

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PERKULIAHAN  
KAMPUS 3 INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN Dr.  
SOEPRAOEN MENGGUNAKAN SRPMK**

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



**Disusun Oleh :**

**YANDRA BILI**

**1921047**

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

**2023**



**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**  
**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PERKULIAHAN**  
**KAMPUS 3 INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN Dr.**  
**SOEPRAOEN MENGGUNAKAN SRPMK**

**Disusun Oleh :**

**Yandra Bili**

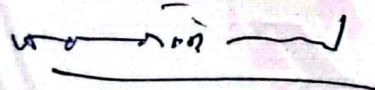
**1921047**

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan  
Pada Tanggal 06 September 2023

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**Ir. Sudirman Indra, M. Sc**

NIP. Y. 1018300054

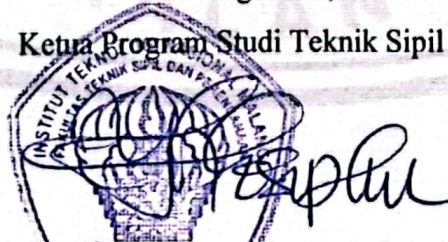


**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT**

NIP. P. 1030300383

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



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

NIP. P. 1030300383

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**  
**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PERKULIAHAN**  
**KAMPUS 3 INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN Dr.**  
**SOEPRAOEN MENGGUNAKAN SRPMK**

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir Jenjang S-1 dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat untuk menulis Tugas Akhir.

**Disusun Oleh :**

**Yandra Bili**

**1921047**

Malang, November 2023

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

  
**Mohammad Erfan, ST., MT**

NIP. P. 1031500508

  
**Vega Aditama, ST., MT**

NIP. P. 1031900559

**Disahkan Oleh :**

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1

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

NIP. P. 1030300383

  
**Nenny Roostrianawaty, ST., MT**

NIP. P. 1031700533



## LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yandra Bili  
NIM : 19.21.047  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul:

### **STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PERKULIAHAN KAMPUS 3 INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN Dr. SOEPROAEN MENGGUNAKAN SRPMK**

Adalah sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya 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 disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam 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 10).

Malang, 14 November 2023

Yang membuat pernyataan

  
  
**Yandra Bili**

**NIM 19.21.047**

## ABSTRAK

### **“STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PERKULIAHAN KAMPUS 3 INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN Dr. SOEPRAOEN MENGGUNAKAN SRPMK”**

Oleh: Yandra Bili (1921047). Pembimbing I: Ir. Sudirman Indra, M.Sc. Pembimbing II: Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Gedung Perkuliahan Kampus 3 Institut Teknologi dan Sains Kesehatan Malang merupakan salah satu gedung perkuliahan yang ada di Malang. Ditinjau dari posisinya daerah Malang berada pada zona rawan gempa. Desain struktur yang direncanakan adalah gedung bertingkat dengan material beton bertulang menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. Perencanaan harus memenuhi standar peraturan SNI 1727:2020 untuk beban gravitasi, SNI 1726:2019 untuk Pembebanan gempa dan SNI 2847:2019 untuk desain beton bertulang. Dari hasil perencanaan diperoleh dimensi pelat lantai = 125 mm dengan penulangan D10 – 150 mm. Dimensi balok didapatkan B47 dan B36. Hasil perhitungan penulangan pada balok ditinjau pada beam 36 story 3 dengan tulangan logitudal atas 10 D25 dan bawah 5 D25 untuk tumpuan kiri, tulangan longitudinal atas 9 D25 dan bawah 5 D25 untuk tumpuan kiri, sedangkan daerah lapangan didapat tulangan atas 5 D25 dan bawah 5 D25. Tulangan transversal pada balok dipakai D13 – 100 mm untuk daerah sendi plastis dan D13 – 100 mm untuk daerah luar sendi plastis. Pada tulangan samping di beri tulangan ekstra 4 D22. Pendimensian pada kolom didapatkan kolom 60 x 60 cm. Hasil penulangan pada kolom ditinjau pada C26 story 1 dengan tulangan longitudinal 28 D25. Tulangan transversal daerah sendi plastis arah x dan y dipakai 4 kaki D10 – 100 mm, sedangkan daerah luar sendi plastis arah x dan y dipakai 4 kaki D10 – 150 mm. Penulangan pada daerah hubungan balok kolom menggunakan pengekang vertikal berupa tulangan longitudinal kolom 28 D25 dan pengekang horizontal arah x dan y menggunakan 8 kaki D10 dengan jumlah 6 lapis.

Kata kunci: SRPM, Longitudinal, Transversal, HBK, dan Pengekang

## KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik. Adapun penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Perencanaan Struktur Atas Gedung Perkuliahan Kampus 3 Institut Teknologi Nasional Sains dan Kesehatan Dr. Soepraoen Menggunakan SRPMK”.

Penulis mengucapkan terima kasih atas segala dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini kepada:

1. Bapak **Awan Uji Krismanto, ST., MT., PhD**, Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak **Dr. Ir. Hery Setyo Budiarmo, M.Sc**, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak **Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT**, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak **Ir. Sudirman Indra, M. Sc**, Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak **Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT**, Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Teman – teman Rakat Sipil 19 yang setia menemani.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang bermanfaat dari para pembaca sangat diharapkan. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberi kontribusi bagi terselenggaranya pendidikan yang berkualitas.

Malang, 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Identifikasi Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Rumusan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Tujuan Studi .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Manfaat Studi .....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Batasan Masalah.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Studi Terdahulu .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen.....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa .....	8
2.2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah .....	8

2.2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	8
<b>2.3 Perencanaan Pelat Lantai.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Perencanaan Balok.....</b>	<b>10</b>
2.4.1 Dimensi Balok.....	10
2.4.2 Syarat Tulangan Longitudinal Balok .....	11
2.4.3 Desain Balok Persegi .....	13
2.4.4 Desain Balok T.....	15
2.4.4 Tulangan Tranversal Balok.....	19
2.4.5 Desain Tulangan Terhadap Torsi.....	21
<b>2.5 Perencanaan Kolom .....</b>	<b>22</b>
2.5.1 Syarat Dimensi Penampang Kolom .....	22
2.5.2 Kekuatan Lentur Minimum Kolom.....	23
2.5.3 Syarat Penulangan Longitudinal Kolom .....	23
2.5.4 Analisis Tulangan Longitudinal Kolom.....	24
2.5.5 Pembesaran Momen Kolom.....	31
2.5.6 Tulangan Transversal Kolom.....	33
<b>2.6 Perencanaan Hubungan Balok Kolom .....</b>	<b>36</b>
<b>2.7 Pembebanan Pada Struktur .....</b>	<b>38</b>
2.7.1 Beban Mati .....	38
2.7.2 Beban Mati Tambahan (Super Imposed Dead Load).....	39
2.7.3 Beban Hidup .....	39
2.7.4 Beban Gempa .....	39
<b>2.8 Kombinasi Pembebanan .....</b>	<b>55</b>



<b>BAB III METODOLOGI PERENCANAAN .....</b>	<b>56</b>
<b>3.1 Data Perencanaan.....</b>	<b>56</b>
3.1.1 Data Teknis Bangunan .....	56
3.1.2 Lokasi Bangunan.....	56
<b>3.2 Tahap Perencanaan .....</b>	<b>57</b>
3.2.1 Studi Literatur .....	57
3.2.2 Analisis Pembebanan .....	57
3.2.3 Analisis Struktur .....	57
3.2.4 Pemeriksaan Hasil Output.....	57
3.2.5 Bagan Alir/ Flowchart.....	58
<b>BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1 Perencanaan Awal Dimensi Struktur.....</b>	<b>62</b>
4.1.1 Perencanaan Awal Dimensi Balok.....	62
4.1.2 Perencanaan Awal Dimensi Kolom .....	65
4.1.3 Perencanaan Awal Dimensi Pelat .....	65
<b>4.2 Perhitungan Pembebanan .....</b>	<b>72</b>
4.2.1 Beban Mati.....	72
4.2.2 Beban Mati Tambahan Pelat .....	73
4.2.3 Beban Mati Tambahan Dinding .....	73
4.2.4 Beban Hidup .....	77
<b>4.3 Perhitungan Beban Gempa .....</b>	<b>77</b>
4.3.1 Perhitungan Beban Gempa Tiap Lantai .....	80
4.3.2 Perhitungan Manual Beban Gempa .....	91

4.3.3 Desain Respon Spektrum .....	99
4.3.4 Periode Fundamental Struktur .....	101
<b>4.4 Kombinasi Pembebanan.....</b>	<b>108</b>
<b>4.5 Kontrol Hasil Analisa E-tabs .....</b>	<b>111</b>
4.5.1 Kontrol Nilai Gaya Geser (Base Shear).....	111
4.5.2 Kontrol Partisipasi Massa .....	112
4.5.3 Kontrol Simpangan .....	113
4.5.4 Pengaruh P – Delta.....	116
4.5.5 Eksentrisitas .....	118
<b>4.6 Perhitungan Penulangan Pelat Lantai .....</b>	<b>122</b>
4.6.1 Data Perencanaan.....	122
4.6.2 Output Momen Pelat Lantai .....	122
4.6.3 Desain Penulangan .....	124
4.6.4 Perhitungan Kapasitas Desain Tulangan Tumpuan Arah X .....	126
4.6.5 Perhitungan Kapasitas Desain Tulangan Lapangan Arah X.....	130
4.6.6 Perhitungan Kapasitas Desain Tulangan Tumpuan Arah Y .....	131
4.6.7 Perhitungan Kapasitas Desain Tulangan Lapangan Arah Y .....	135
<b>4.7 Perhitungan Penulangan Balok 40/70 .....</b>	<b>137</b>
4.7.1 Perhitungan Penulangan Pada Kondisi Momen Maksimum.....	138
4.7.2 Perhitungan Penulangan Tumpuan Kiri.....	141
4.7.3 Perhitungan Penulangan Tumpuan Kanan .....	152
4.7.4 Perhitungan Penulangan Lapangan .....	163
4.7.5 Perhitungan Momen Ujung Balok (Mpr Balok) .....	172

4.7.6 Perhitungan Beban yang Bekerja Pada Balok 40/70.....	192
4.7.6 Perhitungan Penulangan Geser Balok.....	195
4.7.7 Kontrol Penulangan Torsi Balok.....	209
4.7.9 Pendetailan Penulangan Balok.....	216
<b>4.8 Penulangan Kolom 60 x 60 cm.....</b>	<b>220</b>
4.8.1 Kondisi Sentris.....	223
4.8.2 Kondisi Seimbang (cb).....	223
4.8.3 Kondisi Patah Desak ( $c > c_b$ ).....	228
4.8.4 Kondisi Patah Tarik ( $c < c_b$ ).....	234
4.8.5 Kondisi Lentur Murni .....	239
4.8.6 Perhitungan Pembesaran Momen Kolom .....	248
4.8.8 Desain Penulangan Transversal Kolom.....	262
<b>4.9 Pendetailan Penulangan Kolom.....</b>	<b>271</b>
<b>4.10 Persyaratan Strong Column Weak Beam (SCWB) .....</b>	<b>274</b>
<b>4.11 Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint) .....</b>	<b>277</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>287</b>
5.1 Kesimpulan .....	287
5.2 Saran .....	288
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>289</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang .....	9
Tabel 2.3 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior .....	9
Tabel 2.4 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya.....	10
Tabel 2.5 Batasan dimensi lebar sayap efektif untuk Balok-T .....	15
Tabel 2.6 Koordinat ( $M_n$ , $P_n$ ) diagram interaksi .....	30
Tabel 2.7 Tulangan transversal kolom sistem rangka pemikul momen khusus.....	36
Tabel 2.8 Kekuatan Geser Nominal Joint $V_n$ .....	37
Tabel 2.9 Kategori resiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa.....	43
Tabel 2.10 Faktor keutamaan gempa .....	43
Tabel 2.11 Klasifikasi Situs Tanah .....	44
Tabel 2.12 Koefisien situs, $F_a$ .....	44
Tabel 2.13 Koefisien situs, $F_v$ .....	45
Tabel 2.14 KDS berdasarkan SDS .....	46
Tabel 2.15 KDS berdasarkan SD1 .....	46
Tabel 2.16 Faktor $R$ , $C_d$ , $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik.....	47
Tabel 2.17 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	49
Tabel 2.18 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung.....	50
Tabel 4.1 Hasil pendimensian balok dan sloof.....	65
Tabel 4.2 Beban hidup .....	77
Tabel 4.3 Rekapitulasi Berat Struktur Tiap Lantai .....	90
Tabel 4.4 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa .....	94
Tabel 4.5 Faktor keutamaan gempa .....	94
Tabel 4.6 Klasifikasi situs tanah .....	95
Tabel 4.7 Koefisien situs, $F_a$ .....	95

Tabel 4.8 Koefisien situs, $F_v$ .....	96
Tabel 4.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek .....	98
Tabel 4.10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	98
Tabel 4.11 Rekapitulasi Parameter Beban Gempa.....	99
Tabel 4.12 Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	101
Tabel 4.13 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	102
Tabel 4.14 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik.....	103
Tabel 4.15 Berat Seismik Struktur ( $W$ ).....	105
Tabel 4.16 Faktor Distribusi Vertikal .....	108
Tabel 4.17 Hasil penjumlahan base shear untuk masing-masing gempa.....	111
Tabel 4. 18 Modal Participating Mass Ratios .....	113
Tabel 4.19 Kontrol Simpangan .....	113
Tabel 4.20 Kontrol Simpangan Arah X .....	115
Tabel 4.21 Kontrol Simpangan Arah Y .....	115
Tabel 4.22 Story Force ( $P_x$ ).....	117
Tabel 4.23 Story Force ( $V_x$ dan $V_y$ ).....	117
Tabel 4.24 Kontrol P – Delta Arah X .....	117
Tabel 4.25 Kontrol P – Delta Arah Y .....	118
Tabel 4.26 Center Of Mass And Rigidity .....	118
Tabel 4.27 Eksentrisitas Teoritis.....	119
Tabel 4.28 Koordinat Pusat Massa Rencana.....	121
Tabel 4.29 Momen pelat lantai.....	123
Tabel 4.30 Rekapitulasi penulangan pelat lantai .....	136
Tabel 4.31 Penulangan Balok .....	171
Tabel 4.32 Syarat Kekuatan Geser Balok .....	199
Tabel 4.33 Detail Bengkokan Tulangan Balok.....	219
Tabel 4.34 Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ variasi penulangan 16 D25.....	245

Tabel 4.35 Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ variasi penulangan 20 D25 .....	245
Tabel 4.36 Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ variasi penulangan 24 D25 .....	245
Tabel 4.37 Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ variasi penulangan 28 D25 .....	246
Tabel 4.38 Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ variasi penulangan 32 D25 .....	246
Tabel 4.39 Momen setelah pembesaran .....	260
Tabel 4.40 Detail Bengkokan Tulangan Kolom .....	273



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Gedung Perkuliahan Kampus 3 ITSK.....	2
Gambar 1.2 Mekanisme Kolom Kuat Balok Lemah (a) dan Balok Kuat Kolom Lemah (b). 3	
Gambar 2.1 Distribusi Tegangan dan Regangan Balok Bertulangan Tunggal .....	12
Gambar 2.2 Distribusi Tegangan dan Regangan Balok Bertulangan Rangkap .....	13
Gambar 2.3 Gambar analisis dan desain balok persegi.....	13
Gambar 2.4 Analisis balok T dengan pelat dua sisi .....	16
Gambar 2.5 Analisis balok T dengan pelat satu sisi .....	16
Gambar 2.6 Diagram tegangan – regangan momen negatif.....	17
Gambar 2.7 Diagram tegangan – regangan momen positif.....	18
Gambar 2.8 Skema gaya geser desain.....	21
Gambar 2.9 Penampang kolom persegi .....	23
Gambar 2.10 Jarak antar tulangan pada kolom.....	24
Gambar 2.11 Diagram tegangan-regangan pada kolom.....	24
Gambar 2.12 Diagram Interaksi kolom.....	31
Gambar 2.13 Nilai k portal bergoyang.....	32
Gambar 2.14 Penulangan transversal pada kolom .....	34
Gambar 2.15 Geser Desain Untuk Kolom .....	35
Gambar 2.16 Luas Hubungan Balok Kolom (Joint) Efektif.....	38
Gambar 2.17 Peta respon spektrum percepatan 0,2 detik (S <sub>s</sub> ).....	40
Gambar 2.18 Peta responspektrum percepatan 1 detik (S <sub>1</sub> ) .....	41
Gambar 2.19 Peta transisi periode panjang, TL, wilayah Indonesia.....	42
Gambar 2.20 Spektrum respons desain.....	53
Gambar 2.21 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	54
Gambar 3.1 Lokasi Gedung Perkuliahan Kampus 3 ITSK.....	56
Gambar 3.2 Bagan Alir Studi Perencanaan.....	61
Gambar 4.1 Denah pelat lantai yang ditinjau.....	65
Gambar 4.2 Balok T dengan pelat kedua sisi.....	66

Gambar 4.3 Denah pelat lantai.....	79
Gambar 4.4 Pembagian beban gempa tiap lantai .....	80
Gambar 4.5 Peta respon spektrum percepatan 0,2 detik (Ss).....	91
Gambar 4.6 Peta respon spektrum percepatan 1 detik (S1) .....	92
Gambar 4.7 Peta transisi periode panjang, TL, wilayah Indonesia.....	93
Gambar 4.8 Grafik Respons Spektrum (Tanah Sedang) Gedung Perkuliahan Kampus ITSK Malang.....	101
Gambar 4.9 Diagram momen pelat lantai .....	123
Gambar 4.10 Dimensi pelat.....	124
Gambar 4.11 Diagram Tegangan dan Regangan Daerah Tumpuan Arah X.....	128
Gambar 4.12 Diagram Tegangan dan Regangan Daerah Lapangan Arah X .....	130
Gambar 4.13 Diagram Tegangan dan Regangan Daerah Tumpuan Arah Y.....	133
Gambar 4.14 Diagram Tegangan dan Regangan Daerah Lapangan Arah Y .....	135
Gambar 4.15 Penulangan balok kondisi momen maksimum.....	138
Gambar 4.16 Diagram momen tumpuan kiri .....	141
Gambar 4.17 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan kiri .....	141
Gambar 4.18 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif tumpuan kiri .....	147
Gambar 4.19 Diagram momen tumpuan kanan .....	152
Gambar 4.20 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan kanan .....	153
Gambar 4.21 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif tumpuan kanan .....	158
Gambar 4.22 Diagram momen lapangan .....	163
Gambar 4.23 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif lapangan ....	163
Gambar 4.24 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif lapangan ...	167
Gambar 4.25 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan kiri .....	172

Gambar 4.26 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif tumpuan kiri .....	177
Gambar 4.27 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan kanan .....	182
Gambar 4.28 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif tumpuan kanan .....	187
Gambar 4.29 Perataan beban balok 40/70.....	192
Gambar 4.30 Skema gaya geser balok apabila struktur bergoyang ke kiri.....	196
Gambar 4.31 Skema gaya geser akibat goyangan ke kanan .....	198
Gambar 4.32 Detail Tulangan Tranversal Daerah Sendi Plastis Tumpuan kanan ....	202
Gambar 4.33 Detail Tulangan Tranversal Daerah Sendi Plastis Tumpuan kiri.....	204
Gambar 4.34 Detail Tulangan Tranversal Daerah Luar Sendi Plastis Tumpuan Kiri .....	206
Gambar 4.35 Detail Tulangan Tranversal Daerah Luar Sendi Plastis Tumpuan Kanan .....	208
Gambar 4.36 Skema Xob dan Yob .....	211
Gambar 4.37 Detail Penulangan Momen Torsi.....	216
Gambar 4.38 Penampang kolom 60 x 60 .....	221
Gambar 4.39 Jarak tulangan longitudinal K1 60 x 60 .....	221
Gambar 4.40 Diagram tegangan regangan kondisi seimbang.....	224
Gambar 4.41 Diagram tegangan regangan kondisi patah desak .....	229
Gambar 4.42 Diagram tegangan regangan kondisi patah tarik .....	234
Gambar 4.43 Diagram tegangan regangan kondisi lentur murni .....	241
Gambar 4.44 Diagram Interaksi Arah X.....	246
Gambar 4.45 Diagram Interaksi Arah Y .....	247
Gambar 4.46 Skema Perhitungan Pengaruh Kelangsingan Kolom .....	248
Gambar 4.47 Faktor panjang efektif kolom tak bergoyang, k arah X.....	254
Gambar 4.48Faktor panjang efektif kolom tak bergoyang, k arah Y.....	255
Gambar 4.49 Diagram interaksi kolom arah X setelah pembesaran momen .....	261



Gambar 4.50 Diagram interaksi kolom arah Y setelah pembesaran momen .....	261
Gambar 4.51 Penulangan transversal kolom daerah sendi plastis .....	268
Gambar 4.52 Penulangan transversal kolom daerah luar sendi plastis.....	271
Gambar 4.53 Hubungan Balok dan Kolom.....	274
Gambar 4.54 Diagram HBK Arah Sumbu X .....	275
Gambar 4.55 Diagram HBK Arah Sumbu Y .....	276
Gambar 4.56 Luas Hubungan Balok Kolom ( <i>Joint</i> ) Efektif.....	277
Gambar 4.57 Gambar Penulangan HBK Arah X.....	282
Gambar 4.58 Gambar Penulangan HBK Arah Y .....	286

## DAFTAR NOTASI

- $a$  = Tinggi daerah tekan beton, mm
- $A_{cv}$  = Luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan dan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau, mm<sup>2</sup>
- $A_{cp}$  = Luas dibatasi oleh keliling luar penampang beton, mm<sup>2</sup>
- $A_g$  = Luas bruto penampang beton, mm<sup>2</sup>
- $A_j$  = Luas efektif joint, mm<sup>2</sup>
- $A_o$  = Luas bruto yang dilingkupi oleh lintasan alir geser, mm<sup>2</sup>
- $A_{sh}$  = Luas penampang total tulangan transversal (termasuk ikat silang) dalam spasi  $s$ , mm<sup>2</sup>
- $A_{st}$  = Luas total tulangan longitudinal nonprategang (batang tulangan), mm<sup>2</sup>
- $A_{oh}$  = Luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar, mm<sup>2</sup>
- $A_{smin}$  = Luas tulangan minimum, mm<sup>2</sup>
- $\alpha_m$  = Nilai rata-rata  $\alpha_f$  untuk semua balok pada tepi panel
- $\beta_1$  = Faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
- $b$  = Lebar muka tekan komponen struktur, mm
- $b_{eff}$  = Lebar sayap efektif penampang T, mm
- $b_w$  = Lebar badan, tebal dinding, atau diameter penampang lingkaran, mm
- $c$  = Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral, mm
- $C_s$  = Koefisien respons seismik
- $d$  = Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal, mm
- $D$  = Beban mati
- $E$  = Beban gempa
- $E_c$  = Modulus elastisitas beton, MPa
- $E_s$  = Modulus elastisitas tulangan, MPa
- $E_x$  = Pengaruh beban gempa sumbu X

$E_y$	= Pengaruh beban gempa sumbu Y
$E_h$	= Pengaruh beban seismik horizontal
$E_v$	= Pengaruh beban seismik vertikal
$f_c'$	= Kuat tekan beton, MPa
$f_s$	= Tegangan tarik yang dihitung dalam tulangan saat beban layan, MPa
$f_y$	= Kuat leleh tulangan, MPa
$f_{yt}$	= Kuat leleh tulangan transversal, MPa
$h$	= Tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
$h_{sx}$	= Tinggi tingkat untuk tingkat x, mm
$k_f$	= Faktor kekuatan beton
$k_n$	= Faktor efektifitas pengekang
$L$	= Beban hidup
$\ell_n$	= Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm
$\ell_o$	= Panjang sendi plastis kolom, mm
$M_n$	= Momen nominal, Nmm
$M_{nb}$	= Momen nominal balok, Nmm
$M_{nc}$	= Momen nominal kolom, Nmm
$M_{pr}$	= Kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, dengan tegangan tarik sebesar $1,25f_y$ , Nmm
$N_u$	= Gaya aksial terfaktor tegak lurus terhadap penampang yang terjadi serentak dengan $V_u$ atau $T$
$P_{cp}$	= Keliling penampang luar beton, mm
$P_h$	= Keliling garis pusat tulangan torsi, mm
$P_n$	= Kekuatan aksial nominal, N
$P_{nb}$	= Kekuatan aksial nominal kondisi seimbang, N
$P_o$	= Kekuatan aksial nominal pada eksentrisitas nol, N
$P_u$	= Gaya aksial terfaktor, N
$Q_E$	= Pengaruh gaya seismik horizontal dari $V$ atau $F_p$

$s$	= Spasi tulangan, mm
SDS	= Parameter percepatan respons spektral desain pada periode pendek
$s_o$	= Spasi pusat ke pusat tulangan transversal dalam panjang $\ell_o$ mm
$T_{th}$	= Ambang batas torsi, Nmm
$T_n$	= Kekuatan torsi nominal, Nmm
$T_u$	= Momen torsi terfaktor, Nmm
$V$	= Gaya geser dasar statis ekuivalen, kN
$V_e$	= Gaya geser desain untuk kombinasi pembebanan termasuk pengaruh gempa, N
$V_c$	= Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton, N
$V_s$	= Kekuatan geser nominal yang diberikan oleh penulangan geser, N
$V_n$	= Kekuatan geser nominal, N
$V_t$	= Gaya geser dasar dinamis linier, kN
$V_u$	= Gaya geser terfaktor, N
$W$	= Berat seismik
$\rho$	= Rasio As terhadap $bd$
$\rho_{min}$	= Rasio tulangan minimum
$\rho_{max}$	= Rasio tulangan maksimum
$\emptyset$	= Faktor reduksi kekuatan
$\Delta_i$	= Simpangan antar lantai
$\Delta_a$	= Simpangan ijin
$\epsilon_c$	= Regangan beton
$\epsilon_s$	= Regangan tulangan