

## **TUGAS AKHIR**

### **STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MENGUNAKAN SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)**

*Disusun Dan Ditunjukkan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil Strata 1 (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh :**

**YANUARIUS SEKE**

**NIM : 2121097**

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

**2026**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## TUGAS AKHIR

### STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MENGUNAKAN SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)

*Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

**YANUARIUS SEKE**

**2121097**

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Untuk Diujikan Pada Tanggal

9 Februari 2026

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, MT.

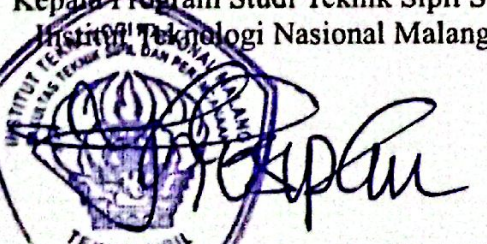
NIP. Y. 1039400265

Dr. Vega Aditama, ST., MT., IPM

NIP/P.1031900559

Mengetahui

Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang

  
Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT  
NIP. P 103 03 00383

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MENGUNAKAN SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir  
Jenjang Strata S-1  
Pada Tanggal 9 Februari 2026 dan Diterima Untuk Memenuhi  
Salah Satu Syarat Memperloeh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

**YANUARIUS SEKE**

**2121097**

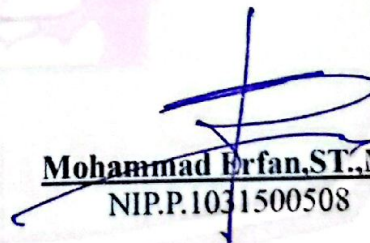
Dosen Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT**  
NIP. P 103 03 00383


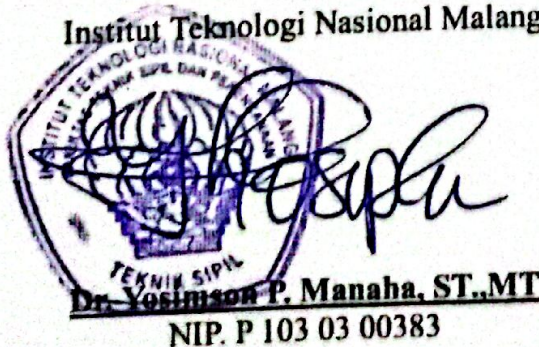


**Mohammad Erfan, ST., MT**  
NIP.P.1031500508

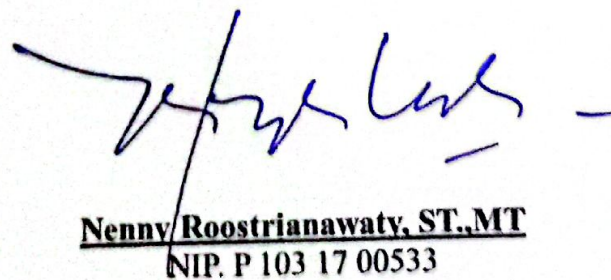
Disahkan Oleh :

Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil  
S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang



**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT**  
NIP. P 103 03 00383



**Nenny Roostrianawaty, ST., MT**  
NIP. P 103 17 00533

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

### TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yanuarius Seke  
NIM : 21.21.097  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul :

**“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS BANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA MENGGUNAKAN SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)”**

merupakan hasil karya saya sendiri. Naskah ini bukan merupakan salinan maupun saduran penuh dari karya pihak lain, kecuali bagian tertentu yang telah dicantumkan dan diakui sumbernya secara jelas.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa Tugas Akhir ini mengandung unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan Tugas Akhir, pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh (Sarjana), serta menjalani proses sesuai ketentuan yang berlaku.

Malang, Februari 2026

Yang Membuat Pernyataan

  
10000  
METERAI  
TEMPEL  
B4B42ANX294862713  
**Yanuarius Seke**

21.21.097

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, karunia serta berkatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Gedung Fakultas Ilmu Komputer Menggunakan Sistem Ganda (*Dual System*)”** ini dengan baik.

Tak lepas dari berbagai kesulitan yang muncul, namun berkat dan bimbingan dari semua pihak yang telah membantu, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang merupakan syarat untuk kelulusan Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang. Tak lupa penyusun menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya karena telah membantu baik moril dan materi kepada :

1. Awan Uji Krismanto, S.T., M.T., Ph.D, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ir. Debby Budi Susanti, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
5. Ir. Ester Priskasari M.T, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
6. Dr. Ir. Vega Aditama, ST., MT., IPM., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, dan selaku Kepala Studio Tugas Akhir Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Orang tua tercinta, saudara dan segenap sahabat yang selalu memberikan dukungan moril dan materi kepada penyusun.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini masih ada kekurangan. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan semoga proposal ini bermanfaat.

Malang, April 2026

## ABSTRAK

Yanuaris Seke, 2026, Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Gedung Fakultas Ilmu Komputer Menggunakan Sistem Ganda (*Dual System*), Jurusan Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing : Ir. Ester Priskasari, M.T. dan Dr. Vega Aditama, ST., MT., IPM

---

Di Indonesia saat ini mengalami perkembangan Pembangunan yang sangat pesat, diantaranya perkembangan di bidang konstruksi seperti Gedung perkuliahan, hotel, apartemen dan masih banyak lagi. peningkatan Pembangunan gedung-gedung tinggi, yang kini menjadi kebutuhan mengingat semakin terbatasnya lahan yang tersedia, salah satunya ialah Pembangunan gedung fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Meningkatnya kebutuhan gedung tinggi harus diimbangi pemahaman tentang system struktur gedung tinggi, terutama ketahanan terhadap gempa.

Pada studi ini peneliti menggunakan material beton bertulang dengan system rangka pemikul momen dan dinding geser khusus (dual system) sebagai alternative desain bangunan struktur tahan gempa. Perencanaan harus memenuhi standar peraturan yang terdapat dalam SNI 1726 – 2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung dan Non Gedung dan SNI 2847- 2019 tentang Persyaratan beton structural untuk bangunan Gedung Indonesia.

Dari hasil hitungan perencanaan didapatkan dimensi plat 3,6 x 2,4 dengan tebal plat 125mm dengan formasi tulangan utama  $\phi$  12 -120 mm dan tulangan bagi  $\phi$  8-200mm. dimensi balok: balok Induk 400/600, 250/300,250/350, balok anak 350/600, 250/300, 200/300. Pada perhitungan balok 400/600 dengan bentang 7,2m di peroleh tulangan tumpuan kiri atas 7D25 ,bawah 4D25, Lapangan 2D25, Tumpuan kanan atas 5D25 dan bawah 4D25. Tulangan transversal daerah sendi plastis 2D13-125, dan daerah luar sendi plastis 2D13-150. Pada perhitungan kolom dimensi 950/950 dengan jumlah tulangan 32D19 dengan tinggi kolom 3500 m didapatkan hasil daerah sendi plastis 4D13-80, daerah di luar sendi plastis 4D13-150 , pada hubungan balok dan kolom dipasang pengekang horizontal 3D13-80(9 lapis.) Perencanaan kolom pada portal memenuhi konsep “Strong Column Weak Beam”. Pada perhitungan dinding geser dimensi 950 x 4550 dengan jumlah tulangan 28D25-78 dan 26D22-73 Pada web.memiliki boundary element sepanjang 950 mm dengan tulangan longitudinal 40 D 28-54. Tulangan transversal pada elemen Batas khusus pada penampang kritis 3D13-150, luar penampang kritis 3D13-200. Tulangan transversal pada web 2D13- 50mm.

Kata kunci: Struktur Beton, Sistem Ganda, Penulangan Balok, Penulangan Kolom, Penulangan Dinding Geser .

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	3
LEMBAR PENGESAHAN.....	4
KATA PENGANTAR.....	5
DAFTAR ISI.....	7
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang.....	17
1.2 Identifikasi Masalah.....	19
1.3 Rumusan Masalah.....	19
1.4 Maksud dan Tujuan.....	19
1.5 Batasan Masalah.....	20
1.6 Manfaat Studi.....	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	22
2.1 Penelitian Terdahulu.....	22
2.2 Perencanaan Struktur Tahan Gempa.....	24
2.3 Sistem Dasar Pemikul Gaya Seismik.....	25
2.3.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).....	25
2.3.2 Sistem Dinding Struktural.....	26
2.3.3 Sistem Ganda.....	26
2.4 Pembebanan.....	26
2.4.1 Beban Mati.....	26
2.4.2 Beban Hidup.....	27
2.4.3 Beban Angin.....	27
2.4.4 Beban Gempa.....	28
2.5 Kombinasi Pembebanan.....	35
2.6 Perilaku Struktur.....	36

2.6.1	Klasifikasi struktur beraturan dan tidak beraturan.....	36
2.7	Pelat Lantai .....	38
2.7.1	Batasan Dimensi .....	38
2.7.2	Tulangan Longitudinal.....	39
2.7.3	Desain Tulangan Longitudinal.....	39
2.8	Elemen Balok.....	40
2.8.1	Batasan Dimensi .....	40
2.8.2	Balok T.....	40
2.8.3	Desain Tulangan Longitudinal.....	41
2.8.4	Tulangan Transversal .....	43
2.8.5	Desain Gaya Geser.....	43
2.8.6	Desain Balok Terhadap Torsi .....	44
2.9	Elemen kolom .....	45
2.9.1	Batasan Dimensi .....	45
2.9.2	Tulangan longitudinal .....	45
2.9.3	Desain Tulangan Longitudinal.....	45
2.9.4	Diagram interaksi.....	47
2.9.5	Tulangan Transversal .....	48
2.9.6	Desain Gaya Geser.....	49
2.10	Hubungan Balok Kolom (HBK).....	50
2.10.1	Desain Hubungan Balok Kolom (HBK) .....	51
	Desain hubungan balok kolom (HBK) atau join dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini.....	51
1.	Gaya yang bekerja pada tulangan s balok di HBK.....	51
2.10.2	Desain Gaya Geser.....	51
2.11	Dinding structural.....	52
2.11.1	Batasan Desain .....	53

2.11.2	Penulangan Dinding Struktural .....	53
2.11.3	Desain Tulangan Longitudinal Dinding Struktural.....	54
2.11.4	Elemen Batas Dinding Struktural .....	56
2.11.5	Tulangan Transversal Dinding Struktural .....	59
BAB III METODE PENELITIAN .....		60
3.1	Data Perencanaan .....	60
3.1.1	Lokasi Proyek Gedung Fakultas Ilmu Komputer Brawijaya .....	60
3.1.2	Data Geometri proyek Fakultas Ilmu Komputer Brawijaya.....	62
3.2	Tahapan Perencanaan.....	72
3.3	Bagan Alir .....	73
BAB IV PRELIMINARY DESIGN .....		77
4.1	Data Perencanaan .....	77
4.1.1	Data Bangunan .....	77
4.1.2	Mutu Bahan .....	77
4.2	Perencanaan Dimensi Penampang.....	77
4.2.1	Dimensi Balok.....	77
4.2.2	Dimensi Kolom .....	81
4.2.3	Dimensi Plat Lantai .....	82
4.2.4	Dimensi Shear Wall .....	86
4.3	Perhitungan pembebanan.....	89
4.3.1	Beban Mati .....	89
4.3.2	Perhitungan beban mati tambahan dinding pada balok .....	90
4.3.3	Beban mati tambahan dinding pada plat .....	116
4.3.4	Beban Hidup.....	125
4.3.5	Beban Gempa .....	126
4.4	Kontrol Perilaku Struktur.....	143
4.4.1	Eksentrisitas.....	145

4.4.2	Kontrol nilai Gaya geser dasar .....	146
4.4.3	Kontrol partisipasi masa.....	148
4.4.4	Kontrol simpangan.....	149
4.4.5	Pengaruh P-Delta .....	151
4.4.6	Ketidakteraturan struktur.....	153
4.5	Kombinasi Pembebanan .....	165
4.6	Chek crack pada shearwall.....	167
4.7	Syarat system ganda .....	172
4.8	Penulangan Plat Lantai .....	176
4.9	Penulangan Balok Induk.....	192
4.9.1	Desain kapasitas balok lentur .....	192
4.9.2	Desain kapasitas Geser Balok.....	248
4.9.3	Desain penulangan Torsi Balok.....	262
4.9.4	Pendetailan penulangan balok .....	262
4.10	Desain penulangan kolom.....	265
4.10.2	Pengaruh Kelangsingan Kolom .....	288
4.10.3	Desain Penulangan Transversal .....	304
4.10.4	Detail penulangan torsi .....	311
4.10.5	Pendetailan penulangan kolom.....	312
4.11	Persyaratan Strong Column Weak Beam (SCWB).....	313
4.12	Penulangan shear wall .....	321
BAB V.....		390
KESIMPULAN DAN SARAN.....		390
5.1	Kesimpulan .....	390
5.2	Saran .....	392
DAFTAR PUSTAKA.....		393
LAMPIRAN .....		394

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 studi terdahulu .....	22
Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan .....	28
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa.....	28
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs.....	29
Tabel 2. 5 Koefisien situs Fa .....	31
Tabel 2. 6 Koefisien situs Fv .....	31
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter .....	33
Tabel 2. 8 Faktor R, Cd, dan $\Omega$ untuk sistem pemikul gaya seismik.....	33
Tabel 2. 9 Koefisien untuk Batas atas Periode yang dihitung .....	34
Tabel 2. 10 Nilai parameter periode Pendekatan Ct dan x.....	34
Tabel 2. 11 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang.....	39
Tabel 2. 12 As min untuk Pelat Dua Arah Nonprategang .....	39
Tabel 2. 13 Tinggi minimum Balok Nonprategang .....	40
Tabel 2. 14 Batasan Dimensi Lebar Sayap Efektif Untuk Balok T .....	41
Tabel 2. 15 koordinat diagram interaksi.....	48
Tabel 2. 16 Tulangan transversal untuk kolom-kolom sistem rangka pemikul momen khusus.....	50
Tabel 2. 17 kekuatan geser nominal joint (Vn).....	52
Tabel 2. 18 Tabel Minimum Dinding.....	53
Tabel 2. 19 Tulangan Minimum untuk Dinding Dengan geser sebidang.....	54
Tabel 2. 20 Tulangan Transversal Untuk Elemen Batas Khusus .....	57
Tabel 2. 21 Vc, Dinding prategang dan Nonprategang .....	59
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Dimensi Balok.....	81
Tabel 4. 2 Rekapitulasi perhitungan rasio kekakuan antara balok dan plat lantai	84
Tabel 4. 3 Tebal Minimum plat lanati .....	85
Tabel 4. 4 Syarat Rasio Penampang dinding structural.....	88
Tabel 4. 5 Rekapitulasi berat dinding pada balok.....	113

Tabel 4. 6 Rekapitulasi berat dinding pada plat.....	124
Tabel 4. 7 Beban Hidup ( SNI 1727 2020 tabel 4,3-1 ) .....	125
Tabel 4. 8 kategori risiko bangunan gedung dan non gedung .....	126
Tabel 4. 9 Tabel Faktor keutamaan gempa.....	126
Tabel 4. 10 Data tanah sampel I untuk Lokasi gedung .....	126
Tabel 4. 11 Klasifikasi situs tanah.....	128
Tabel 4. 12 koefisien situs Fa .....	130
Tabel 4. 13 koefisien situs Fv .....	131
Tabel 4. 14 rekapitulasi parameter parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan beban gempa.....	133
Tabel 4. 15 Nilai Ct dan x .....	136
Tabel 4. 16 Koefisien Cu.....	136
Tabel 4. 17 Faktor R, Cd, $\Omega_0$ .....	138
Tabel 4. 18 Masa perlantai.....	139
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Beban Gempa arah x.....	142
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Beban Gempa Arah y.....	142
Tabel 4. 21 Center of Mass and rigidity .....	145
Tabel 4. 22 Perhitungan eksentrisitas rencana.....	146
Tabel 4. 23 Base Reaction .....	146
Tabel 4. 24 Base reaction setelah penskalaan gaya.....	147
Tabel 4. 25 Modal Participating Mass Ratios.....	148
Tabel 4. 26 simpangan antar Tingkat izin.....	149
Tabel 4. 27 Simpangan antar tingkat.....	150
Tabel 4. 28 Tabel perhitungan kontrol simpangan arah x. ....	150
Tabel 4. 29 Tabel perhitungan kontrol simpangan arah y .....	151
Tabel 4. 30 perhitungan kontrol Pengaruh P-Delta.....	152
Tabel 4. 31 story max over avg drifts arah x .....	153
Tabel 4. 32 story max over avg drift arah y .....	154
Tabel 4. 33 Perhitungan ketidakberaturan sudut dalam .....	156
Tabel 4. 34 Kontrol 50% daerah diafragma bruto.....	157
Tabel 4. 35 kontrol ketidakberaturan kekuatan tingkat lunak 1a dan 1b .....	158
Tabel 4. 36 ketidak beraturan berat (massa).....	160
Tabel 4. 37 ketidakberaturan geometri vertikal .....	162

Tabel 4. 38 perhitungan ketidakberaturan vertical no 5.....	164
Tabel 4. 39 Tabel kontrol retak pada shearwall pier 1 .....	167
Tabel 4. 40 Tabel kontrol retak pada shearwall pada pier 2 .....	168
Tabel 4. 41 Tabel kontrol retak pada shearwall pada pier 3 .....	168
Tabel 4. 42 Tabel kontrol retak pada shearwall pada pier 4.....	169
Tabel 4. 43 Tabel kontrol retak pada shearwall pada pier U .....	170
Tabel 4. 44 nilai Fx Rangka + Shearwall arah x.....	172
Tabel 4. 45 nilai Fx Rangka + Shearwall arah y.....	173
Tabel 4. 46 nilai Fx shearwall arah x.....	175
Tabel 4. 47 nilai Fx shearwall arah y.....	175
Tabel 4. 48 Momen pada Balok.....	194
Tabel 4. 49 Gaya dalam aksial dan momen lentur terfaktor.....	266
Tabel 4. 50 perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi seimbang .....	271
Tabel 4. 51 perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi seimbang 1,25 fy.....	274
Tabel 4. 52 perhitungan diagram regangan tegangan kondidi pata desak.....	277
Tabel 4. 53 perhitungan diagram regangan tegangan kondidi patah Tarik .....	280
Tabel 4. 54 perhitungan regangan dan tegangan kondisi lentur murni .....	285
Tabel 4. 55 formasi tulangan lomgitudinal rencana.....	286
Tabel 4. 56 Pembesaran Momen.....	302

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perilaku struktur Akibat beban gempa pada sistem ganda.....	25
Gambar 2. 2 Peta Percepatan Spectrum Respon 0,2 detik (Ss) .....	30
Gambar 2. 3 Peta percepatan spectrum Respon 1 detik (S1).....	30
Gambar 2. 4 Peta Transisi Periode Panjang (TL) .....	30
Gambar 2. 5 Spektrum Respon Desain .....	33
Gambar 2. 6 Diagram Tegangan Regangan untuk $c > d'$ momen negative (-) Bawah .....	41
Gambar 2. 7 Diagram Tegangan Regangan untuk $C < d'$ momen positif (+) atas ...	41
Gambar 2. 8 contoh Sengkang tertutup (Hoop) yang Dipasang Bertumpuk dan Batasan Maksimum Spasi Horizontal.....	43

Gambar 2. 9 skema gaya geser Untuk balok .....	44
Gambar 2. 10 skema gaya geser Untuk balok .....	44
Gambar 2. 11 Defenisi Aoh .....	45
Gambar 2. 12 diagram tegangan dan regangan kolom .....	46
Gambar 2. 13 Diagram Interaksi Kolom.....	48
Gambar 2. 14 Contoh Penulangan Transversal Pada Kolom .....	49
Gambar 2. 15 luas joint efektif .....	52
Gambar 2. 16 Panjang penyaluran tulangan Horizontal dinding dalam elemen batas yang terkekang.....	57
Gambar 2. 17 Persyaratan Elemen Batas Pada Dinding Khusus.....	58
Gambar 2. 18 Rasio Tulangan Longitudinal Untuk Elemen B atas Dinding .....	58
Gambar 3. 1 Lokasi Pembangunan Gedung filkom auaniversitas brawijaya.....	60
Gambar 3. 2 Denah Lantai 1 .....	62
Gambar 3. 3 Denah Lantai 2 .....	63
Gambar 3. 4 Denah Lantai 3 .....	65
Gambar 3. 5 Denah Lantai 4 .....	66
Gambar 3. 6 Denah Lantai 5 .....	67
Gambar 3. 7 Denah lantai 6.....	69
Gambar 3. 8 Denah Lantai 7 .....	70
Gambar 4. 1 Dimensi Plat lantai.....	82
Gambar 4. 2 Pelat Yang Ditinjau .....	83
Gambar 4. 3 Gambar Perletakan Dinding Struktural .....	86
Gambar 4. 4 ketidakbertaturan horizontal 1a dan 1b.....	153
Gambar 4. 5 ketidakberaturan horizontal no 2.....	155
Gambar 4. 6 Denah Lantai 2 .....	155
Gambar 4. 7 ketidakberaturan horizontal no 3.....	156
Gambar 4. 8 Ketidakberaturan Horizontal 4.....	157
Gambar 4. 9 ketidakberaturan vertical no 2.....	160

Gambar 4. 10 ketidakberaturan vertical no 3 .....	162
Gambar 4. 11 ketidakberaturan vertical no 4 .....	163
Gambar 4. 12 ketidakberaturan vertikal no 5.....	164
gambar 4. 13 plat lantai yang ditinjau (F 103 LT 6 ).....	176
Gambar 4. 14 Desain tulangan tumpuan kiri (-).....	196
Gambar 4. 15 Gambar Diagram Regangan dan Tegangan untuk $c > d'$ Tumpuan kiri (-).....	203
Gambar 4. 16 Desain tulangan tumpuan kiri (+).....	206
Gambar 4. 17 Gambar Diagram Regangan dan Tegangan untuk $c < d'$ Tumpuan kiri (+) .....	212
Gambar 4. 18 Desain tulangan tumpuan kanan (-).....	215
Gambar 4. 19 Diagram Regangan dan Tegangan untuk $c > d'$ Tumpuan kanan (-) .....	221
Gambar 4. 20 Desain tulangan tumpuan kanan (+) .....	223
Gambar 4. 21 Gambar Diagram Regangan dan Tegangan untuk $c < d'$ Tumpuan kanan (+) .....	229
Gambar 4. 22 Desain tulangan lapangan (-).....	232
Gambar 4. 23 Diagram Regangan dan Tegangan untuk $c > d'$ lapangan (-) .....	238
Gambar 4. 24 Desain tulangan lapangan (+).....	241
Gambar 4. 25 Diagram Regangan dan Tegangan untuk $c < d'$ lapangan (+).....	247
Gambar 4. 26 tributary area dari Wu yang ditinjau .....	249
Gambar 4. 27 Skema gaya geser apabila struktur bergoyang ke kiri.....	252
Gambar 4. 28 skema gaya geser apabila struktur bergoyang ke kanan. ....	254
Gambar 4. 29 detail tulangan transversal daerah sendi plastis.....	259
Gambar 4. 30 Gaya geser daerah luar sendi plastis .....	259
Gambar 4. 31 Gambar detail tulangan transversal daerah luar sendi plastis .....	262
Gambar 4. 32 Gambar formasi penulangan C24 Lt 1 .....	267
Gambar 4. 33 diagram Regangan dan tegangan kondisi seimbang .....	271
Gambar 4. 34 Diagram Regangan dan tegangan kondisi seimbang $1,25 f_y$ .....	274
Gambar 4. 35 diagram Regangan dan tegangan kondisi Patah Desak.....	277
Gambar 4. 36 diagram Regangan dan tegangan kondisi Patah tarik .....	280
Gambar 4. 37 diagram Regangan dan tegangan kondisi Lentur murni .....	284
Gambar 4. 38 Gambar skema pengaruh kelangsingan Kolom arah x .....	288

Gambar 4. 39 Faktor panjang efektif rangka bergoyang.....	292
Gambar 4. 40 Gambar skema pengaruh kelangsingan Kolom arah y .....	295
Gambar 4. 41 Faktor panjang efektif rangka bergoyang.....	298
Gambar 4. 42 Detail Tulangan Kolom C24 Daerah sendi plastis .....	309
Gambar 4. 43 tulangan transversal luar sendi plastis.....	310
Gambar 4. 44 Diagram Interaksi SCWB.....	314
Gambar 4. 45 detail penulangan HBK.....	321
Gambar 4. 46 Penulangan Dinding Geser Yang Ditinjau.....	321
Gambar 4. 47 Gambar geser bidang .....	323
Gambar 4. 48 Detail penulangan SW 2.....	389