

TUGAS AKHIR

**"PERENCANAAN STRUKTUR SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN (SRPM) PADA GEDUNG WISMA SEHATI
SURABAYA"**

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**



Disusun oleh:

MEDRI SUPANDIYONO

1321196

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020**

TUGAS AKBIR

**“PERENCANAAN STRUKTUR SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN (SRPM) PADA GEDUNG WISMA SEHATI
SURABAYA”**

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**



Disusun oleh:

MEIRI SUPANDIYONO

1321196

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN (SRPM) PADA GEDUNG WISMA SEHATI SURABAYA

Disusun oleh :

MEIRI SUPANDIYONO


1321196


Telah Disetujui Oleh Pembimbing Untuk Diujikan
Pada Tanggal 14 Agustus 2020

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

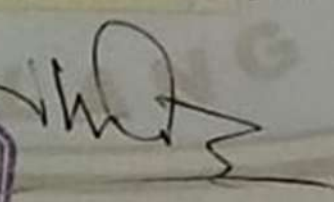

Ir. Ester Priskasari, MT
NIP. Y. 1039400265


Mohammad Erfan, ST., MT
NIP. Y. 1031500508

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1




Ir. I Wayan Mundra, MT
NIP. Y. 1018700150

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2020

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN (SRPM) PADA GEDUNG WISMA SEHATI SURABAYA

*Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 17 Agustus 2020 Dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

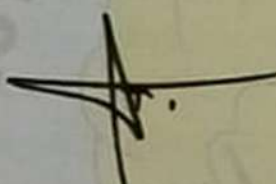
Disusun oleh :

MEIRI SUPANDIYONO

1321196

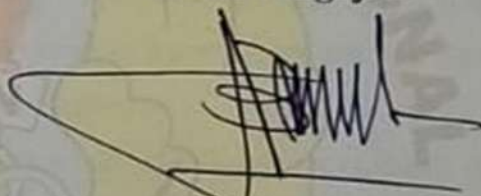
Anggota Penguji:

Dosen Penguji I



Ir. A. Agus Santosa, MT
NIP.Y. 1018700155

Dosen Penguji II



Ir. Bambang Wedyantadji, MT
NIP.Y. 1018500093

Disahkan Oleh:

Ketua

Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris

Program Studi Teknik Sipil S-1



Ir. I Wawan Mundra, MT
NIP. Y. 1018700150

Mohammad Erlan, ST., MT
NIP. Y. 1031500508

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang Bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Meiri Supandiyono
NIM : 1321196
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan ((FTSP)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

PERENCANAAN STRUKTUR SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN (SRPM) PADA GEDUNG WISMA SEHATI SURABAYA

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI/TA ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 06-09-2022

Yang Membuat Pernyataan



Meiri Supandiyono

NIM: 1321196

LEMBAR PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah Yang Maha Kuasa, atas Rahmat dan Hidayah Nya Skripsi ini bisa saya selesaikan dengan segala hambatan dalam pengerjaannya. Semoga kelak saya bisa menjadi orang yang lebih baik lagi dalam kehidupan keseharian saya dengan ilmu yang telah saya dapatkan sampai hari ini.

Skripsi ini, aku persembahkan untuk orang-orang tercinta yang selalu mendukung dan mendoakan saya:

Untuk Kedua Orang Tua saya: Bapak (Alm). **ATMO** dan Ibu (Almh). **TITIN SUMARNI**, terima kasih banyak atas kasih sayang kalian yang telah diberikan kepadaku selama masih ada didunia ini dan setidaknya aku masih merasakan kasih sayang kalian akan selalu aku kangen kan semua itu. Ebok eppak, saporana engkok, selama odikna kalean tak bisa dedhi anak se berbakti dan membahagiakan kalian. ebok perhatian na bekna se paleng tak bisa e loppa agi, kadeng dile ngeding agi ca kanca etelfon reng toa na dengan penuh kasih sayang dan perhatian nya, engkok selalu ingin seperti itu sama seperti teman-teman yang masih memiliki orang tua.

Untuk Saudaraku **SUHERMAN**: Terima kasih banyak atas kasih sayang dan dukungan nya yang telah menggantikan peran orang tua dalam kehidupanku. Tidak ada kata-kata yang bisa ku ucapkan untukmu selain terima kasih banyak. Kak, saporana engkok tak bisa dedhi alek yang baik, seperti yang bekna inginkan. Engkok tak bisa membalas semua kebaikan mu. Kak, tetaplah menjadi kakakku yang selalu menyayangi ku sampai kapanpun. Tetaplah selalu menasehati ku walaupun aku selalu tak torok ocak, hanya itu yang bisa ku dapatkan saat ini dan kedepannya sebagai kasih sayang orang tua ku.

ABSTRAK

PERENCANAAN STRUKTUR SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN (SRPM) PADA GEDUNG WISMA SEHATI SURABAYA. Meiri Supandiyono, 13 21 196, Jurusan Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Pembimbing I : Ir. Ester Priskasari, MT, Pembimbing II: Mohammad Erfan, ST, MT

Wilayah Indonesia berada pada daerah tingkat resiko gempa yang cukup tinggi dan berubah-ubah dalam kurun waktu tertentu. Kegagalan suatu struktur bangunan saat terjadi gempa salah satunya di akibatkan oleh detail tulangan yang kurang tepat sehingga tidak dapat mengembangkan daktilitasnya dengan maksimal. Sistem penahan gempa perlu diterapkan untuk mereduksi kerusakan berat pada struktur bangunan . Hal ini menjadi peran penting bagi insinyur teknik sipil dalam merencanakan suatu gedung bertingkat tinggi agar kuat menahan beban gravitasi maupun beban gempa.

Sehubungan dengan hal diatas, penulis mencoba merencanakan ulang Gedung Wisma Sehati Surabaya dengan sistem rangka pemikul momen (SRPM). Perhitungan sistem ini meliputi komponen balok-kolom, serta menentukan lokasi sendi plastis untuk perencanaan joint hubungan balok kolom (HBK) agar tercapainya kolom kuat balok lemah (*Strong column weak beam*). Dengan mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013), Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (SNI 1726:2012), dan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung SNI 2847:2013 untuk analisa strukturnya menggunakan program bantu ETABS17.

Hasil desain dan analisa perhitungan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini didapat, dimensi balok induk B1 (400x700)mm daerah tumpuan tulangan tarik memiliki tiga macam penulangan (7D22, 6D22, 5D22) dan memiliki persamaan (4D22) tulangan tekan; dimensi balok induk B2 (300x650)mm daerah tumpuan tulangan tarik memiliki dua macam penulangan (4D22, 5D22) dan memiliki persamaan (3D22) tulangan tekan, balok induk B3 (300x600)mm dengan (4D22) tulangan tarik dan (3D22) tulangan tekan pada daerah tumpuan. Sedangkan dimensi kolom utama 750x750 mm dengan penulangan 24 D32 pada kolom luar maupun kolom dalam. Tulangan geser horizontal pada joint HBK luar digunakan (4Ø13 – 5 lapis), dan joint HBK dalam digunakan tulangan geser horizontal 4Ø13 – 6 lapis untuk lantai 1 hingga lantai 8, 5Ø13 – 6 lapis untuk lantai 9 dan lantai 10. Sedangkang tulangan vertikal pada joint HBK luar dan dalam menggunakan tulangan longitudinal kolom.

Kata Kunci: sistem penahan gempa, sistem rangka pemikul momen, *strong column weak beam*, HBK.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, Yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Perencanaan Struktur Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) Pada Gedung Wisma Sehati Surabaya**” dengan baik dan tepat waktu. Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk digunakan sebagai persyaratan dalam menempuh jenjang Strata Satu (S-1) di Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Institut Teknologi Nasional Malang.

Tak lepas dari berbagai hambatan, rintangan, dan kesulitan yang muncul, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, Karenan pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MTA., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Hery Soetyobudiarso, MSc., Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Ir. I Wayan Mundra, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu Ir. Ester Priskasari, MT. selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Mohammad Erfan, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing II

Dengan segala kerendahan hati penyusun menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat penyusun harapkan, akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

LEMBAR PERSEMBAHAN

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II DASAR TEORI PERENCANAAN	
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Konsep Perencanaan Bangunan Gedung Tahan Gempa	5
2.3 Sifat dan Kekakuan Struktur	6
2.4 Analisis Pembebanan Gempa Terhadap Struktur	6
2.4.1 Menentukan Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	7
2.4.2 Menentukan Klasifikasi Situs (SA-SF).....	9

2.4.3 Menentukan koefisien dan parameter respon spektral percepatan gempa maksimum	10
2.4.4 Menentukan faktor koefisien situs (F_a , F_v).....	13
2.4.5 Menghitung parameter percepatan desain (S_{DS} , S_{D1}).....	14
2.4.6 Spektrum Respons Desain	14
2.4.7 Menentukan kategori desain seismik (A – D).....	16
2.4.8 Memilih sistem struktur dan parameter struktur (R , C_d , Ω_o).....	17
2.4.9 Prosedur gaya lateral ekivalen.....	21
2.4.10 Simpangan antar lantai tingkat	25
2.5 Perencanaan desain kapasitas	28
2.6 Perencanaan sistem rangka pemikul momen	30
2.6.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)	30
2.6.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)	30
2.6.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	33
2.6.4 Persyaratan Hubungan Balok Kolom.....	43

BAB III DATA PERENCANAAN

3.1 Data Bangunan	46
3.2 Mutu bahan yang digunakan	46
3.3 Tahapan Perencanaan	47
3.3.1 Analisa pembebanan	47
3.3.2 Analisa statika	48
3.4 Diagram alir perencanaan	49
3.5 Perencanaan dimensi balok dan kolom	50
3.5.1 Dimensi Balok.....	50

3.5.2 Dimensi Kolom	52
3.6 Perhitungan pembebanan	52
3.6.1 Beban Mati Struktur	52
3.6.2 Beban Hidup	59
3.6.3 Beban Gempa	62
3.7 Pengecekan perilaku struktur	77
3.8 Kombinasi pembebanan	83
 BAB IV PERHITUNGAN PENULANGAN STRUKTUR	
4.1 Perhitungan penulangan balok	85
4.1.1 Data perencanaan penulangan balok	85
4.1.2 Penulangan longitudinal balok pada kondisi momen maksimum	89
4.1.3 Perhitungan kebutuhan tulangan transversal balok induk	121
4.1.4 Perhitungan penulangan torsi	131
4.2 Perhitungan kolom	139
4.2.1 Perhitungan penulangan lentur kolom.....	139
4.2.2 Kontrol desain kapasitas	304
4.2.3 Perhitungan pembesaran momen pada kolom	305
4.2.4 Desain penulangan transversal kolom	308
4.2.5 Sambungan lewatan tulangan kolom	315
4.3 Hubungan balok kolom (Joints)	320
4.3 Perhitungan pendetailan tulangan	340
 BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	346
5.2 Saran	347

DAFTAR PUSTAKA	348
-----------------------------	------------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	8
Tabel 2.2	Faktor keutamaan gempa	9
Tabel 2.3	Klasifikasi Situs	10
Tabel 2.4	Koefisien situs F_a	13
Tabel 2.5	Koefisien situs F_v	14
Tabel 2.6	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek	16
Tabel 2.7	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik	16
Tabel 2.8	Faktor R , C_d , dan Ω_0 , untuk sistem penahan gaya gempa	18
Tabel 2.9	Nilai Parameter perioda pendekatan C_r dan x	23
Tabel 2.10	Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung	23
Tabel 2.11	Ketidakteraturan horizontal pada struktur	26
Tabel 2.12	Simpangan antar lantai ijin, $\Delta_a^{a,b}$	27
Tabel 3.1	Hasil pendimensian balok	51
Tabel 3.2	Hasil pendimensian kolom	52
Tabel 3.3	Beban mati tambahan dinding bata ringan	53
Tabel 3.4	Beban mati tambahan dinding kaca	54
Tabel 3.5	Center of mass and rigidity	61
Tabel 3.6	Penentuan kategori resiko bangunan	63
Tabel 3.7	Penentuan faktor keutamaan gempa, I_e	63
Tabel 3.8	Penentuan klasifikasi situs	64
Tabel 3.9	Penentuan klasifikasi situs, F_a	64
Tabel 3.10	Penentuan klasifikasi situs, F_v	65
Tabel 3.11	Penentuan KDS berdasarkan S_{DS}	66
Tabel 3.12	Penentuan KDS berdasarkan S_{D1}	66

Tabel 3.13	Rekapitulasi perhitungan beban gempa.....	67
Tabel 3.14	Hasil perhitungan nilai spektrum respon desain	68
Tabel 3.15	Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	69
Tabel 3.16	Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	70
Tabel 3.17	Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung.....	71
Tabel 3.18	Distribusi vertikal dan horizontal gaya gempa arah X	75
Tabel 3.19	Distribusi vertikal dan horizontal gaya gempa arah Y	76
Tabel 3.20	Perhitungan selisih periode (ΔT) setiap mode.....	77
Tabel 3.21	Rasio partisipasi modal massa.....	78
Tabel 3.22	Hasil analisis gaya geser dasar statis ekuivalen dan dinamis pada arah X dan arah Y.....	79
Tabel 3.23	Hasil pengecekan nilai gaya geser dasar untuk masing-masing gempa.....	79
Tabel 3.24	Hasil analisis gaya geser dasar statis ekuivalen dan dinamis pada arah X dan arah Y dengan perubahan nilai faktor skala modifikasi	80
Tabel 3.25	Hasil pengecekan nilai gaya geser dasar setelah dilakukan perubahan faktor skala modifikasi.....	80
Tabel 3.26	Hasil pengecekan story drift statis EX	81
Tabel 3.27	Hasil pengecekan story drift statis EY	81
Tabel 3.28	Hasil pengecekan kinerja batas layan ultimate arah EX.....	82
Tabel 3.29	Hasil pengecekan kinerja batas layan ultimate arah EY	82
Tabel 4.1	Rekapitulasi Momen nominal dan Penulangan Balok B17-2	121

Tabel 4.2	Pengecekan gaya geser akibat gempa pada balok B17-2.....	126
Tabel 4.3	Nilai ϕ Pn dan ϕ Mn pada penulangan kolom 24 D32.....	300
Tabel 4.4	Nilai ϕ Pn dan ϕ Mn pada penulangan kolom 28 D32.....	300
Tabel 4.5	Nilai ϕ Pn dan ϕ Mn pada penulangan kolom 32 D32.....	300
Tabel 4.6	Nilai ϕ Pn dan ϕ Mn pada penulangan kolom 36 D32.....	300
Tabel 4.7	Nilai Pu dan Mu kolom C11-2	301
Tabel 4.8	Nilai Pu maksimum dan Mu maksimum kolom C11-2	301
Tabel 4.9	Nilai Pu maks dan Φ Mn pada lantai atas dan bawah kolom yang didesain	303

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	S_s , Percepatan batuan dasar pada perioda pendek	11
Gambar 2.2	S_1 , Percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik	12
Gambar 2.3	Respon spektrum desain	15
Gambar 2.4	Penentuan simpangan antar lantai	25
Gambar 2.5	Mekanisme khas yang dapat terjadi pada portal rangka	29
Gambar 2.6	Ketentuan dimensi penampang balok	34
Gambar 2.7	Persyaratan tulangan longitudinal balok	35
Gambar 2.8	Persyaratan sambungan lewatan balok	35
Gambar 2.9	Contoh sengkang tertutup saling tumpuk dan ilustrasi batasan spasi horizontal maximum batang tulangan longitudinal yang ditumpu	36
Gambar 2.10	Persyaratan tulangan transversal balok	37
Gambar 2.11	Persyaratan tulangan transversal kolom	41
Gambar 2.12	Persyaratan kekangan untuk sengkang spiral dan tertutup persegi	42
Gambar 2.13	Luas efektif hubungan balok – kolom	45
Gambar 3.1	Lokasi di peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S_s)	62
Gambar 3.2	Lokasi di peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S_s)	62
Gambar 3.3	Spectrum respon desain	67
Gambar 3.4	Grafik respon spektrum SNI 2012.....	69
Gambar 4.1	Dimensi Balok	86
Gambar 4.2	Momen pada tumpuan kiri akibat beban Envelope Max	86

Gambar 4.3	Momen pada tumpuan kanan akibat beban Envelope Max	87
Gambar 4.4	Momen pada tumpuan lapangan akibat beban Envelope Max	87
Gambar 4.5	Penampang balok dan diagram regangan tegangan akibat momen negatif tumpuan kiri balok B17-2	91
Gambar 4.6	Distribusi regangan tegangan dan gaya-gaya pada penulangan tumpuan kiri balok B17-2 akibat momen negatif	95
Gambar 4.7	Penampang balok dan diagram regangan tegangan akibat momen positif tumpuan kiri balok B17-2.....	96
Gambar 4.8	Distribusi regangan tegangan dan gaya-gaya pada penulangan tumpuan kiri balok B17-2 akibat momen positif	100
Gambar 4.9	Penampang balok dan diagram regangan tegangan akibat momen negatif tumpuan kanan balok B17-2	103
Gambar 4.10	Distribusi regangan tegangan dan gaya-gaya pada penulangan tumpuan kanan balok B17-2 akibat momen negatif	107
Gambar 4.11	Penampang balok dan diagram regangan tegangan akibat momen positif tumpuan kanan balok B17-2	108
Gambar 4.12	Distribusi regangan tegangan dan gaya-gaya pada penulangan tumpuan kanan balok B17-2 akibat momen positif.....	114
Gambar 4.13	Penampang balok dan diagram regangan tegangan akibat momen positif daerah lapangan balok B17-2	116
Gambar 4.14	Distribusi regangan tegangan dan gaya-gaya pada penulangan daerah lapangan balok B17-2 akibat momen positif.....	120
Gambar 4.15	Sketsa beban yang bekerja pada balok B17-2	121

Gambar 4.16	Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kiri.....	123
Gambar 4.17	Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kanan.....	125
Gambar 4.18	Output gaya aksial pada balok B17-2	126
Gambar 4.19	Gaya geser lapangan pada balok B17-2	130
Gambar 4.20	Output nilai Torsi pada balok B17-2	132
Gambar 4.21	Persyaratan batang tulangan berkait untuk penyaluran kait standar.....	135
Gambar 4.22	Desain tulangan balok B17-2	137
Gambar 4.23	Detail penulangan balok potongan A-A	138
Gambar 4.24	Detail penulangan balok potongan B-B	138
Gambar 4.25	Detail penulangan balok potongan C-C	138
Gambar 4.26	Penampang kolom 750x750 dan rencana penulangan 24 D32.....	141
Gambar 4.27	Penampang kolom 750 x 750 dengan penulangan 24 D32 dan spasi tulangan ke serat terluar.....	142
Gambar 4.28	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang penulangan 24 D32.....	143
Gambar 4.29	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang 1,25 fy penulangan 24 D32	149
Gambar 4.30	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah desak penulangan 24 D 32	156
Gambar 4.31	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah tarik penulangan 24 D32.....	162
Gambar 4.32	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi lentur murni penulangan 24 D32.....	170
Gambar 4.33	Penampang kolom 750x750 dan rencana penulangan 28 D32.....	176
Gambar 4.34	Penampang kolom 750 x 750 dengan penulangan 28 D32 dan spasi tulangan ke serat terluar.....	178

Gambar 4.35	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang penulangan 28 D32.....	179
Gambar 4.36	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang 1,25 fy penulangan 28 D32	185
Gambar 4.37	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah desak penulangan 28 D 32	192
Gambar 4.38	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah tarik penulangan 28 D32	199
Gambar 4.39	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi lentur murni penulangan 28 D32	208
Gambar 4.40	Penampang kolom 750x750 dan rencana penulangan 32 D32.....	214
Gambar 4.41	Penampang kolom 750 x 750 dengan penulangan 32 D32 dan spasi tulangan ke serat terluar.....	216
Gambar 4.42	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang penulangan 32 D32.....	217
Gambar 4.43	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang 1,25 fy penulangan 32 D32	224
Gambar 4.44	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah desak penulangan 32 D 32	232
Gambar 4.45	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah tarik penulangan 32 D32	239
Gambar 4.46	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi lentur murni penulangan 32 D32	249
Gambar 4.47	Penampang kolom 750x750 dan rencana penulangan 36 D32.....	256
Gambar 4.48	Penampang kolom 750 x 750 dengan penulangan 36 D32 dan spasi tulangan ke serat terluar.....	257
Gambar 4.49	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang penulangan 36 D32	258

Gambar 4.50	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi seimbang 1,25 f_y penulangan 36 D32	266
Gambar 4.51	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah desak penulangan 36 D 32	274
Gambar 4.52	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi patah tarik penulangan 36 D32	282
Gambar 4.53	Diagram tegangan dan regangan kolom saat kondisi lentur murni penulangan 36 D32	293
Gambar 4.54	Nilai P_u maks dan M_u maks di plot ke Diagram interaksi kolom 750 x 750 dengan macam - macam percobaan penulangan.....	302
Gambar 4.55	Diagram interaksi kolom C11-2 penulangan 24 D32	303
Gambar 4.56	Contoh tulangan transversal pada kolom	311
Gambar 4.57	Penulangan longitudinal dan transversal kolom C11-2	318
Gambar 4.58	Detail potongan 1-1 penulangan kolom	319
Gambar 4.59	Detail potongan 2-2 penulangan kolom	319
Gambar 4.60	Detail potongan 3-3 penulangan kolom	319