

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN STRUKTUR BAJA GEDUNG TAHAN GEMPA
APARTEMEN “RAHAYU” 10 LANTAI DI YOGYAKARTA
MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK
(SRBE) TIPE *V – BRACES*



DAVY OETOMO SYAHPUTRA

NPM : 20.11.0021

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknik (S. T.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh :

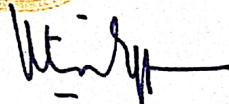
Davy Oetomo Syahputra

NPM : 20.11.0021

Tanggal Ujian : 27 Desember 2023

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M. T.

NIK : 93190 – ET

Mengetahui,

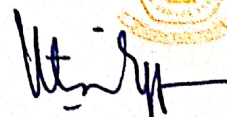
Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



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

NIP : 196903102005011002



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M. T.

NIK : 93190 – ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Struktur Baja Tahan Gempa Apartemen “Rahayu” 10 Lantai di
Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) tipe V –
Braces.

Nama : Davy Oetomo Syahputra

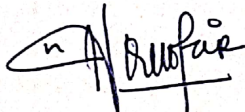
NPM : 20.11.0021

Tanggal Ujian : 27 Desember 2023

Disetujui Oleh :


Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Andaryati, S. T., M. T.

NIP : 197411032005012002

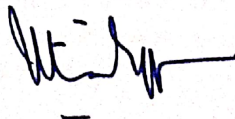


Danang Setiwa Raharja, S. T., M. T.

NIK : 22866 – ET

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M. T.

NIK : 93190 – ET

PERENCANAAN STRUKTUR BAJA GEDUNG TAHAN GEMPA APARTEMEN “RAHAYU” 10 LANTAI DI YOGYAKARTA MENGUNAKAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE) TIPE *V – BRACES*

Nama Mahasiswa : Davy Oetomo Syahputra
NPM : 20110021
Program Studi : Teknik Sipil, FT – UWKS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M. T.

ABSTRAK

Kota Yogyakarta merupakan ibukota Daerah Istimewa Yogyakarta serta menjadi pusat perekonomian, sehingga Kota Yogyakarta memiliki kebutuhan rumah tinggal yang sangat tinggi, sehingga dilakukan perencanaan Apartemen Rahayu sebagai Solusi dari kebutuhan tersebut. Apartemen Rahayu direncanakan memiliki luasan 1715 m², ukuran 49 x 35 m, yang memiliki 10 lantai dengan ketinggian total 40 m. Perencanaan apartemen menggunakan struktur baja Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) tipe *V – Braces*. Sistem tersebut terfokus pada elemen balok *link* yang berfungsi sebagai pemecah gaya gempa sehingga gedung mampu menahan gaya gempa yang terjadi. Perencanaan struktur baja berdasarkan pada peraturan SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Perencanaan beban gempa berdasarkan pada peraturan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain digunakan untuk acuan beban – beban yang bekerja pada apartemen. Mutu baja yang digunakan adalah BJ 41, dengan nilai $f_y = 250$ MPa dan $f_u = 410$ MPa. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 35$ MPa. Analisa gaya – gaya dalam menggunakan program bantu SAP2000, dan analisis penulangan kolom pedestal dan sloof struktur beton bertulang menggunakan program spColumn. Hasil dari analisis struktur gedung Apartemen Rahayu diperoleh balok anak atap dan lantai menggunakan WF 450.300.11.18, balok induk atap dan lantai menggunakan WF 800.300.14.26, balok *link* arah x dan y menggunakan WF 800.300.14.26 serta direncanakan dengan panjang 100 cm, tebal pengaku 10 mm serta dipasang setiap jarak 200 mm. Bresing menggunakan WF 300.300.9.14, dan kolom menggunakan profil *Heavy Column* (HC) 90. 538.477.90.90. Pondasi direncanakan menggunakan tiang pancang betin dimensi 45 x 45 cm dengan kedalaman 17 meter, dan jumlah tiang sebanyak 6 tiang. Nilai simpangan horizontal yang terjadi adalah 32,20 mm, lebih kecil dari nilai simpangan izin (Δ_a) = 80 mm, maka struktur gedung mampu menahan beban gempa yang bekerja.

Kata Kunci : Perencanaan Gedung, Struktur baja, Tahan Gempa, SRBE, *V – Braces*

**STRUCTURAL DESIGN OF 10 – STORIES STEEL BUILDING
RAHAYU APARTEMENT USING ECCENTRICALLY BRACED
FRAME (EBF) SYSTEM V – BRACES TYPE**

Student Name : Davy Oetomo Syahputra
Student Registry Number : 20110021
Major : Civil Engineering, FoE – WKSU
Supervisor : Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M. T.

ABSTRACT

Yogyakarta is the capital city of Daerah Istimewa Yogyakarta and also being an economic central, with that fact Yogyakarta city had demanding for redential home for the society, and this structural design of Rahayu Apartement was an solution for that demand or problem. Rahayu Apartement designed with 1715 m² total area, the dimention is 49 x 35 m width, and had 40 m total height which has 10 floor. Apartement structural design using an steel structure with Eccentrically Braced Frame (EBF) system and V – Braces type. That system focusing on link element, that element had an function to break earthquake force, because of that the building is able to withstand from earthquake force. Steel structure design is based on SNI 1729:2020 about regulation concerning Specification for Steel Structure Building. Earthquake force design is based on SNI 1726:2019 about regulations concerning in Procedures Design for Earthquake Resistant for Building and Non – Building. SNI 1727 2020 regulations concerning about Force Design Minimum and Related Criteria For Building and Another Structure, used as a reference for the worked force in the designed apartement. Steel grade that used for this design is BJ 41, with an $f_y = 250$ MPa and $f_u = 410$ MPa. Concrete that used in this building is had an strength $f_c' = 35$ MPa. Intenral force analysis is using SAP2000 program and spColumn programs is for rebar and concrete strength analysis. The result of structure analysis obtained roof and floor joist using a WF 450.300.11.18, for main beam roof and floor using a WF 800.300.14.26. Link element X and Y directions using a WF 800.300.14.26 also design with an length 100 cm, with stiffners thickness 10 mm and installed each distance 200 mm . Bresing element using an WF 300.300.9.14 and for the column element using an Heavy Column (HC) 90.538.477.90.90. For the foundation using an concrete piles with number of piles is 6 and had an 45 x 45 cm dimentions with 17 meters depth. The horizontal deviation value that occurs is 32,20 mm, and those is smaller than allowable deviation value (Δa) = 80 mm, so that this building apartement is able to sustain the earthquake loads.

Keywords : *Design of Building, Steel Structure, Earthquake Resistance, SRBE, V – Braces*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan berkatnya Tugas Akhir yang Berjudul **“Perencanaan Struktur Baja Tahan Gempa Apartemen Rahayu 10 Lantai di Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) tipe V – Braces”** dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini melewati beberapa tahapan yang melibatkan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis dalam kesempatan ini dengan hormat mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak – pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini :

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 Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya sekaligus Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan untuk menyusun Tugas Akhir ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Andaryati, S. T., M. T. selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan waktunya untuk hadir pada ujian Tugas Akhir penulis.
4. Bapak Danang Setiya Raharja, S. T., M. T. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan waktunya untuk hadir pada ujian Tugas Akhir penulis.
5. Seluruh Dosen serta Staff Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan banyak do’a dan dukungan dari awal sampai akhir selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang telah banyak membantu Menyusun Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu penulis memohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penyusunan ini kedepannya. Penulis juga berharap besar semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya kalangan Teknik Sipil

Surabaya, Desember 2023

Davy Oetomo Syahputra

Penulis juga menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini telah mendapat bantuan dari beberapa pihak yang membantu dari berbagai aspek serta penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada beberapa pihak tersebut, yaitu :

1. *Slipknot, Bring Me The Horizon, Bad Religion, Green Day, NOFX, Ramones, blink – 182, Asking Alexandria, Avril Lavigne, Bad Omens, I Prevail, Linkin Park, My Chemical Romance, Sleeping With Sirens, BABYMETAL, Fall Out Boy, Limp Bizkit, Nirvana, Turnstile, Seringai, Burgerkill, Deadsquad, Kelompok Penerbang Roket, Mooner, Morfem, The SIGIT*, yang telah membantu saya mengerjakan Tugas Akhir ini melalui karya mereka berbentuk lagu.
2. *Straw Head Pirates*, khususnya kapten dari kelompok tersebut yaitu *Monkey D. Luffy* yang selalu membantu tetap semangat, percaya dengan mimpi dan bagaimana tetap menjalani hidup dengan selalu berpikir positif.
3. Brando Franco Windah, yang selalu membantu saya untuk tetap bertahan dengan semangat yang tinggi untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Teman – teman HMTS UWKS periode 2022 – 2023 yang aktif, karena selalu membantu saya dalam segi *mental support*.
5. Teman – teman CIVIL MANJI, yang selalu membantu saya dalam senang maupun duka disaat menjalani magang beserta aktivitas lainnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Perencanaan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Material Baja.....	5
2.1.1 Perilaku Material Baja	6
2.2 Sistem Struktur Baja untuk Gedung.....	9
2.2.1 Daktilitas	11
2.3 Sistem Rangka Bresing	12
2.3.1 Sistem Rangka Bresing Eksentrik.....	13
2.3.2 Sistem Rangka Bresing Eksentrik Tipe <i>V – Braces</i>	15
2.3.3 Persyaratan Khusus Sistem Rangka Bresing Eksentrik	15
2.4 <i>Link</i>	16
2.4.1 Panjang <i>Link</i> Beam	17
2.4.2 Sudut Rotasi <i>Link</i>	18
2.4.3 Pengaku <i>Link</i>	19
2.4.4 Konstruksi Komposit	20
2.5 Sistem Pelaksanaan Konstruksi Komposit.....	20
2.5.1 Lebar Efektif Konstruksi Komposit.....	21
2.5.2 Tegangan Komposit.....	22

2.5.3	Kekuatan Batas Penampang Komposit.....	23
2.6	Gempa	25
2.6.1	Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	27
2.6.2	Klasifikasi Situs	28
2.6.3	Respon Spektrum.....	29
2.6.4	Kategori Desain Seismik	32
2.6.5	Pembebanan Gempa	33
2.6.6	Perioda Fundamental Pendekatan.....	34
2.6.7	Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	34
2.6.8	Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	35
2.6.9	Batasan Simpangan Antar Lantai	35
2.7	Pembebanan Struktur	36
2.8	Building Connection	37
2.8.1	Sambungan Sendi (<i>Simple Connection</i>)	38
2.8.2	Sambungan Semi Kaku (<i>Simple Rigid Connection</i>)	38
2.8.3	Sambungan Kaku (<i>Rigid Connection</i>)	39
2.8.4	Sambungan Baut	40
2.8.5	Sambungan Las.....	40
2.8.6	Sambungan Geser (<i>Shear Connector</i>)	42
2.9	Komponen Struktur Balok Kolom	43
2.9.1	Amplikasi Momen untuk Struktur Tidak Bergoyang (<i>Non – Sway</i>)	44
2.9.2	Amplikasi Momen untuk Struktur Bergoyang (<i>Sway</i>)	45
2.10	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang	46
2.10.1	Perencanaan Pile Cap.....	50
2.10.2	Penurunan Tiang Pancang	52
BAB 3	METODOLOGI PERENCANAAN.....	56
3.1	Data Perencanaan	56
3.2	Diagram Alir Perencanaan	57
3.3	Pengumpulan Data	58
3.4	Preliminary Design.....	59
3.5	Pembebanan	59
3.6	Perencanaan Struktur Sekunder	59
3.7	Penempatan Bresing	60
3.8	Analisa Struktur Gedung Baja dan Penempatan Bresing Tipe <i>V – Braces</i>	60

3.9	Kontrol Simpangan Horisontal	61
3.10	Perencanaan Struktur Primer.....	61
3.11	Perencanaan Pondasi	61
3.12	Gambar Hasil Perhitungan	61
BAB 4 PRELIMINARY DESIGN.....		62
4.1	Data Perencanaan	62
4.2	Perkiraan Dimensi Balok Atap.....	63
4.2.1	Perkiraan Dimensi Balok Anak Atap.....	64
4.2.2	Perkiraan Dimensi Balok Induk Atap.....	70
4.3	Perkiraan Dimensi Balok Lantai 2 – 10	76
4.3.1	Perkiraan Dimensi Balok Anak Lantai	77
4.3.2	Perkiraan Dimensi Balok Induk Lantai	82
4.4	Perkiraan Dimensi Kolom.....	88
4.4.1	Menghitung Gaya Normal Kolom	89
4.4.2	Menentukan Dimensi Kolom.....	92
BAB 5 PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER.....		97
5.1	Perencanaan Pelat.....	97
5.1.1	Perencanaan Pelat Atap	97
5.1.2	Perencanaan Pelat Lantai	103
5.2	Perencanaan Balok Anak	109
5.2.1	Perencanaan Balok Anak Atap As 2' (B – C)	110
5.2.2	Perencanaan Balok Anak Lantai As 2' (B – C).....	117
5.3	Perencanaan Tangga.....	124
5.3.1	Analisa Balok Utama Tangga	128
5.3.2	Analisa Balok Bordes	131
5.3.3	Analisa Balok Penumpu Tangga.....	134
5.4	Perencanaan Balok Penggantung <i>Lift</i>	136
BAB 6 PERENCANAAN BEBAN GEMPA.....		143
6.1	Data Perencanaan	143
6.2	Perhitungan Berat Struktur.....	144
6.3	Perhitungan Pembebanan Gempa	148
6.3.1	Periode Fundamental Struktur	148
6.3.2	Koefisien Respons Seismik (Cs).....	149
6.3.3	Perhitungan Beban Geser Dasar Seismik (V).....	151

6.4	Kombinasi Pembebanan.....	153
6.5	Batasan Simpangan Antar Lantai.....	156
6.6	Periode Getar Waktu Alami Struktur.....	158
BAB 7 PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER.....		161
7.1	Perencanaan Balok Induk.....	162
7.1.1	Perencanaan Balok Induk Atap.....	162
7.1.2	Perencanaan Balok Induk Lantai.....	170
7.2	Perencanaan <i>Link</i>	177
7.2.1	Perencanaan <i>Link</i> Arah X.....	177
7.2.2	Perencanaan <i>Link</i> Arah Y.....	180
7.3	Perencanaan Balok di Luar <i>Link</i>	184
7.4	Perencanaan Kolom.....	187
7.5	Perencanaan Bresing.....	192
7.6	Perencanaan Building Connection.....	196
7.6.1	Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk.....	196
7.6.2	Sambungan Balok Induk dengan Kolom.....	199
7.6.3	Sambungan Balok <i>Link</i> dengan Kolom.....	202
7.6.4	Sambungan Kolom dengan Kolom.....	206
7.6.5	Sambungan Batang Bresing.....	210
7.7	Perencanaan Plat Dasar Kolom (Base Plate).....	217
7.8	Perencanaan Kolom Pedestal.....	220
BAB 8 PERENCANAAN PONDASI.....		223
8.1	Daya Dukung Tiang Pancang.....	223
8.2	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	224
8.2.1	Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Kekuatan Material.....	224
8.2.2	Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Kekuatan Tanah.....	225
8.2.3	Kebutuhan Tiang Pancang pada Pondasi Tipe Satu.....	228
8.2.4	Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang Pancang.....	230
8.2.5	Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang Pancang.....	232
8.2.6	Penurunan (Settlement) Pondasi Tiang.....	235
8.3	Perencanaan Pile Cap.....	237
8.4	Perencanaan Sloof.....	244
8.4.1	Analisa Gaya Dalam.....	245
8.4.2	Tulangan Longitudinal.....	246

8.4.3 Tulangan Geser	246
BAB 9 KESIMPULAN DAN SARAN.....	248
9.1 Kesimpulan	248
9.2 Saran.....	249
DAFTAR PUSTAKA.....	250
LAMPIRAN	253

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Diagram Tegangan - Regangan Baja.....	7
Gambar 2. 2	Perbedaan Perilaku pada Tiga Sistem Struktur Baja.....	10
Gambar 2. 3	Macam Konfigurasi Bresing Konsentrik.....	13
Gambar 2. 4	(a) Mekanisme Keruntuhan Portal Tanpa Bresing. (b) Portal SRBE.....	13
Gambar 2. 5	Macam Konfigurasi Bresing Eksentrik	14
Gambar 2. 6	Detail Link.....	17
Gambar 2. 7	Mekanisme Disipasi Energi.....	18
Gambar 2. 8	Macam - Macam Jenis Struktur Komposit.....	20
Gambar 2. 9	Lebar Efektif Struktur Komposit.....	22
Gambar 2. 10	Diagram Regangan Tegangan Balok Komposit.....	23
Gambar 2. 11	Garis Netral Plastis	23
Gambar 2. 12	Peta Wilayah Gempa Indonesia	26
Gambar 2. 13	Spektrum Respons Desain.....	31
Gambar 2. 14	Peta Transisi Periode Panjang T_L , Wilayah Indonesia.....	32
Gambar 2. 15	Sambungan Sendi (Simple Connection).....	38
Gambar 2. 16	Sambungan Semi Kaku (Simple Rigid Connection).....	39
Gambar 2. 17	Sambungan Kaku (Rigid Connection)	39
Gambar 2. 18	Perbandingan Momen.....	45
Gambar 2. 19	Jarak Tiang Pancang.....	48
Gambar 2. 20	Faktor Penurunan I_o	53
Gambar 2. 21	Koreksi Kompresi, R_k	54
Gambar 2. 22	Koreksi Kekakuan Lapisan Pendukung, R_b	54
Gambar 2. 23	Koreksi Angka Poisson, R_u	54
Gambar 3. 1	Denah Lantai 1	56
Gambar 3. 2	Denah Lantai 2 - 10	57
Gambar 3. 3	Gambar Tampak Depan.....	57
Gambar 3. 4	Gambar Tampak Samping Kiri	57
Gambar 3. 5	Diagram Alir Perencanaan (Flowchart)	58
Gambar 3. 6	Penempatang Bresing Tipe V – Braces (a) Sumbu X dan (b) Sumbu Y..	60
Gambar 4. 1	Pembebanan Ekvivalen Pelat Atap.....	63

Gambar 4. 2	Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium Balok Anak Atap As B' (2 – 3).	65
Gambar 4. 3	Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga Balok Anak Atap As 2' (B - C).....	66
Gambar 4. 4	Statika Pembeban Balok Anak Atap As 2' (B – C)	67
Gambar 4. 5	Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium Balok Induk Atap As B (2 – 3).	70
Gambar 4. 6	Statika Pembeban Balok Induk Atap As B (2 – 3).....	71
Gambar 4. 7	Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga Balok Induk Atap As 3 (B – C)	72
Gambar 4. 8	Beban Balok Induk Atap As 3 (B – C).....	73
Gambar 4. 9	Pembebanan Pelat Ekuivalen Lantai	76
Gambar 4. 10	Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium Balok Anak Lantai As B' (2 – 3)	77
Gambar 4. 11	Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga Balok Anak Lantai As 2'(B – C).	79
Gambar 4. 12	Statika Pembebanan Balok Anak Lantai As 2' (B – C).....	80
Gambar 4. 13	Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium Balok Induk Lantai As B (2 – 3)	83
Gambar 4. 14	Statika Pembebanan Balok Induk Lantai As B (2 – 3).....	84
Gambar 4. 15	Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga Balok Induk Lantai As 3 (B – C)	85
Gambar 4. 16	Beban Balok Induk Lantai As 3 (B – C)	86
Gambar 4. 17	Tributary Area Kolom	88
Gambar 5. 1	Denah Pelat dan Tipe Pelat Atap.....	97
Gambar 5. 2	Sket Pelat Atap Tipe III.....	99
Gambar 5. 3	Denah Pelat dan Tipe Pelat Lantai	103
Gambar 5. 4	Denah Pelat dan Tipe Pelat Lantai	103
Gambar 5. 5	Sket Pelat Lantai Tipe III	105
Gambar 5. 6	Output Data SAP2000 Pembebanan Balok Anak Atap.....	110
Gambar 5. 7	Letak Garis Netral Penampang Komposit Balok Anak Atap.....	114
Gambar 5. 8	Diagram Tegangan Balok Anak Atap Komposit	115
Gambar 5. 9	Output Data SAP2000 Pembebanan Balok Anak Lantai	117
Gambar 5. 10	Letak Garis Netral Penampang Komposit Balok Anak Lantai	121
Gambar 5. 11	Diagram Tegangan Balok Anak Lantai Komposit	122
Gambar 5. 12	Denah Tangga.....	124
Gambar 5. 13	Potongan A – A Tangga	125
Gambar 5. 14	Sket Pembebanan Tangga	127

Gambar 5. 15	Momen Lentur (M_u) Tangga.....	128
Gambar 5. 16	Gaya Geser (V_u) Tangga.....	128
Gambar 5. 17	Output SAP2000 Gaya Dalam Pembebanan Balok Utama Tangga.....	128
Gambar 5. 18	Output SAP2000 Gaya Dalam Pembebanan Balok Bordes	131
Gambar 5. 19	Output SAP2000 Gaya Dalam Pembebanan Balok Penumpu Tangga	134
Gambar 5. 20	Gambar Pembebanan Balok Penggantung Lift	139
Gambar 5. 21	Momen Lentur (M_u) pada Balok Penggantung Lift.....	139
Gambar 5. 22	Gaya Geser (V_u) pada Balok Penggantung Lift.....	139
Gambar 5. 23	Output SAP2000 Gaya Dalam Pembebanan Balok Penggantung Lift.	139
Gambar 6. 1	Respon Spektrum Kota Yogyakarta (SE – Tanah Lunak)	150
Gambar 6. 2	Gaya Gempa Tiap Lantai Arah X.....	152
Gambar 6. 3	Gaya Gempa Tiap Lantai Arah Y.....	153
Gambar 6. 4	Analisa Kekuatan Struktur Arah X	155
Gambar 6. 5	Analisa Kekuatan Arah Y.....	155
Gambar 6. 6	Simpangan Antar Lantai yang Terjadi pada Arah X	157
Gambar 6. 7	Simpangan Antar Lantai yang Terjadi pada Arah Y	157
Gambar 7. 1	Pemodelan 3D SAP2000	161
Gambar 7. 2	Output Data SAP2000 Pembebanan Balok Induk Atap.....	163
Gambar 7. 3	Letak Garis Netral Penampang Komposit Balok Induk Atap	166
Gambar 7. 4	Diagram Tegangan Komposit Balok Induk Atap.....	167
Gambar 7. 5	Output Data SAP2000 Pembebanan Balok Induk Lantai	170
Gambar 7. 6	Letak Garis Netral Penampang Komposit Balok Induk Atap	174
Gambar 7. 7	Diagram Tegangan Komposit Balok Induk Lantai	175
Gambar 7. 8	Balok Link Arah X	177
Gambar 7. 9	Jarak Pengaku Link Arah X	180
Gambar 7. 10	Balok Link Arah Y	180
Gambar 7. 11	Jarak Pengaku Link Arah Y	183
Gambar 7. 12	Balok di Luar Link	184
Gambar 7. 13	Nilai k_c untuk Faktor Panjang Efektif k_x	188
Gambar 7. 14	Nilai K_c untuk Faktor Panjang Efektif k_y	189
Gambar 7. 15	Detail Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk.....	198
Gambar 7. 16	Sambungan Balok Induk dengan Kolom.....	202

Gambar 7. 17 Sambungan Balok Link dengan Kolom	205
Gambar 7. 18 Sambungan Kolom dengan Kolom	209
Gambar 7. 19 Sambungan Bresing Batang Tekan	213
Gambar 7. 20 Sambungan Bresing Batang Tarik.....	216
Gambar 7. 21 Sambungan Base Plate dengan Kolom Pedestal	220
Gambar 7. 22 Diagram Interaksi Mn – Pn Kuat Rencana Kolom Pedestal	221
Gambar 8. 1 Ujung Tiang Pancang yang Mengalami Keruntuhan Geser	225
Gambar 8. 2 Pondasi	230
Gambar 8. 3 Denah Rencana Pondasi	233
Gambar 8. 4 Statika Pembebanan Pondasi.....	234
Gambar 8. 5 Statika Pembebanan Pile Cap.....	240
Gambar 8. 6 Diagram Interaksi Mn – Pn (Output Program Bantu spColumn).....	246

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanis Baja Struktural	9
Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa ..	27
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa	28
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs	29
Tabel 2. 5 Koefisien Situs, F_a	30
Tabel 2. 6 Koefisien Situs F_v	30
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik Parameter Respons Percepatan Periode Pendek ..	33
Tabel 2. 8 Kategori Desain Seismik Parameter Respons Percepatan Periode 1 Detik ..	33
Tabel 2. 9 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	34
Tabel 2. 10 Simpangan Antar Tingkat Izin (Δa)	36
Tabel 2. 11 Ukuran Minimum Las Sudut.....	42
Tabel 4. 1 Perhitungan Tributary Area Kolom	90
Tabel 5. 1 Perhitungan Momen Pelat Atap	98
Tabel 5. 2 Perhitungan Momen Pelat Lantai.....	104
Tabel 5. 3 Tegangan Komposit Balok Anak Atap	113
Tabel 5. 4 Tegangan Komposit Balok Anak Lantai.....	120
Tabel 6. 1 Berat Struktur Tiap – Tiap Lantai	147
Tabel 6. 2 Klasifikasi Situs Kota Yogyakarta.....	150
Tabel 6. 3 Distribusi Beban Gempa Statik Ekuivalen (F_i).....	152
Tabel 6. 4 Kombinasi Beban.....	154
Tabel 6. 5 Simpangan Tiap Lantai pada Sistem Rangka Bresing Eksentrik.....	158
Tabel 6. 6 Perhitungan T – Rayleigh Bresing Arah X	159
Tabel 6. 7 Perhitungan T – Rayleigh Bresing Arah Y	160
Tabel 7. 1 Tegangan Komposit Balok Induk Atap	166
Tabel 7. 2 Tegangan Komposit Balok Induk Lantai	173
Tabel 8. 1 Nilai Beban Aksial (P)	228
Tabel 8. 2 Kontrol Efisiensi untuk Daya Dukung Pondasi	231