

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA  
GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA**

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



**Disusun Oleh :**

**MOHAMAD IZAL ANSARI**

**2121911**

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

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA  
GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA**

**Disusun Oleh:  
MOHAMAD IZAL ANSARI  
2121911**

**Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan  
Pada Tanggal 31 Januari 2024**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

**Pembimbing I**



**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**  
NIP. P. 1030300383

**Pembimbing II**



**Ir. Ester Priskasari, MT.**  
NIP. Y. 1039400265

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**



**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**  
NIP. P. 1030300383

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA  
GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA**

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir  
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 5 Februari 2024 Dan Diterima Untuk  
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)  
Teknik Sipil.

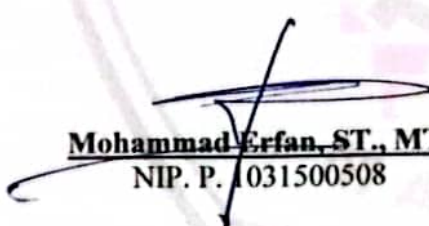
**Disusun Oleh:**


**MOHAMAD IZAL ANSARI  
2121911**

Dosen Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

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

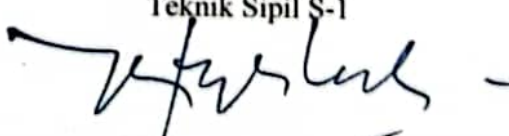
  
**Vega Adifama, ST., MT.**  
NIP. P. 1031900559

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi  
Teknik Sipil S-1

  
**Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.**  
NIP. P. 1030300383

  
**Nenny Rootrianawaty, S.T., M.T.**  
NIP. P. 1031700533

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohamad Izal Ansari

NIM : 2121911

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

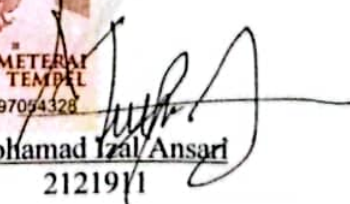
**“Studi Perencanaan Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya ”**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu 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 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, 19 Februari 2024  
Yang membuat pernyataan



  
Mohamad Izal Ansari  
2121911




## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan kuasa-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir. Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah agar memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang
2. Nenny Roostrianawaty, ST., MT Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang
3. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., Selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan telah memberikan masukan-masukan kepada penulis dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini.
4. Ir. Ester Priskasari, MT. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan membimbing dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua, saudara, teman-teman yang selalu memberi doa, semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga Tugas Akhir ini dapat di selesaikan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 19 Februari 2024

  
Mohamad Loyal Ahsani

## ABSTRAK

**“STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS BRAWIJAYA”**, Oleh: Mohamad Izal Ansari, Pembimbing 1: Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. Pembimbing 2: Ir. Ester Priskasari, MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya direncanakan berfungsi sebagai gedung kuliah yang memiliki 7 lantai dengan ketinggian bangunan 30,8 m, lebar 24,6 m dan panjang 51,95 m, berdasarkan fungsinya gedung ini masuk kedalam kategori risiko IV sesuai SNI 1726-2019 sehingga perencanaan strukturnya dilakukan dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen. Selain itu perancangan kapasitas struktur gedung harus memenuhi syarat “Strong Column Weak Beam”. Dari hasil perhitungan didapat balok B-1B Lantai 3 dengan dimensi 40/70 diperoleh tulangan longitudinal/lentur tulangan tumpuan kiri : atas 7 D22, bawah 7 D22 dan tulangan lapangan : atas 5D22, bawah 5D22, tulangan geser daerah sendi plastis : 5 D13 - 100 dan luar sendi plastis : 4 D13 - 100. Kolom K1 Lantai 2 dengan dimensi 80/80 dan jumlah tulangan 24 D22, tulangan geser daerah sendi plastis : 6 D13-110, daerah luar sendi plastis : 6 D13-120, daerah sambungan kolom : 6 D13-100. Kontrol Desain Kapasitas  $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$  dengan nilai  $3642,7061 \text{ kNm} \geq 1596.182 \text{ kNm}$ , persyaratan "Strong Column Weak Beam" telah terpenuhi. Pada penulangan HBK untuk pengegang vertikal digunakan 24 D22 dan pengegang horizontal 6 D13 – 6 lapis.

**Kata kunci : Perencanaan Balok, Kolom, Struktur Tahan Gempa, SRPMK**

## DAFTAR ISI

<b>COVER.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Maksud dan Tujuan Studi.....	2
1.5 Lingkup Pembahasan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Studi Terdahulu.....	4
2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).....	12
2.3 Pembebanan Struktur .....	12
2.3.1 Beban vertikal.....	12
2.3.2 Beban Horizontal .....	14
2.4 Parameter Perhitungan Beban Gempa.....	15
2.5 Metode Analisis Beban Gempa .....	21
2.5.1 Metode Analisis Dinamis.....	21
2.5.2 Metode Analisis Statik .....	22

2.6 Kombinasi Pembebanan .....	25
2.7 Perilaku Struktur.....	26
2.7.1 Simpangan Antar Lantai .....	26
2.7.2 Ketidakberaturan Vertikal dan Horizontal .....	27
2.8 Preliminary Design.....	30
2.8.1 Perencanaan Pelat Lantai .....	30
2.9 Perencanaan balok.....	35
2.9.1 Dimensi balok.....	35
2.9.2 Syarat Tulangan longitudinal balok .....	36
2.9.3 Desain Balok Persegi .....	36
2.9.4 Kontruksi Balok T .....	38
2.9.5 Lebar Sayap Efektif .....	39
2.9.6 Desain Tulangan Tumpuan Balok.....	39
2.9.7 Desain Geser Balok .....	45
2.9.8 Perencanaan Kolom .....	50
2.10 Desain Tulangan Transversal Kolom .....	55
2.10.1 Hubungan Balok Kolom (HBK/Joint).....	58
<b>BAB III METODOLOGI DAN DATA PERENCANAAN .....</b>	<b>61</b>
3.1 Data Geografis Proyek .....	61
3.2 Data Teknis Gedung .....	61
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	62
3.3.1 Studi Literatur .....	62
3.4 Tahapan Perencanaan .....	62
3.4.1 Analisa Pembebanan .....	62
3.4.2 Analisa Statika .....	62
3.5 Desain Struktur.....	62



3.6 Bagan Alir.....	63
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>66</b>
4.1 Perencanaan Awal Dimensi Penampang.....	66
4.1.1 Perencanaan awal dimensi Balok .....	66
4.1.2 Perencanaan Awal Dimensi Kolom .....	70
4.1.3 Perencanaan Dimensi Pelat Lantai .....	71
4.2 Perhitungan Pembebanan .....	75
4.2.1 Beban mati .....	75
4.2.2 Beban Hidup .....	92
4.2.3 Beban Gempa.....	93
4.3 Ketidakberaturan Struktur .....	133
4.3.1 Ketidakberaturan struktur horizontal.....	133
4.3.2 Ketidakberaturan struktur vertikal .....	137
4.4 Eksentrisitas Rencana .....	144
4.5 Kombinasi Beban .....	146
4.6 Kontrol Partisipasi Massa.....	149
4.7 Kontrol Nilai Gaya Geser Dasar (Base Share) Metode Dinamis .....	151
4.8 Kontrol simpangan .....	152
4.9 Pengaruh P-delta.....	154
4.10 Perhitungan Penulangan Struktur .....	156
4.10.1 Perhitungan Penulangan Pelat Lantai .....	156
4.10.2 Penulangan Sloof B90 (300 x 600mm) Tumpuan Kiri .....	164
4.10.3 Penulangan Sloof B90 (300 x 600mm) tumpuan kanan .....	179
4.10.4 Penulangan Sloof B90 (300 x 600 mm) daerah lapangan .....	194
4.10.5 Desain Penulangan Transversal Sloof.....	208
4.10.6 Penulangan Balok B43 (400 x 700 mm) tumpuan kiri .....	219

4.10.7 Penulangan Balok B43 (400 x 700 mm) tumpuan kanan .....	235
4.10.8 Penulangan Balok B43 (400 x 700 mm) daerah lapangan.....	251
4.10.9 Desain Penulangan Transversal Balok.....	264
4.10.10 Penulangan Kolom C83 (800 x 800 mm) .....	281
4.10.11 Desain Penulangan Transversal Kolom.....	328
4.10.12 Persyaratan Strong Column Weak Beam .....	337
4.10.13 Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint).....	338
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>343</b>
5.1 Kesimpulan.....	343
5.2 Saran .....	346
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>347</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Dengan Studi-Studi Terdahulu .....	6
Tabel 2.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	17
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ ) .....	18
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs.....	18
Tabel 2.5 Koefisien Situs, $F_a$ .....	19
Tabel 2.6 Koefisien Situs, $F_v$ .....	19
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons .....	21
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik ( $S_{D1}$ ).....	21
Tabel 2.9 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	23
Tabel 2.10 Nilai Parameter periode pendekatan $C_t$ dan $\alpha$ .....	23
Tabel 2.11 Parameter Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik .....	25
Tabel 2.12 Ketidakberaturan horizontal pada struktur .....	27
Tabel 2.13 Ketidakberaturan vertikal pada struktur .....	29
Tabel 2.14 Tebal minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior .....	31
Tabel 2.15 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya .....	32
Tabel 2.16 $A_{s\ min}$ untuk pelat dua arah nonprategang .....	34
Tabel 2.17 Tinggi minimum balok nonprategang .....	35
Tabel 2.18 Batasan dimensi lebar sayap efektif untuk balok T .....	39
Tabel 2.19 nilai $\beta_1$ untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivale .....	40
Tabel 2.20 Koordinat ( $M_n$ , $P_n$ ) diagram interaksi .....	54
Tabel 2.21 Kekuatan geser nominal joint $V_n$ .....	59
Tabel 4.1 Hasil Pendimensian Balok dan Sloof.....	70
Tabel 4.2 Hasil Pendimensian Kolom .....	71
Tabel 4.3 Hasil Pendimensian Pelat .....	75
Tabel 4.5 Rekapitulasi beban dinding dan pintu jendela lantai 1 .....	89
Tabel 4.6 Rekapitulasi beban dinding dan pintu jendela lantai 2 dan 3 .....	89
Tabel 4.7 Rekapitulasi beban dinding dan pintu jendela lantai 4.....	90
Tabel 4.8 Rekapitulasi beban dinding dan pintu jendela lantai 5.....	90

Tabel 4.9 Rekapitulasi beban dinding dan pintu jendela lantai 6.....	91
Tabel 4.10 Rekapitulasi beban dinding dan pintu jendela lantai 7.....	91
Tabel 4.11 Rekapitulasi beban dinding dan pintu jendela lantai atap .....	92
Tabel 4.12 Beban hidup rencana pada gedung.....	92
Tabel 4.13 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa .....	94
Tabel 4.14 Faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ).....	94
Tabel 4.15 Rekapitulasi data hasil uji SPT sampel 1 .....	95
Tabel 4.16 Rekapitulasi data hasil uji SPT sampel 2 .....	95
Tabel 4.17 Klasifikasi situs .....	96
Tabel 4.18 Koefisien situs $F_a$ .....	96
Tabel 4.19 Koefisien situs $F_v$ .....	97
Tabel 4.20 KDS berdasarkan $S_{DS}$ .....	98
Tabel 4.21 KDS berdasarkan $S_{D1}$ .....	98
Tabel 4.22 Rekapitulasi parameter – parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan beban gempa .....	99
Tabel 4.23 Data parameter respon spektrum.....	101
Tabel 4.24 Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	102
Tabel 4.25 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	102
Tabel 4.26 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik .....	103
Tabel 4.27 Berat Struktur Manual .....	129
Tabel 4.28 Faktor distribusi vertikal .....	132
Tabel 4.29 Gaya gempa lateral per lantai untuk satu portal melintang.....	132
Tabel 4.30 Hasil perhitungan ketidakberaturan torsi arah sumbu X.....	134
Tabel 4.31 Hasil perhitungan ketidakberaturan torsi arah sumbu Y .....	134
Tabel 4.32 Ketidakberaturan Sudut Arah Sumbu X.....	136
Tabel 4.33 Ketidakberaturan Sudut Arah Sumbu Y .....	137
Tabel 4.34 Ketidakberaturan Vertikal 1a Sumbu X.....	139
Tabel 4.35 Ketidakberaturan Vertikal 1a Sumbu Y.....	139
Tabel 4.36 Ketidakberaturan Vertikal 1b Sumbu X .....	140
Tabel 4.37 Ketidakberaturan Vertikal 1b Sumbu Y .....	140

Tabel 4.38 Kontrol Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 (Ketidakberaturan Massa)	141
Tabel 4.39 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah (5a) Sumbu X	142
Tabel 4.40 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah (5a) Sumbu Y	142
Tabel 4.41 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah berlebih (5b) Sumbu X	143
Tabel 4.42 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah berlebih (5b) Sumbu Y	144
Tabel 4.43 Center of massa and rigidity	144
Tabel 4.44 Tabel perhitungan eksentrisitas rencana	145
Tabel 4.45 Tabel koordinat pusat massa rencana	146
Tabel 4.46 Nilai jumlah ragam dan partisipasi massa bangunan	149
Tabel 4.47 Selisih periode (T)	150
Tabel 4.48 Nilai gaya geser dasar (Base Share)	151
Tabel 4.49 Cek konfigurasi V Dinamis $\geq$ V Statis	151
Tabel 4.50 Hasil perhitungan gaya geser dasar baru	152
Tabel 4.51 Kontrol nilai gaya geser dasar baru	152
Tabel 4.52 Kontrol simpangan arah X	153
Tabel 4.53 Kontrol simpangan arah Y	153
Tabel 4.54 Pengaruh P-delta arah X	155
Tabel 4.55 Pengaruh P-delta arah Y	155
Tabel 4.56 Nilai $\beta_1$ untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	165
Tabel 4.65 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 20 D22	311
Tabel 4.66 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 24 D22	311
Tabel 4.67 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 28 D22	311
Tabel 4.68 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 32 D22	312
Tabel 4.69 Rekapitulasi Pembesaran Momen Arah X dan Y	327

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Percepatan Spectrum Respons 0,2 Detik (S <sub>s</sub> ) .....	15
Gambar 2.2 Peta Percepatan Spectrum Respons 1 Detik (S <sub>1</sub> ).....	16
Gambar 2.3 Spektrum Respons Desain.....	22
Gambar 2.4 Ketidakberaturan Horizontal .....	28
Gambar 2.5 Ketidakberaturan Vertikal .....	30
Gambar 2.6 Bentuk penampang pelat beton bertulang .....	34
Gambar 2.7 Kondisi (a) dimana ( $a \leq h_f$ ).....	38
Gambar 2.8 Kondisi (b) dimana ( $a > h_f$ ) .....	38
Gambar 2.9 Balok T Plat Dua Sisi .....	39
Gambar 2.10 Balok T Plat Satu Sisi.....	39
Gambar 2.11 Contoh penulangan balok momen negatif / atas .....	40
Gambar 2.12 Contoh penulangan balok momen positif / bawah.....	43
Gambar 2.13 Contoh sengkang tertutup (hoop) yang dipasang bertumpuk dan ilustrasi batasan maksimum spasi horizontal penumpu batang longitudinal. ....	45
Gambar 2.14 Geser desain untuk balok dan kolom .....	46
Gambar 2.15 skema letak d dan d' .....	51
Gambar 2.16 Jarak antar tulangan pada kolom.....	51
Gambar 2.17 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi .....	53
Gambar 2.18 Diagram interaksi kolom.....	55
Gambar 2.19 Geser desain untuk kolom.....	56
Gambar 2.20 Contoh penulangan transversal pada kolom .....	57
Gambar 2.21 Luas join efektif .....	60
Gambar 3.1 Lokasi Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya ...	61
Gambar 3.2 Bagan Alir Perencanaan .....	65
Gambar 4.1 Peta respon percepatan 0,2 detik (S <sub>s</sub> ).....	93
Gambar 4.2 Peta respon percepatan 1 detik (S <sub>1</sub> ).....	93
Gambar 4.3 Grafik respon spektrum Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya .....	101
Gambar 4.4 Ilustrasi Ketidakberaturan torsi .....	133
Gambar 4.5 Ketidakberaturan Sudut.....	134
Gambar 4.6 Sketsa proyeksi denah struktur.....	135

Gambar 4.7 Ketidakberaturan Tingkat Lunak.....	138
Gambar 4.8 Ketidakberaturan Massa .....	140
Gambar 4.9 Ketidakberaturan Tingkat Lemah.....	141
Gambar 4.10 Sloof 300 x 600 penulangan tumpuan kiri momen negatif.....	166
Gambar 4.11 Diagram Regangan Tegangan Sloof 300 x 600 momen negative tumpuan kiri .....	172
Gambar 4.12 Sloof 300 x 600 penulangan tumpuan kiri momen positif.....	173
Gambar 4.13 Diagram Regangan Tegangan Sloof 300 x 600 momen positif tumpuan kiri .....	178
Gambar 4.14 Sloof 300 x 600 penulangan tumpuan kanan momen negatif.....	181
Gambar 4.15 Diagram Regangan Tegangan Sloof 300 x 600 momen negatif tumpuan kanan .....	187
Gambar 4.16 Sloof 300 x 600 penulangan tumpuan kanan momen positif.....	188
Gambar 4.17 Diagram Regangan Tegangan Sloof 300 x 600 momen positif tumpuan kanan .....	193
Gambar 4.18 Sloof 300 x 600 penulangan daerah lapangan momen positif .....	196
Gambar 4.19 Diagram Regangan Tegangan Sloof 300 x 600 momen positif daerah lapangan .....	201
Gambar 4.20 Sloof 300 x 600 penulangan daerah lapangan momen negatif.....	202
Gambar 4.21 Diagram Regangan Tegangan Sloof 300 x 600 momen negatif daerah lapangan.....	208
Gambar 4.22 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) goyangan ke kiri .....	209
Gambar 4.23 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kiri.....	210
Gambar 4.24 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kiri .....	211
Gambar 4.25 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) goyangan ke kanan .....	211
Gambar 4.26 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kanan.....	212
Gambar 4.27 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kanan .....	212
Gambar 4.28 Balok 400 x 700 penulangan tumpuan kiri momen negatif.....	221
Gambar 4.29 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 700 momen negatif tumpuan kiri .....	227



Gambar 4.30 Balok 400 x 700 penulangan tumpuan kiri momen positif.....	228
Gambar 4.31 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 700 momen positif tumpuan kiri .....	235
Gambar 4.32 Balok 400 x 700 penulangan tumpuan kanan momen negatif.....	238
Gambar 4.33 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 700 momen negatif tumpuan kanan .....	243
Gambar 4.34 Balok 400 x 700 penulangan tumpuan kanan momen positif.....	244
Gambar 4.35 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 700 momen positif tumpuan kanan .....	251
Gambar 4.36 Balok 400 x 700 penulangan daerah lapangan momen positif.....	253
Gambar 4.37 Diagram Regangan Tegangan Balok 300 x 600 momen positif daerah lapangan.....	259
Gambar 4.38 Balok 400 x 700 penulangan daerah lapangan momen negatif.....	260
Gambar 4.39 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 700 momen negatif daerah lapangan.....	264
Gambar 4.40 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) goyangan ke kiri .....	265
Gambar 4.41 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kiri.....	266
Gambar 4.42 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kiri .....	266
Gambar 4.43 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) goyangan ke kanan .....	267
Gambar 4.44 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kanan.....	268
Gambar 4.45 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kanan .....	268
Gambar 4.46 Penulangan Torsi pada Balok .....	278
Gambar 4.66 Jarak antar tulangan.....	282
Gambar 4. 67 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang.....	286
Gambar 4.68 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi Patah Desak .....	292
Gambar 4.69 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi Patah Tarik .....	299
Gambar 4.70 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi Lentur Murni ....	306
Gambar 4.71 Penentuan Nilai k .....	318
Gambar 4.72 Penentuan Nilai k .....	325
Gambar 4.73 Nilai Terbesar xi (Spasi Antar Sengkang).....	331

Gambar 4.74 Tampak Samping HBK .....	342
Gambar 4.75 Tampak Atas HBK .....	342

## DAFTAR NOTASI

- $C_d$  = faktor pembesaran simpangan lateral
- $C_u$  = koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
- $C_v$  = koefisien vertikal
- $C_{vx}$  = faktor distribusi vertikal
- $e$  = eksentrisitas sesungguhnya (mm), diukur dari denah antara titik pusat massa struktur di atas pemisahan isolasi dan titik pusat kekakuan sistem isolasi, ditambah dengan eksentrisitas tak terduga (mm), diambil sebesar 5 % dari ukuran maksimum bangunan tegak lurus dengan arah gaya yang ditinjau.
- $E$  = pengaruh beban seismik horizontal dan vertikal
- $E_h$  = pengaruh gaya seismik horizontal
- $E_{mh}$  = pengaruh gaya seismik horizontal dengan faktor kuat lebih
- $E_v$  = pengaruh gaya seismik vertikal
- $g$  = percepatan gravitasi ( $m/detik^2$ )
- $h$  = tinggi rata-rata struktur diukur dari dasar hingga level atap
- $h_i, h_x$  = tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$  (m)
- $h_n$  = batasan tinggi struktur
- $I_e$  = faktor keutamaan gempa
- $k$  = eksponen yang terkait dengan periode struktur
- $L$  = pengaruh beban hidup
- $L_r$  = pengaruh beban hidup di atap
- $L_o$  = pengaruh beban hidup desain tanpa reduksi
- MCE = gempa maksimum yang dipertimbangkan
- MCE<sub>R</sub> = gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
- $N$  = Beban nosional untuk integritas struktural.
- $R_x$  = koefisien modifikasi respons struktur pada arah X
- $R_y$  = koefisien modifikasi respons struktur pada arah Y
- $S_a$  = respons spektra percepatan
- $S_{DS}$  = parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 Persen
- $S_{D1}$  = parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5

## Persen

- $S_{MS}$  = parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $S_{MI}$  = percepatan percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $S_S$  = parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen
- $S_I$  = parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
- $T$  = periode fundamental bangunan
- $T_a$  = perioda fundamental pendekatan
- $T_L$  = peta transisi perioda panjang
- $W$  = berat seismik efektif bangunan
- $\Delta$  = simpangan antar tingkat desain
- $\Delta_a$  = simpangan antar tingkat yang dizinkan
- $\delta_{max}$  = perpindahan maksimum (mm) di tingkat-x
- $\delta_{avg}$  = rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x
- $\theta$  = koefisien stabilitas untuk pengaruh P-Delta
- $\rho$  = faktor redundansi struktur
- $\lambda$  = faktor pengaruh waktu
- $\Omega_0$  = faktor kuat lebih
- $\Psi$  = faktor tanpa dimensi, fungsi dari angka poisson

## Bahan

- $f_y$  = kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan non-prategang, Mpa

## Persyaratan keawetan beton

- $f_c$  = kuat tekan beton yang disyaratkan, Mpa

## Detail penulangan

- $d$  = jarak dari serat tekan terluar terhadap titik berat tulangan tarik, mm
- $d_b$  = diameter nominal batang tulangan, kawat, atau strand prategang, mm
- $ld$  = panjang penyaluran, mm

## Analisis dan perencanaan

- $A_s$  = luas tulangan tarik non-prategang, mm<sup>2</sup>

- $A_s'$  = luas tulangan tekan, mm<sup>2</sup>  
 $b$  = lebar muka tekan komponen struktur, mm  
 $d$  = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm  
 $E_c$  = modulus elastisitas beton, Mpa  
 $E_s$  = modulus elastisitas tulangan, Mpa  
 $L_n$  = bentang bersih untuk momen positif atau geser dan rata-rata dari bentang- bentang bersih yang bersebelahan untuk momen negatif  
 $W_u$  = beban terfaktor per unit panjang dari balok atau per unit luas pelat  
 $\beta_1$  = faktor yang didefinisikan  
 $\rho$  = rasio tulangan tarik non-prategang  
 $\phi$  = faktor reduksi kekuatan.

#### **Ketentuan mengenai kekuatan dan kemampuan layan**

- $A_g$  = luas bruto penampang, mm<sup>2</sup>  
 $P_b$  = kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang, N  
 $P_n$  = kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan, N  
 $P_u$  = kuat tekan aksial perlu pada eksentrisitas yang diberikan,  $\leq \phi P_n$

#### **Beban lentur dan aksial**

- $A_{s\ min}$  = luas minimum tulangan lentur, mm<sup>2</sup>  
 $A_{st}$  = luas total tulangan longitudinal (batang tulangan atau baja profil)  
 $A_1$  = luas daerah yang dibebani  
 $A_2$  = luas maksimum dari sebagian permukaan pendukung yang secara geometris serupa dan konsentris dengan daerah yang dibebani, mm<sup>2</sup>  
 $b_w$  = lebar badan, mm  
 $C_m$  = suatu faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan suatu diagram momen merata ekuivalen  
 $EI$  = kekakuan lentur komponen struktur tekan, N-mm<sup>2</sup>  
 $f_s$  = tegangan dalam tulangan yang dihitung pada kondisi beban kerja, MPa  
 $h$  = tinggi total komponen struktur, mm  
 $M_u$  = momen terfaktor pada penampang, N-mm  
 $V_u$  = gaya lintang horizontal terfaktor pada suatu lantai, N  
 $Z$  = besaran pembatas distribusi tulangan lentur.  
 $\delta_s$  = faktor pembesar momen

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Brosur Bata Ringan

**Lampiran 2.** Data Tanah

**Lampiran 3.** Simpangan

**Lampiran 4.** Berat Struktur

**Lampiran 5.** Nilai  $F_x$  dan  $F_y$

**Lampiran 6.** Momen pada pelat yang ditinjau

**Lampiran 7.** Aksial kolom tinjauan

**Lampiran 8.** Geser kolom tinjauan

**Lampiran 9.** Momen kombinasi 1 dan 2

**Lampiran 10.** Geser balok akibat gravitasi /GRAFF (1,2 D + 1,0 L)

**Lampiran 11.** Mpr Kolom

**Lampiran 12.** Gambar