor Pembesaran Torsi, A_x	52
Gambar 2.19	Variasi Nilai ϕ Regangan Tarik Netto Pada Tulangan Tarik Terjadi, ϵ_t	56
Gambar 2.20	Penampang Persegi Dalam Keadaan Stabil.....	58
Gambar 2.21	Pelat Satu Arah dan Dua Arah	64
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan.....	79

Gambar 5.1	Pembagian Segmen Pelat Atap.....	101
Gambar 5.2	Pembagian Segmen Pelat Lantai.....	106
Gambar 5.3	Pembebanan Trapesium pada Struktur Balok Anak Atap.....	112
Gambar 5.4	Diagram Geser.....	118
Gambar 5.5	Pembebanan Trapesium pada Struktur Balok Anak Lantai.....	120
Gambar 5.6	Diagram Geser.....	125
Gambar 5.7	Denah Tangga Lantai 1 dan Lantai 2-10.....	128
Gambar 5.8	Gaya Dalam Pelat Bordes.....	135
Gambar 5.9	Gaya Dalam Pelat Miring.....	136
Gambar 5.10	Diagram Geser.....	146
Gambar 5.11	Gaya Dalam Tumpuan Balok Penggantung Lift.....	149
Gambar 5.12	Gaya Dalam Lapangan Balok Penggantung Lift.....	150
Gambar 5.13	Diagram Geser.....	155
Gambar 6.1	Spektrum Percepatan Kota Makassar.....	160
Gambar 6.2	Output Pemodelan Pembebanan Gempa 3D.....	164
Gambar 7.1	Desain Gaya Geser Balok Induk.....	176
Gambar 7.2	Pemasangan Senggang Balok Induk.....	181
Gambar 7.3	Pemutusan Tulangan Balok Induk.....	184
Gambar 7.4	Nomogram kolom <i>Non Sway</i>	186
Gambar 7.5	Diagram Interaksi Kuat Rencana Kolom dari <i>Output PCA Column</i>	187
Gambar 7.6	Diagram Interaksi dengan Nilai M_{nc} yang Terkecil.....	190
Gambar 7.7	Sambungan Lewatan pada Kolom.....	197
Gambar 7.8	HBK Terkekang 4 Balok.....	200
Gambar 7.9	HBK Terkekang 3/2 Balok.....	201
Gambar 7.10	Diagram Interaksi Desain Kekuatan Dinding Geser.....	205
Gambar 7.11	Diagram Interaksi Desain Kekuatan Dinding Geser Struktur dengan Elemen Pembatas.....	206
Gambar 8.1	Denah Kelompok Tiang Pancang.....	216
Gambar 8.2	Diagram Interaksi kuat Rencana <i>Sloof</i>	223
Gambar 8.3	Denah Kelompok Tiang Pancang pada Dinding Struktur.....	226

DAFTAR NOTASI

- a = percepatan pergerakan permukaan tanah akibat getaran gempa
- Ab = luas penampang ujung tiang (m^2)
- As = Nilai sebesar 40 berlaku untuk kolom sisi dalam 30 berlaku untuk kolom sisi luar dan 20 berlaku untuk kolom sudut
- b = lebar penampang yang tertekan
- bo = keliling dari penampang kritis pada pilecap (mm)
- C = Koefisien gempa, yang besarnya tergantung wilayah gempa dan waktu getar
- C_d = Faktor amflikasi
- C_s = koefisien respon gempa
- C₁ = Koefisien respons gempa yang dihitung berdasarkan spectrum gempa rencana untuk periode alami pertama T₁
- d_i = ketebalan setiap lapisan pada kedalaman 0 hingga 30 meter
- D = Beban mati (*dead load*)
- d = jarak dari lapisan komponen tekan terluar hingga mencapai pusat berat tulangan baja tarik
- D = Diameter tiang pancang
- d = tinggi efektif (mm)
- E = Pengaruh beban seismik
- E_h = Pengaruh beban seismik horizontal
- E_v = Pengaruh beban seismik vertikal Pengaruh beban seismik horizontal
- F_i = bagian dari gaya geser dasar seismik (V) yang timbul pada di tingkat i (kN)
- FK = faktor keamanan (1-3)
- F_b = tahanan ujung tiang (ton/m^2)
- F_{si} = intensitas tahanan geser gempa (ton/m^2)
- g = percepatan gravitasi
- h_n = ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t
- S_{DS} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

- S_{D1} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik
- I = faktor keutamaan bangunan
- I_e = Faktor utama gempa
- K_1 = koefisien terkait dengan kekakuan struktur utama, terutama yang berhubungan dengan struktur rangka, seiring kali diterima dengan nilai 0,6
- K_2 = koefisien terkait dengan karakteristik mesin pengangkat keran utama, dan biasanya diambil dengan nilai 1,3
- k = eksponen yang terkait periode struktur
- L = Beban hidup (*live load*)
- L_r = Beban hidup pada atap (*roof live load*)
- L_i = Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (m)
- m = massa bangunan
- N = Jumlah tingkat
- Q_E = Pengaruh gaya gempa horizontal dari V atau F_p
- Q_{sp} = daya dukung vertikal yang diijinkan
- q = berat sendiri pile cap
- R = Faktor reduksi gempa
- S_s = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek
- S_1 = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik
- SDS = parameter percepatan *spectrum* desain
- S = Jarak antar tiang pondasi
- T_c = Periode fundamental struktur diperoleh dari program analisis struktur.
- V = kecepatan angin dalam satuan m/detik.
- V_{si} = Laju perambatan gelombang geser lapisan i diukur dengan satuan meter per detik (m/detik)
- V = gaya geser total
- V = total gaya lateral desain pada dasar struktur, kN
- W_i = berat bangunan lantai ke- i

- W_t = berat total gedung' R = faktor reduksi gempa representatif dari struktur gedung yang bersangkutan kemudian gaya geser dasar nominal itu akan didistribusikan menjadi gaya geser dasar horizontal untuk tiap lantainya
- W = Beban angin (*wind load*)
- W_i / W_x = total berat efektif dari seluruh struktur pada tingkat yang sedang diperiksa.
- W_t = Gabungan antara beban mati dan beban hidup yang telah mengalami pengurangan.
- W = berat bangunan
- X_e = Eksentrisitas tingkat x
- x_l = jarak as kolom ke tepi pile cup
- Z_i = tinggi lantai ke- i terhadap muka tanah
- ρ = Faktor redudansi
- δ_{xe} = perpindahan di lokasi yang telah ditentukan.
- δ_{max} = perpindahan maksimum di tingkat x (mm)
- δ_{avg} = rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x
- Ψ = koefisien kejut harus memiliki nilai setidaknya 1,15 atau lebih tinggi
- β = rasio antara panjang sisi dan lebar sisi pada kolom (h/b)
- $\sum v$ = beban aksial pada titik pancang