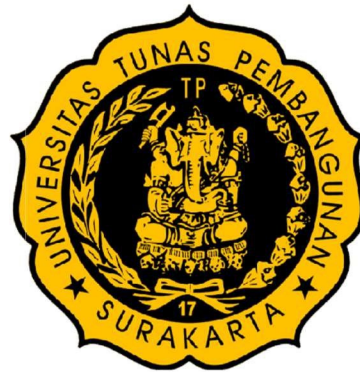


TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
APARTEMEN 14 (EMPAT BELAS) LANTAI
DI SOLO BARU, KABUPATEN SUKOHARJO
PROVINSI JAWA TENGAH

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta



Disusun Oleh:

MUHAMMAD ALFARIDZIT

A0117084

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS TUNAS PEMBANGUNAN
SURAKARTA

2021



BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

Pada Hari : Senin Tanggal : Dua Puluh Enam Bulan : Juli Tahun : 2021 Jam 14:00 WIB, secara daring/online, Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UTP dengan susunan sebagai berikut :

Ketua	: Ir. Sri Haryono, M.T.	Dosen Pembimbing I	NIDN : 0613015801
Anggota	1. Ir. Dian Arumningsih DP., M.T.	Dosen Pembimbing II	NIDN : 0624096201
	2. Kusdiman Joko P., S.T., M.T.	Dosen Penguji I	NIDN : 0603086702
	3. Suryo Handoyo, S.T., M.T.	Dosen Penguji II	NIDN : 0604087301

Telah menyelenggarakan Ujian Tugas Akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil FT UTP

Nama : **Muhammad Alfaridzit**

NIM : **A0117084**

Judul Skripsi : **Perencanaan Struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai
Di Solo Baru, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah**

dengan hasil: (coret yang tidak perlu)

- Lulus tanpa perbaikan.
- Lulus dengan perbaikan, harus selesai paling lambat tanggal 2 AGUSTUS 2021
- Diijinkan ujian ulang sekali lagi untuk perbaikan nilai.
- Tidak lulus, diwajibkan ujian ulang.

Demikian Berita Acara Ujian Tugas Akhir ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mahasiswa teruji

Muhammad Alfaridzit
A0117084

Tim Penguji

Pembimbing I :

Pembimbing II :

Penguji I :

Penguji II :

Tanda Tangan

Disahkan Kaprodi Teknik Sipil

Suryo Handoyo, S.T., M.T.
NIDN. 0604087301

Diperiksa Ketua Tugas Akhir

Ir. Dian Arumningsih DP., M.T.
NIDN. 0624096201

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PERENCANAAN STUKTUR GEDUNG
APARTEMEN 14 (EMPAT BELAS) LANTAI DI SOLO BARU
KABUPATEN SUKOHARJO, PROVINSI JAWA TENGAH

Tugas Akhir

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

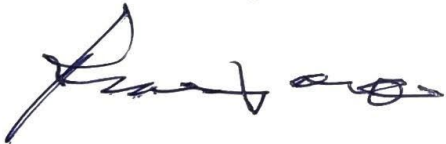
Disusun Oleh :

MUHAMMAD ALFARIDZIT

NIM. A0117084

Disetujui Oleh:

Pembimbing 1



Ir. Sri Haryono, M.T.
NIDN. 0613015801

Pembimbing 2



Ir. Dian Arumningsih DP., M.T.
NIDN. 0624096201

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

UTP Surakarta



Ir. Emy Krisnawati, M.Si.
NIDN. 0618116201

Ketua Program Studi

Teknik Sipil UTP Surakarta



Suryo Handoyo, S.T., M.T.
NIDN. 0604087301

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Alfaridzit
NIM : A0117084
Judul TA : PERENCANAAN STUKTUR GEDUNG APARTEMEN 14
(EMPAT BELAS) LANTAI DI SOLO BARU,
KABUPATEN SUKOHARJO, PROVINSI JAWA TENGAH
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Tunas Pembangunan (UTP) Surakarta

Dengan ini menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir yang saya buat benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan plagiasi. Apabila dikemudian hari ternyata terbukti dinyatakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi berupa apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesungguhan, sadar dan tidak ada paksaann dari siapapun.

Surakarta, 4 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Muhammad Alfaridzit

A0117084

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat saya selesaikan. Tugas akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan untuk meraih gelar Serjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.

Tersusunnya Tugas Akhir ini adalah atas arahan dan bimbingan langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak - pihak sebagai berikut :

1. Ir. Eny Krisnawati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
2. Suryo Handoyo, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
3. Ir. Sri Haryono, M.T., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan arahan serta bimbingan.
4. Ir. Dian Arumningsih DP., M.T., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan arahan serta bimbingan.
5. Staff dan karyawan Fakultas Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
6. Teman - teman teknik sipil angkatan 2017 Universitas Tunas Pembangunan Surakarta atas kerja sama dan bantuannya.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Dengan demikian kritik dan saran yang membantu sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan Tugas Akhir ini. Dengan segala keterbatasan, penulis tetap berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Surakarta, 4 Agustus 2021

Penulis

MOTTO

- “Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan,” (Q.S. Al-A’laq : 1)
- “Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (Q.S. Al-Insyirah : 6-8)
- “Dia menciptakan langit tanpa tiang sebagaimana kamu melihatnya, dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi agar ia (bumi) tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembangbiakkan segala macam jenis makhluk bergerak yang bernyawa di bumi. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik.” (Q.S. Luqman : 10)
- “Tidaklah seseorang mencari sesuatu dengan sungguh-sungguh dan penuh kejujuran, melainkan ia akan meraihnya. Jika ia tidak seluruhnya, ia pasti meraih sebagiannya”. (Al-Junaid rahimahullah)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya Tugas Akhir ini telah terselesaikan. Dengan segala kerendahan hati Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Puji syukur, saya panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas segala rahmat, karunia dan taufik-Nya, serta kemudahan yang telah diberikan akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Ayahanda dan Ibunda yang saya cintai. Sebagai tanda hormat dan rasa terima kasih kupersembahkan karya kecil ini kepada bapak dan ibu. Terima kasih atas segala dukungan, motivasi, nasehat, dan selalu menghujani saya dengan do'a - do'a yang terbaik.
3. Kakak dan adik yang selalu memberi semangat dan sudah menjadi saudara yang baik dan selalu membantu. Sehingga kita bisa membahagiakan ayah dan ibu.
4. Keluarga besar terimakasih atas dukungan dan do'anya.
5. Teman - teman mahasiswa seangkatan Teknik Sipil 2017 Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, terima kasih atas semangat serta nasehat, kerjasama, dan saling membantu dalam segala hal.
6. Sahabat - sahabatku yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih untuk segala bantuannya.

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 14 (EMPAT
BELAS) LANTAI DI SOLO BARU, KABUPATEN SUKOHARJO
PROVINSI JAWA TENGAH

Muhammad Alfaridzit

NIM. A0117084 malfaridzit011@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia yang rawan terjadinya gempa merupakan salah satu pendorong para ilmuwan-ilmuwan sipil yang ahli dibidangnya untuk mengeluarkan peraturan-peraturan baru yang berkaitan dengan perencanaan struktur agar mampu menahan terhadap gaya akibat gempa kecil sampai gempa kuat. Struktur diharapkan mampu memberikan kapasitas tertentu untuk tetap bertahan dan berperilaku daktail pada saat terjadi gempa kuat. SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 merupakan hal baru dalam bidang sipil memberikan sistem dan tata cara tersendiri dalam merencanakan struktur tahan gempa yang disebut dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sehingga peraturan SNI ini sangat diperlukan sosialisasinya, baik dari kalangan akademisi, konsultan maupun pelaksana agar apa yang diharapkan dalam standarisasi bisa tercapai dengan baik.

Sehubungan dengan hal diatas, penulis merencanakan gedung apartemen 14 lantai di solo baru dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dengan sistem ini struktur yang direncanakan mempunyai ketahanan yang kuat terhadap momen khusus yang disebabkan oleh gaya gempa. Selain itu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) juga diharapkan agar struktur mempunyai pola keruntuhan yang aman saat struktur tersebut harus runtuh, yaitu agar komponen baloknya hancur terlebih dahulu dari komponen lainnya seperti kolom ataupun hubungan balok kolom. Sehingga sebelum runtuh struktur mampu memberikan waktu plastisitas yang cukup untuk keamanan tersebut.

Struktur gedung apartemen 14 (empat belas) lantai ini direncanakan dengan menggunakan struktur beton bertulang meliputi desain struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi kolom, balok, dinding geser (shear wall), dan pelat. struktur bawah meliputi perencanaan pondasi bored pile dan pile cap. Pembebanan yang ditinjau untuk perencanaan elemen struktur adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Dalam analisis struktur menggunakan program SAP2000 versi 22. Hasil dari perhitungan berupa dimensi struktur beserta penulangannya, gambar teknik yang terdiri dari gambar denah struktur, dan gambar detail penulangan.

Kata Kunci : Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai, Solo Baru, SRPMK BUILDING
STUKTUR PLANNING

APARTMENT 14 (FOURTEEN) FLOORS
IN SOLO BARU, SUKOHARJO REGENCY
CENTRAL JAVA PROVINCE

Muhammad Alfaridzit

NIM. A0117084 malfaridzit011@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia, which is prone to earthquakes, is one of the incentives for civil scientists who are experts in their fields to issue new regulations related to structural planning to be able to withstand the forces caused by small earthquakes to strong earthquakes. The structure is expected to be able to provide a certain capacity to survive and behave ductile in the event of a strong earthquake. SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019 are new things in the civil sector providing their own systems and procedures for planning earthquake-resistant structures called the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK). So, socialization of this SNI regulation is very necessary, both from academics, consultants and implementers so that what is expected in standardization can be achieved properly.

In connection with the above, the author plans a 14-storey apartment building in solo baru using the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK). With this system, the planned structure has a strong resistance to special moments caused by earthquake forces. In addition, the Special Moment Bearing Frame System (SRPMK) is also expected so that the structure has a safe failure pattern when the structure has to collapse, namely so that the beam components are destroyed first from other components such as columns or beam column relationships. So that before collapsing the structure is able to provide sufficient plasticity time for the security.

The structure of 14 (fourteen) storey apartment building is planned using a reinforced concrete structure including the design of the upper and lower structures. The superstructure includes columns, beams, shear walls, and slabs. The lower structure includes the planning of bored pile and pile cap foundations. Loads that are reviewed for the design of structural elements are dead load, live load, and earthquake load. In the structural analysis using the software SAP2000 version 22. The results of the calculation are in the form of structural dimensions and reinforcement, technical drawings consisting of structural plans, and detailed reinforcement drawings.

Keywords : Apartment 14 (Fourteen) Floors, Solo Baru, SRPMK

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
HALAMAN PENGESAHAN	ii	
KATA PENGANTAR	iii	
MOTTO		iv
PERSEMBAHAN	v	
ABSTRAK	vi	
DAFTAR ISI	viii	
DAFTAR GAMBAR	xii	
DAFTAR TABEL	xix	
DAFTAR NOTASI	xxii	
BAB I PENDAHULUAN	1	
1.1. Latar Belakang	1	
1.2. Rumusan Masalah	3	
1.3. Tujuan Perencanaan	3	
1.4. Manfaat Perencanaan	3	
1.5. Batasan Masalah	4	
1.6. Lokasi Perencanaan	5	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6	
2.1. Dasar Perencanaan	6	
2.2. Struktur Beton Bertulang	7	
2.3. Spesifikasi Material Tulangan	8	
2.4. Struktur Tahan Gempa	8	
2.4.1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa	9	
2.4.2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah	9	
2.4.3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	9	
2.5. Pembebanan	9	
2.5.1. Beban Mati	10	

2.5.2. Beban Hidup	12
2.5.3. Beban Gempa	16
2.6. Analisa Beban Gempa	17
2.7. Kombinasi Pembebanan	26
2.8. Factor Reduksi Kekuatan	27
2.9. Perencanaan Struktur Gedung dengan SAP2000	27
2.10. Kontrol Output SAP2000	28
2.11. Perencanaan Struktur	30
2.11.1. Perencanaan Pelat	30
2.11.2. Perencanaan Balok	34
2.11.3. Perencanaan Kolom	41
2.11.4. Perencanaan Dinding Geser	44
2.12. Perencanaan Pondasi	45
2.12.1. Pondasi Tiang Bored Pile	47
2.12.2. Pondasi Tiang Pile Cap	54
BAB III METODE PERENCANAAN	56
3.1. Metode Perencanaan	56
3.2. Alat Bantu Perencanaan	61
3.3. Data Perencanaan	61
3.4. Perencanaan Dimensi Struktur	62
3.4.1. Menentukan Dimensi Balok	62
3.4.2. Menentukan Dimensi Kolom	64
3.4.3. Menentukan Dimensi Shear Wall	65
3.4.4. Menentukan Dimensi Pelat	65
BAB IV ANALISIS BEBAN VERTIKAL	69
4.1. Pemodelan Struktur	69
4.2. Perhitungan Beban Mati dan Beban Hidup	75
4.3. Analisa Struktur Akibat Beban Mati dan Beban Hidup	80

BAB V	ANALISIS BEBAN GEMPA	93
5.1.	Analisa Beban Gempa	93
5.1.1.	Menentukan Kategori Resiko Struktur	93
5.1.2.	Menentukan Kelas Situs	95
5.1.3.	Menentukan Parameter Percepatan Gempa	98
5.1.4.	Menentukan Kategori Desain Seismik	99
5.1.5.	Pemilihan Sistem Struktur dan Parameter Sistem	100
5.1.6.	Menentukan Faktor Reduksi	101
5.2.	Analisis Statik Ekuivalen	101
5.3.	Analisis Dinamik Respon Spektrum	109
5.3.1.	Menentukan Faktor Pengali	110
5.4.	Analisis	117
5.4.1.	Modal Analisis	117
5.4.2.	Analisis Terhadap Gempa Statik dan Dinamik	117
5.5.	Menghitung Waktu Getar	118
5.6.	Menentukan Koefisien Respons Seismik	120
5.7.	Perhitungan Gaya Geser Dasar	121
5.8.	Kontrol Partisipasi Massa	122
5.9.	Kontrol Konejra Batas Struktur	124
BAB VI	KOMBINASI PEMBEBANAN	129
6.1.	Menentukan Kombinasi Pembebanan	129
6.2.	Input Kombinasi Pembebanan Kedalam SAP2000	131
6.3.	Cek Struktur Terhadap Kombinasi Pembebanan	132
BAB VII	PERHITUNGAN STRUKTUR	170
7.1.	Perhitungan Pelat	170
7.1.1.	Pelat Atap	170
7.1.2.	Pelat Lantai	179
7.2.	Perhitungan Balok	188

7.2.1. Balok Induk B1	188
7.2.2. Balok Induk B2	208
7.2.3. Balok Anak BA	228
7.2.4. Balok Sloof BS	235
7.3. Perhitungan Kolom	241
7.3.1. Kolom K1	241
7.3.2. Kolom K2	251
7.4. Perhitungan Shear Wall	264
BAB VIII ANALISIS PERHITUNGAN PONDASI	268
8.1. Spesifikasi Umum	268
8.2. Perencanaan Pondasi Tiang Bored Pile	269
8.2.1. Spesifikasi Pondasi Tiang Bored Pile	269
8.2.2. Daya Dukung Ijin Bored Pile	269
8.2.3. Penulangan Pondasi Tiang Bored Pile	279
8.3. Perhitungan Pondasi Pile Cap	284
8.3.1. Penulangan Pondasi Pile Cap	286
BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN	291
9.1. Kesimpulan	291
9.2. Saran	294
DAFTAR PUSTAKA	ccxcv
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Perencanaan	5
Gambar 2.2. Peta Wilayah Gempa Indonesia	17
Gambar 2.2. Peta Respon Spektra (S _s)	22 Gambar
2.3. Peta Respon Spektra (S ₁)	22
Gambar 2.4. Grafik Broms Tahanan Lateral Ultimit	52
Gambar 3.1. Bentang Panjang dan Pendek Pelat	57
Gambar 4.1. Denah Struktur Lantai 1	69
Gambar 4.2. Denah Struktur Lantai 2-4	70
Gambar 4.3. Denah Struktur Lantai 5-13	70
Gambar 4.4. Denah Struktur Lantai 14-Atap	71
Gambar 4.5. Data Material Property	72
Gambar 4.6. Data Material Property BJTS	73
Gambar 4.7. Data Material Property BJTP	73 Gambar
4.8. Frame Properties	74
Gambar 4.9. Area Sections	74
Gambar 4.10. Input Beban Mati Pelat Atap	76
Gambar 4.11. Input Beban Mati Pelat Lantai	76
Gambar 4.12. Input Beban Dinding Lantai 1	77
Gambar 4.13. Input Beban Dinding Lantai 2-3	78
Gambar 4.14. Input Beban Dinding Lantai 4-14	78
Gambar 4.15. Input Beban Dinding Lantai Atap	78
Gambar 4.16. Input Beban Hidup Pelat Atap	79
Gambar 4.17. Input Beban Hidup Pelat Lantai	79
Gambar 4.18. Denah Beban Mati Pada Pelat Lantai.....	80
Gambar 4.19. Denah Beban Mati Pada Pelat Atap	81
Gambar 4.20. Denah Beban Hidup Pada Pelat Lantai	81
Gambar 4.21. Denah Beban Hidup Pada Pelat Atap	82

Gambar 4.22. Portal Arah X Distribusi Beban Mati Pada Pelat	82	Gambar
4.23. Portal Arah X Distribusi Beban Hidup Pada Pelat	83	Gambar 4.24.
Portal Arah X Beban Dinding Pada Balok	83	
Gambar 4.25. Portal Arah Y Beban Dinding Pada Balok	84	
Gambar 4.26. Portal Arah X Diagram Gaya Aksial Akibat Beban Mati	84	
Gambar 4.27. Portal Arah Y Diagram Gaya Aksial Akibat Beban Mati	85	Gambar
4.28. Portal Arah X Diagram Gaya Aksial Akibat Beban Hidup ...	85	
Gambar 4.29. Portal Arah Y Diagram Gaya Aksial Akibat Beban Hidup ...	86	
Gambar 4.30. Portal Arah X Diagram Gaya Geser Akibat Beban Mati	86	
Gambar 4.31. Portal Arah Y Diagram Gaya Geser Akibat Beban Mati	87	Gambar
4.32. Portal Arah X Diagram Gaya Geser Akibat Beban Hidup	87	
Gambar 4.33. Portal Arah Y Diagram Gaya Geser Akibat Beban Hidup	88	Gambar
4.34. Portal Arah X Diagram Momen Akibat Beban Mati	88	
Gambar 4.35. Portal Arah Y Diagram Momen Akibat Beban Mati	89	Gambar
4.36. Portal Arah X Diagram Momen Akibat Beban Hidup	89	
Gambar 4.37. Portal Arah Y Diagram Momen Akibat Beban Hidup	90	
Gambar 4.38. Displacement Beban Mati Arah X	90	
Gambar 4.39. Displacement Beban Mati Arah Y	91	
Gambar 4.40. Displacement Beban Hidup Arah X	91	
Gambar 4.41. Displacement Beban Hidup Arah Y	92	
Gambar 5.1. Output Respons Spectra	98	
Gambar 5.2. Define Beban Statik IBC 2012	101	
Gambar 5.3. Input Seismic Load Patterns Arah X	102	
Gambar 5.4. Input Seismic Load Patterns Arah Y	102	
Gambar 5.5. Deformed Shape Portal Arah X Akibat Gempa Statis SX	103	
Gambar 5.6. Deformed Shape Portal Arah Y Akibat Gempa Statis SX	103	
Gambar 5.7. Deformed Shape Portal Arah X Akibat Gempa Statis SY	104	
Gambar 5.8. Deformed Shape Portal Arah Y Akibat Gempa Statis SY	104	
Gambar 5.9. Diagram Aksial Portal Arah X Akibat Gempa Statis SX	105	

Gambar 5.10. Diagram Aksial Portal Arah Y Akibat Gempa Statis SX	105
Gambar 5.11. Diagram Aksial Portal Arah X Akibat Gempa Statis SY	106
Gambar 5.12. Diagram Aksial Portal Arah Y Akibat Gempa Statis SY	106
Gambar 5.13. Diagram Momen Portal Arah X Akibat Gempa Statis SX	107
Gambar 5.14. Diagram Momen Portal Arah Y Akibat Gempa Statis SX	107
Gambar 5.15. Diagram Momen Portal Arah X Akibat Gempa Statis SY	108
Gambar 5.16. Diagram Momen Portal Arah Y Akibat Gempa Statis SY	108
Gambar 5.17. Input Kurva Respon Spektrum Dengan IBC 2012	109
Gambar 5.18. Define Load Case Gempa Respons Spektrum Arah X	110
Gambar 5.19. Define Load Case Gempa Respons Spektrum Arah Y	110
Gambar 5.20. Deformed Shape Portal Arah X Gempa Dinamis DX	111
Gambar 5.21. Deformed Shape Portal Arah Y Gempa Dinamis DX	111
Gambar 5.22. Deformed Shape Portal Arah X Gempa Dinamis DY	112
Gambar 5.23. Deformed Shape Portal Arah Y Gempa Dinamis DY	112
Gambar 5.24. Diagram Aksial Portal Arah Y Gempa Dinamis DX	113
Gambar 5.25. Diagram Aksial Portal Arah Y Gempa Dinamis DX	113
Gambar 5.26. Diagram Aksial Portal Arah X Gempa Dinamis DY	114
Gambar 5.27. Diagram Aksial Portal Arah Y Gempa Dinamis DY	114
Gambar 5.28. Diagram Momen Portal Arah X Gempa Dinamis DX	115
Gambar 5.29. Diagram Momen Portal Arah Y Gempa Dinamis DX	115
Gambar 5.30. Diagram Momen Portal Arah X Gempa Dinamis DY	116
Gambar 5.31. Diagram Momen Portal Arah Y Gempa Dinamis DY	116
Gambar 5.32. Modify Modal Load Case	117
Gambar 5.33. Peristiwa Bergetarnya Struktur Dalam 1 Periode	118
Gambar 6.1. Define Load Combination	131
Gambar 6.2. Input Kombinasi Pembebanan	131
Gambar 6.3. Design Load Combination Selection	132
Gambar 6.4. Hasil Cek Struktur 3D	132
Gambar 6.5. Hasil Cek Struktur Arah X	133

Gambar 6.6. Hasil Cek Struktur Arah Y	133
Gambar 6.7. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 1	134
Gambar 6.8. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 1	134
Gambar 6.9. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 1	135
Gambar 6.10. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 1	135
Gambar 6.11. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 1	136
Gambar 6.12. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 1	136
Gambar 6.13. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 2	137
Gambar 6.14. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 2	137
Gambar 6.15. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 2	138
Gambar 6.16. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 2	138
Gambar 6.17. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 2	139
Gambar 6.18. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 2	139
Gambar 6.19. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 3	140
Gambar 6.20. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 3	140
Gambar 6.21. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 3	141
Gambar 6.22. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 3	141
Gambar 6.23. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 3	142
Gambar 6.24. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 3	142
Gambar 6.25. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 4	143
Gambar 6.26. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 4	143
Gambar 6.27. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 4	144
Gambar 6.28. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 4	144
Gambar 6.29. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 4	145
Gambar 6.30. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 4	145
Gambar 6.31. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 5	146
Gambar 6.32. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 5	146
Gambar 6.33. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 5	147
Gambar 6.34. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 5	147

Gambar 6.35. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi	148
Gambar 6.36. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 5	148
Gambar 6.36. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 6	149
Gambar 6.37. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 6	149
Gambar 6.38. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 6	150
Gambar 6.39. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 6	150
Gambar 6.40. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 6	151
Gambar 6.41. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 6	151
Gambar 6.42. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 7	152
Gambar 6.43. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 7	152
Gambar 6.44. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 7	153
Gambar 6.45. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 7	153
Gambar 6.46. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi	154
Gambar 6.47. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 7	154
Gambar 6.48. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 8	155
Gambar 6.49. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 8	155
Gambar 6.50. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 8	156
Gambar 6.51. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 8	156
Gambar 6.52. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi	157
Gambar 6.53. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 8	157
Gambar 6.54. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 9	158
Gambar 6.55. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 9	158
Gambar 6.56. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 9	159
Gambar 6.57. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 9	159
Gambar 6.58. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 9	160
Gambar 6.59. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 9	160
Gambar 6.60. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 10	161
Gambar 6.61. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 10	161
Gambar 6.62. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 10	162

Gambar 6.63. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 10	162
Gambar 6.64. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 10	163
Gambar 6.65. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 10	163
Gambar 6.66. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 11	164
Gambar 6.67. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 11	164
Gambar 6.68. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 11	165
Gambar 6.69. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 11	165
Gambar 6.70. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 11	166
Gambar 6.71. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 11	166
Gambar 6.71. Diagram Gaya Aksial Portal Arah X Kombinasi 12	167
Gambar 6.73. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi 12	167
Gambar 6.74. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 12	168
Gambar 6.75. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 12	168
Gambar 6.76. Diagram Bidang Momen Portal Arah X Kombinasi 12	169
Gambar 6.77. Diagram Bidang Momen Portal Arah Y Kombinasi 12	169
Gambar 7.1. Penulangan Pelat Atap	178
Gambar 7.2. Penulangan Pelat Lantai Apartemen	187
Gambar 7.3. Penulangan Balok B ₁	208
Gambar 7.4. Penulangan Balok B ₂	228
Gambar 7.5. Penulangan Balok BA	234
Gambar 7.6. Penulangan Balok Sloof BS	241
Gambar 7.7. Diagram Interaksi Kolom K1	251
Gambar 7.8. Diagram Interaksi Kolom K1	252
Gambar 7.9. Penulangan Kolom K1	252
Gambar 7.10. Diagram Interaksi Kolom K2	263
Gambar 7.11. Diagram Interaksi Kolom K2	263
Gambar 7.12. Penulangan Kolom K2	263
Gambar 7.13. Penulangan Dinding Geser (1)	267
Gambar 7.14. Penulangan Dinding Geser (2)	267

Gambar 8.1. Denah Rencana Titik Pondasi	268
Gambar 8.2. Penempatan Pondasi Tiang Bored Pile	271
Gambar 8.3. Kelompok Tiang.....	276
Gambar 8.4. Grafik Broms Tahanan Lateral Ultimit (Das, 2004)	278
Gambar 8.5. Diagram Interaksi Tiang Bored Pile (1).....	283
Gambar 8.6. Diagram Interaksi Tiang Bored Pile (2).....	283
8.7. Penulangan Bored Pile	283
Gambar 8.8. Penulangan Pile Cap	290

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung	10 Tabel
2.2. Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum dan beban Hidup Terpusat Minimum	12
Tabel 2.3. Kategori Risiko Bangunan Gedung Dan Non-gedung Untuk Beban Gempa	18 Tabel
2.4. Faktor Keutamaan Gempa	20 Tabel
2.5. Klasifikasi Situs	21 Tabel
2.6. Koefisien Situs, F_a	23
Tabel 2.7. Koefisien Situs, F_v	23
Tabel 2.8. Nilai Parameter Periode Pendekatan C_1 dan x	26
Tabel 2.9. Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung	26 Tabel
2.10. Tebal Minimum Pelat Satu Arah	31 Tabel 2.11.
Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Interior	32 Tabel 2.12.
Pelindung Beton Untuk Tulangan.....	35 Tabel 2.13. Nilai-
Nilai n_h Untuk Tanah Kohesif	50 Tabel 3.1. Rekapitulasi
Perhitungan Dimensi Balok	64 Tabel 3.2. Rekapitulasi
Perhitungan Dimensi Kolom	65 Tabel 3.3. Rekapitulasi
Perhitungan Dimensi Pelat	68 Tabel 5.1. Kategori Risiko
Bangunan Gedung Dan Non-gedung Untuk Beban Gempa	93 Tabel
5.2. Faktor Keutamaan Gempa	95 Tabel
5.3. Nilai N-SPT	95 Tabel
5.4. Klasifikasi Situs	95 Tabel
5.5. Output Respons Spectra	95
Tabel 5.6. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek	95
Tabel 5.7. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 Detik	95 Tabel
5.8. Faktor R , C_d , Ω_0 untuk Sistem Penahan Gempa	95 Tabel
5.9. Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	95 Tabel

5.10. Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung	95	Tabel
5.11. Output Waktu Getar Alami	95	
Tabel 5.12. Berat dan Massa Bangunan Berdasarkan Output SAP2000 versi 22	95	
Tabel 5.13. Reaksi Dasar Dinamis Output SAP2000 versi 22	95	Tabel
5.14. Jumlah Partisipasi Massa	95	Tabel 5.15.
Tabel Perhitungan Setiap Mode	95	Tabel 5.16.
Simpangan Dinamik Arah X	95	Tabel 5.17.
Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Dinamik Arah X	95	Tabel 5.18.
Simpangan Dinamik Arah Y	95	Tabel 5.19.
Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Dinamik Arah Y	95	Tabel 5.20.
Simpangan Statik Arah X	95	Tabel 5.21.
Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Statik Arah X	95	Tabel 5.22.
Simpangan Statik Arah Y	95	Tabel 5.23.
Kontrol Kinerja Batas Struktur Statik Arah Y	95	Tabel 6.1.
Perhitungan Kombinasi Pembebanan	95	
Tabel 7.1. Momen Per Meter Lebar Jalur Tengah Beban Terbagi Rata	171	
Tabel 7.2. Rekapitulasi Penulangan Pelat Atap	178	
Tabel 7.3. Momen Per Meter Lebar Jalur Tengah Beban Terbagi Rata	180	
Tabel 7.4. Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai	187	
Tabel 7.5. Output μ^- Tumpuan Balok Induk B ₁	189	
Tabel 7.6. Output μ^+ Tumpuan Balok Induk B ₁	189	
Tabel 7.7. Output μ^- Lapangan Balok Induk B ₁	189	
Tabel 7.8. Output μ^+ Lapangan Balok Induk B ₁	189	
Tabel 7.9. Output V_u Tumpuan Balok Induk B ₁	204	
Tabel 7.10. Output V_u Lapangan Balok Induk B ₁	204	
Tabel 7.11. Output V_g Tumpuan Balok Induk B ₁	204	
Tabel 7.12. Output μ^- Tumpuan Balok Induk B ₂	209	
Tabel 7.13. Output μ^+ Tumpuan Balok Induk B ₂	209	
Tabel 7.14. Output μ^- Lapangan Balok Induk B ₂	209	
Tabel 7.15. Output μ^+ Lapangan Balok Induk B ₂	210	

Tabel 7.16. Output V_u Tumpuan Balok Induk B_2	224
Tabel 7.17. Output V_u Lapangan Balok Induk B_2	224 Tabel
7.18. Output V_g Tumpuan Balok Induk B_2	224 Tabel 7.19.
Output μ^- Penulangan Balok BA	228
Tabel 7.20. Output μ^+ Penulangan Balok BA	228
Tabel 7.21. Output V_u Penulangan Balok BA	229
Tabel 7.22. Output μ^- Penulangan Balok BS	235
Tabel 7.23. Output μ^+ Penulangan Balok BS	235
Tabel 7.24. Output V_u Penulangan Balok BS	235
Tabel 7.25. Output P_u Penulangan Kolom K_1	242
Tabel 7.26. Output P_u Penulangan Kolom K_1	242
Tabel 7.27. Output M_2 Penulangan Kolom K_1	242
Tabel 7.28. Output M_2 Penulangan Kolom K_1	242
Tabel 7.29. Output M_3 Penulangan Kolom K_1	243
Tabel 7.30. Output M_3 Penulangan Kolom K_1	243
Tabel 7.31. Output V_u Penulangan Kolom K_1	243
Tabel 7.32. Output V_u Penulangan Kolom K_1	243 Tabel
7.33. Output spColumn (M_{nx})	245
Tabel 7.34. Output spColumn (M_{ny})	245 Tabel
7.35. Output P_u Penulangan Kolom K_2	253
Tabel 7.36. Output P_u Penulangan Kolom K_2	253
Tabel 7.37. Output M_2 Penulangan Kolom K_2	253
Tabel 7.38. Output M_2 Penulangan Kolom K_2	254
Tabel 7.39. Output M_3 Penulangan Kolom K_2	254
Tabel 7.40. Output M_3 Penulangan Kolom K_2	254
Tabel 7.41. Output V_u Penulangan Kolom K_2	254
Tabel 7.42. Output V_u Penulangan Kolom K_2	255 Tabel
7.43. Output spColumn (M_{nx})	256
Tabel 7.44. Output spColumn (M_{ny})	256
Tabel 8.1. Data Nilai q_c dan TF Hasil Pengujian Sondir	270

Tabel 8.2. Joint Reactions Output SAP2000	272
Tabel 8.3. Perhitungan P maksimum	274
Tabel 8.4. Nilai – nilai n_h untuk tanah kohesif	277

DAFTAR NOTASI

- A_g = Luas bruto penampang (mm^2)
 A_n = Luas bersih penampang (mm^2)
 A_{tp} = Luas penampang tiang pancang (mm^2)
 A_l = Luas total tulangan longitudinal yang menahan torsi (mm^2)
 A_s = Luas tulangan tarik non prategang (mm^2)
 A_s' = Luas tulangan tekan (mm^2)
 A_t = Luas satu kaki sengkang tertutup pada daerah sejarak s untuk menahan torsi (mm^2)
 A_t = Luas tulangan geser pada daerah sejarak s atau luasan tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak pada komponen struktur lentur tinggi (mm^2).
 A_v = Luas tulangan geser pada daerah sejarak s atau luasan tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak s pada komponen struktur lentur tinggi (mm^2)
 b = Lebar daerah tekan komponen struktur (mm)
 b_o = Keliling dari penampang kritis yang terdapat tegangan geser maksimum pada pondasi (mm)
 b_w = Lebar badan balok atau diameter penampang bulat (mm)
 C = Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral (mm)
 C_m = Faktor lain yang menghubungkan diagram momen aktual dengan suatu diagram momen merata ekuivalen
 C_t = $b_n \times d / \sum x \times 2y$, faktor yang menghubungkan sifat tegangan geser
 d = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm)
 d' = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan (mm)
 d_b = Diameter nominal batang tulangan, kawat atau stran prategang

(mm)

D = Beban mati atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban mati

e = Eksentrisitas gaya terhadap sumbu (mm)

E = Pengaruh beban gempa atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan gempa

E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)

E_s = Modulus elastisitas baja tulangan (MPa)

EI = Kekuatan lentur komponen struktur tekan

f = Lendutan yang diijinkan (mm)

f'c = Kekuatan tekan beton (MPa)

f_y = Kuat leleh baja yang disyaratkan (MPa)

h = Tebal atau tinggi total komponen struktur (mm)

I = Momen inersia penampang yang menahan beban luar terfaktor (mm⁴)

I_x = Momen inersia terhadap sumbu x (mm⁴)

I_y = Momen inersia terhadap sumbu y (mm⁴)

I_g = Momen inersia penampang bruto terhadap garis sumbunya dengan mengabaikan tulangannya (mm⁴)

k = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

l = Panjang bentang balok (mm)

l_d = Panjang penyaluran (mm)

l_{db} = Panjang penyaluran dasar (mm)

l_{hb} = Panjang penyaluran kait (mm)

l_{dh} = Panjang kait (mm)

l_x = Ukuran bentang terkecil pelat (mm)

l_y = Ukuran bentang terbesar pelat (mm)

M_u = Momen terfaktor (Nmm)

- M_n = Momen nominal (Nmm)
 M_{tx} = Momen tumpuan arah sumbu x (Nmm)
 M_{ty} = Momen tumpuan arah sumbu y (Nmm)
 M_{lx} = Momen lapangan arah sumbu x (Nmm)
 M_{ly} = Momen lapangan arah sumbu y (Nmm)
 M_{1b} = Nilai yang lebih kecil dari momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan yang tidak menimbulkan goyangan ke samping yang berarti, dihitung dengan analisa rangka elastis konvensional, positif bila komponen struktur melengkung dalam kelengkungan tunggal, negatif bila melengkung dalam kelengkungan ganda (Nmm)
 M_{2b} = Nilai yang lebih besar dari momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan yang tidak menimbulkan goyangan kesamping yang berarti, dihitung dengan analisa rangka elastis konvensional (Nmm)
 P_b = Kuat beban aksial nominal dalam kondisi regangan seimbang (N)
 P_c = Beban kritis (N)
 P_n = Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan (N)
 S = Jarak sengkang (mm)
 S_{max} = Jarak maksimum sengkang yang diijinkan (mm)
 T_c = Kuat momen torsi nominal yang disumbangkan oleh beton (Nmm) T_n = Kuat torsi nominal (Nmm)
 T_s = Kuat momen torsi nominal yang disumbangkan oleh beton (Nmm)
 T_u = Momen torsi terfaktor pada penampang (Nmm)
 V_c = Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton (N)
 V_n = Kuat geser nominal (N)
 V_s = Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (N) V_u = Gaya geser terfaktor pada suatu penampang (N)
 x = Dimensi pendek dari bagian berbentuk persegi dari penampang (mm) x_1 = Jarak dari pusat ke pusat yang pendek dari sengkang tertutup (mm)

y = Dimensi panjang dari bagian berbentuk persegi dari penampang (mm)

y_1 = Jarak dari pusat ke pusat yang panjang dari sengkang tertutup (mm)

α = Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur suatu pelat dengan lebar yang dibatasi dalam arah lateral oleh sumbu dari panel yang bersebelahan pada tiap sisi dari balok

α_m = Nilai rata-rata α untuk semua balok tepi dari suatu panel

β_d = Rasio beban mati aksial terfaktor maksimum terhadap beban aksial terfaktor, dimana beban yang ditinjau hanyalah beban gravitasi

β_c = Perbandingan sisi kolom terpanjang dengan sisi kolom terpendek

ρ = Rasio tulangan tarik non pratekan

ρ_b = Rasio tulangan tarik non pratekan maksimum

ρ_{maks} = Rasio tulangan tarik maksimum

ρ_{min} = Rasio tulangan tarik minimum

ρ' = Rasio tulangan tekan pada penampang bertulangan ganda

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

σ = Tegangan ijin baja (kg/cm²)

σ_o = Tegangan yang terjadi pada suatu penampang (kg/cm²)

τ = Tegangan geser yang diijinkan (kg/cm²)

τ_o = Tegangan geser yang terjadi pada suatu penampang (kg/cm²)

δ_b = Faktor pembesar momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan pengaruh kelengkungan komponen struktur di antara ujung-ujung komponen struktur tekan

δ_b = Faktor pembesar momen untuk rangka yang tidak ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan penyimpangan lateral akibat beban lateral dan gravitasi

ϵ = Regangan (mm)

ϵ_c = Regangan dalam beton (mm)

ϵ_{cu} = Regangan beton maksimum dimana terjadi keretakan (mm)

ϵ_s = Regangan pada baja tarik (mm)

ϵ_s' = Regangan pada baja tekan (mm)

