

**STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG  
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS  
PADA GEDUNG 1 TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA MALANG**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**Oleh:**

**Arianne Rafinda M.**

**NIM 1821101**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
MALANG**

**2024**

**LEMBAR PESETUJUAN**

**STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG  
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS  
PADA GEDUNG 1 TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA MALANG**

**Oleh:**

**Arianne Rafinda M.**

**NIM 1821101**

**Telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan**

**Pada Tanggal 12 Februari 2024**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



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

**NIP. P. 1030300383**

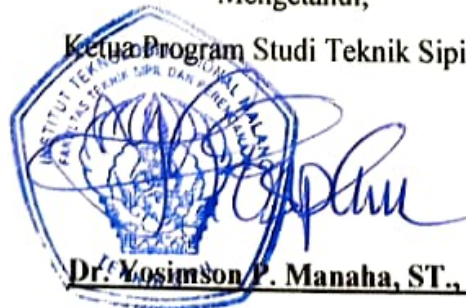


**Mohammad Erfan, ST., MT.**

**NIP. P. 1031500508**

**Mengetahui,**

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



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

**NIP. P. 1030300383**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA GEDUNG  
I TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

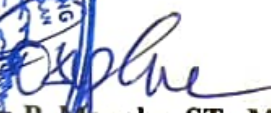
Tugas Akhir ini telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir jenjang S-1 pada tanggal 12 Februari 2024 dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

**disusun oleh:**

**Arianne Rafinda M.**

**NIM 1821101**

**Disahkan Oleh:**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**  
  
**Dr. Yosmison P. Manaha, ST., MT.**

**NIP. P. 1030300383**

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




**Nenny Roostrianawaty, ST., MT.**

**NIP. P. 1031700533**

**Anggota Penguji:**

**Dosen Penguji I**

  
**Ir. Ester Priskasari, MT.**

**NIP. P. 1039400265**

**Dosen Penguji II**

  
**Ir. Bambang Wedyantadji, MT.**

**NIP. P. 1018500093**

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

**2024**

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan YME, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tahap demi tahap Tugas Akhir ini dengan baik dan benar.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk menulis Tugas Akhir pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
2. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
3. Bapak Mohammad Erfan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
4. Kedua orang tua, keluarga dan seluruh teman-teman yang senantiasa memberikan support baik moral maupun materil dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Ikatan Alumni Teknik Sipil ITN Malang yang telah memberikan bantuan dana.

Walaupun demikian, penulis menyadari berusaha semaksimal mungkin demi kesempurnaan penyusunan Tugas Akhir ini. Saran dan kritik yang sifatnya membangun begitu diharapkan oleh penulis.

Malang, Februari 2024

Penyusun

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arianne Rafinda M

NIM : 1821101

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA GEDUNG 1 TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

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 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, .....<sup>21</sup> Februari 2024

Yang membuat pernyataan



METER  
TEMPER  
583AJX435624411

Arianne Rafinda M

NIM. 1821101

## ABSTRAK

### **STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA GEDUNG 1 TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

Arianne Rafinda M, 1821101, Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., Mohammad Erfan, ST., MT., Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Dari tahun ke tahun keterbatasan luas lahan termasuk masalah utama dalam pengadaan bangunan infrastruktur, maka mulai diterapkan untuk pembangunan secara vertikal di kota-kota.

Dengan kemajuan teknologi dan pengetahuan, mengakibatkan adanya perubahan dalam peraturan struktural dan kegunaan. Adanya perubahan tersebut memungkinkan perlunya penghitungan ulang struktur gedung eksisting sesuai dengan peraturan terkini.

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa menggunakan program bantu *ETABS*, gedung eksisting yang ditinjau menggunakan rangka beton bertulang pemikul momen khusus didapatkan hasil tulangan yang digunakan pada elemen pelat lantai menggunakan Wiremesh M10 dengan jarak 150, tulangan balok B1 dengan formasi untuk tumpuan tulangan atas 8 D22 dan tulangan bawah 4 D22, untuk lapangan tulangan atas 4D22 dan tulangan bawah 8 D22, kolom dengan formasi tulangan 28 D25, dan diperlukan formasi tulangan 8 lapis 2 kaki D13 untuk hubungan balok kolom

Kata kunci: Struktur Gedung, Beton Bertulang, Pemikul Momen Khusus

## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PESETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Maksud dan Tujuan .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Manfaat Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Studi Terdahulu .....	6
2.2 Filosofi Desain Bangunan Tahan Gempa.....	9
2.3 Daktilitas Struktur .....	10
2.4 Beton .....	10
2.5 Pembebanan Pada Struktur.....	11
2.5.1 Beban Mati .....	11
2.5.2 Beban Hidup .....	11
2.5.3 Beban Gempa .....	16
2.5.3.1 Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan .....	17
2.5.3.2 Klasifikasi Situs untuk Desain Seismik .....	19

2.5.3.3	Peta-peta Gerak Tanah Seismik dan Koefisien Risiko .....	20
2.5.3.4	Koefisien-koefisien Situs dan Paramater-parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) .....	21
2.5.3.5	Parameter Percepatan.....	23
2.5.3.6	Kategori Desain Seismik .....	23
2.5.4	Sistem Struktur.....	24
2.6	Metode Analisis Beban Gempa.....	24
2.6.1	Analisis Dinamik Ragam Respons Spektrum .....	24
2.6.2	Analisis Statik Ekuivalen.....	26
2.6.2.1	Penentuan Periode.....	26
2.6.2.2	Periode Fundamental Pendekatan.....	27
2.6.2.3	Perhitungan Koefisien Respons Seismik .....	28
2.6.2.4	Geser Dasar Seismik ( <i>Base Shear</i> ).....	28
2.6.2.5	Penskalaan Gaya.....	29
2.6.2.6	Distribusi Vertikal Gaya Seismik .....	29
2.7	Kombinasi Pembebanan .....	29
2.8	Kontrol Perilaku Struktur .....	31
2.8.1	Partisipasi Massa.....	31
2.8.2	Simpangan Antar Tingkat .....	31
2.8.3	Pengaruh P-delta .....	32
2.8.4	Eksentrisitas dan Torsi .....	32
2.8.4.1	Torsi Bawaan .....	32
2.8.4.2	Torsi Tak Terduga .....	32
2.8.5	Ketidakteraturan .....	33
2.8.5.1	Ketidakteraturan Horizontal.....	33
2.8.5.2	Ketidakteraturan Vertikal.....	36
2.9	Perencanaan Pelat Lantai.....	39
2.10	Perencanaan Balok .....	42
2.10.1	Konstruksi Balok-T.....	42
2.10.2	Tulangan Longitudinal Balok .....	44



2.10.3	Tulangan Transversal Balok .....	48
2.10.4	Desain Balok Terhadap Torsi.....	51
2.11	Perencanaan Kolom.....	52
2.11.1	Batasan Dimensi Kolom .....	52
2.11.2	Batasan Dimensi Kolom .....	52
2.11.3	Analisis Penampang Kolom.....	54
2.11.4	Tulangan Transversal Kolom.....	56
2.12	Perencanaan Hubungan Balok Kolom .....	59
<b>BAB III METODE PERENCANAAN .....</b>		<b>63</b>
3.1	Data-Data Perencanaan .....	63
3.1.1	Data Teknis Bangunan .....	63
3.1.2	Mutu Bahan Bangunan.....	63
3.1.3	Lokasi Bangunan.....	63
3.2	Teknik Pengumpulan Data .....	64
3.3	Tahapan Perencanaan .....	64
3.3.1	Studi Literatur .....	64
3.3.2	Pengumpulan Data Perencanaan .....	64
3.3.3	Analisis Pembebanan .....	64
3.3.4	Analisis Struktur (Pemodelan Struktur).....	65
3.3.5	Pemeriksaan Hasil Output.....	65
3.4	Diagram Alir.....	66
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>68</b>
4.1	Perencanaan Dimensi Komponen Struktur .....	68
4.1.1	Dimensi Balok.....	68
4.1.2	Dimensi Kolom .....	68
4.1.3	Dimensi Pelat Lantai .....	68
4.2	Perhitungan Pembebanan .....	78
4.2.1	Beban Mati .....	78
4.2.1.1	Beban Sendiri Struktur.....	79
4.2.1.2	Beban Mati Tambahan pada Atap dan Pelat.....	79
4.2.1.3	Beban Mati Tambahan Akibat Dinding.....	80

4.2.2	Beban Hidup .....	118
4.2.2.1	Beban Hidup Tereduksi .....	121
4.2.3	Massa Bangunan .....	124
4.2.4	Beban Gempa .....	161
4.2.4.1	Menentukan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	161
4.2.4.2	Menentukan Faktor Keutamaan Gempa .....	163
4.2.4.3	Menentukan Klasifikasi Situs untuk Desain Seismik.....	163
4.2.4.4	Menentukan Parameter Gerak Tanah ( $S_S$ ) .....	167
4.2.4.5	Menentukan Parameter Gerak Tanah ( $S_I$ ) .....	167
4.2.4.6	Menentukan Transisi Periode Panjang ( $T_L$ ) .....	168
4.2.4.7	Menentukan Faktor Amplifikasi Getaran Terkait Percepatan pada Getaran Periode Pendek ( $F_a$ ).....	168
4.2.4.8	Menentukan Faktor Amplifikasi Terkait Percepatan yang Mewakili Getaran Periode 1 Detik ( $F_v$ ) .....	169
4.2.4.9	Menentukan Parameter Respons Spektral Percepatan pada Periode Pendek ( $S_{MS}$ ) .....	169
4.2.4.10	Menentukan Parameter Respons Spektral Percepatan pada Periode 1 Detik ( $S_{M1}$ ) .....	169
4.2.4.11	Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain untuk Periode Pendek ( $S_{DS}$ ) .....	170
4.2.4.12	Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain untuk Periode 1 Detik ( $S_{D1}$ ) .....	170
4.2.4.13	Menentukan Kategori Desain Seismik .....	170
4.2.4.14	Rekapitulasi Parameter-Parameter Beban Gempa.....	171
4.2.4.15	Menghitung Nilai Periode $T_0$ .....	171
4.2.4.16	Menghitung Nilai Periode $T_s$ .....	171
4.2.4.17	Menghitung Nilai $S_a$ .....	171
4.2.4.18	Perhitungan Grafik untuk Respons Spektrum .....	172
4.2.4.19	Menentukan Nilai Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ .....	175
4.2.4.20	Menghitung Perioda Fundamental Struktur.....	176
4.2.4.21	Menentukan Periode Fundamental Struktur .....	176

4.2.4.22	Menghitung Gaya Lateral Ekuivalen.....	177
4.2.4.23	Menghitung Nilai <i>Base Shear</i> ( $V$ ).....	179
4.2.4.24	Menghitung Gaya Gempa Lateral ( $F$ ) .....	179
4.3	Eksentrisitas Rencana.....	181
4.4	Kombinasi Beban .....	184
4.5	Partisipasi Massa .....	186
4.6	Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear) Metode Dinamis .....	187
4.7	Kontrol Simpangan.....	188
4.8	Pengaruh P-delta.....	191
4.9	Desain Penulangan Pelat Lantai .....	193
4.9.1	Data Perencanaan .....	193
4.9.2	Output Momen Pelat Lantai .....	194
4.9.3	Desain Penulangan .....	195
4.9.4	Cek Persyaratan Tulangan.....	196
4.9.5	Perhitungan Kapasitas Desain Tulangan Tumpuan Arah X .....	197
4.9.6	Perhitungan Kapasitas Desain Tulangan Lapangan Arah X .....	201
4.9.7	Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai .....	202
4.10	Desain Penulangan Balok.....	202
4.10.1	Desain Penulangan Longitudinal Balok.....	204
4.10.2	Desain Penulangan Geser Balok .....	230
4.11	Desain Penulangan Kolom .....	253
4.11.1	Desain Penulangan Longitudinal Kolom .....	254
4.11.2	Perhitungan Pembesaran Momen Portal Bergoyang.....	295
4.11.3	Desain Penulangan Transversal Kolom .....	314
4.12	Persyaratan <i>Strong Coloumn Weak Beam</i> .....	321
4.13	Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint).....	322
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>		<b>327</b>
5.1	Kesimpulan.....	327
5.2	Saran .....	328
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>329</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>331</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Tampak utara Gedung 1 Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.....	1
Gambar 2. 1 Parameter gerak tanah $S_s$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5%).....	20
Gambar 2. 2 Parameter gerak tanah $S_1$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5%).....	21
Gambar 2. 3 Peta transisi periode panjang $T_L$ , wilayah Indonesia .....	21
Gambar 2. 4 Spektrum respons desain.....	26
Gambar 2. 5 Ketidakberaturan horizontal.....	36
Gambar 2. 6 Ketidakberaturan vertikal.....	38
Gambar 2. 7 Menentukan rasio pelat .....	40
Gambar 2. 8 Balok T pelat satu sisi dan dua sisi .....	43
Gambar 2. 9 Contoh bagian dari pelat yang diikutkan dengan balok untuk desain torsi.....	44
Gambar 2. 10 Diagram tegangan regangan pada balok daerah tumpuan.....	44
Gambar 2. 11 Diagram tegangan regangan pada balok daerah tumpuan.....	46
Gambar 2. 12 Contoh sengkang tertutup (hoop) yang dipasang bertumpuk dan ilustrasi batasan maksimum spasi horizontal penumpu batang longitudinal .....	49
Gambar 2. 13 Skema geser desain untuk balok .....	50
Gambar 2. 14 Penampang kolom persegi .....	53
Gambar 2. 15 Jarak antar tulangan pada kolom.....	53
Gambar 2. 16 Diagram tegangan regangan pada kolom .....	54
Gambar 2. 17 Contoh penulangan transversal pada kolom.....	57
Gambar 2. 18 Skema geser desain untuk kolom .....	58
Gambar 2. 19 Luas hubungan balok kolom (joint) efektif.....	61
Gambar 2. 20 Penulangan pada hubungan balok kolom.....	62

Gambar 3. 1 Lokasi Gedung 1 Teknik Informatika Universitas Brawijaya .....	63
Gambar 3. 2 Diagram alir perencanaan.....	67
Gambar 4. 1 Peninjauan pelat lantai pada daerah yang diarsir .....	69
Gambar 4. 2 Parameter gerak tanah $S_s$ .....	167
Gambar 4. 3 Parameter gerak tanah $S_1$ .....	167
Gambar 4. 4 Peta transisi periode panjang $T_L$ , wilayah Indonesia .....	168
Gambar 4. 5 Grafik simpangan arah x dan y .....	190
Gambar 4. 6 Grafik pengaruh p-delta .....	193
Gambar 4. 7 Distribusi momen pelat lantai .....	194
Gambar 4. 8 Diagram regangan dan tegangan pada daerah tumpuan.....	198
Gambar 4. 9 Diagram regangan tegangan pada daerah lapangan .....	201
Gambar 4. 10 Balok yang ditinjau (B47) Lantai 6.....	203
Gambar 4. 11 Output gaya balok B47.....	204
Gambar 4. 12 Desain tulangan tumpuan momen negatif.....	207
Gambar 4. 13 Diagram tegangan regangan pada daerah $M_t^-$ .....	210
Gambar 4. 14 Desain tulangan tumpuan momen positif.....	212
Gambar 4. 15 Diagram tegangan regangan pada daerah $M_t^+$ .....	216
Gambar 4. 16 Desain tulangan lapangan momen negatif .....	218
Gambar 4. 17 Diagram regangan tegangan pada daerah $M_l^-$ .....	221
Gambar 4. 18 Desain tulangan lapangan momen positif .....	224
Gambar 4. 19 Diagram regangan tegangan pada daerah $M_l^+$ .....	228
Gambar 4. 20 Tributi area wu yang ditinjau .....	231
Gambar 4. 21 Luasan tributi area .....	231
Gambar 4. 22 Gaya geser akibat beban gravitasi .....	236
Gambar 4. 23 Gaya geser akibat beban gravitasi .....	237
Gambar 4. 24 Output gaya axial force P pada ETABS.....	239
Gambar 4. 25 Tulangan transversal pada daerah sendi plastis.....	241
Gambar 4. 26 Tulangan transversal pada daerah luar sendi plastis .....	243
Gambar 4. 27 Jarak daerah tertutup dari garis pusat tulangan transversal.....	245
Gambar 4. 28 Detail penulangan balok.....	250
Gambar 4. 29 Standar bengkokan tulangan .....	252

Gambar 4. 30 Kolom yang ditinjau (C3) lantai 2.....	253
Gambar 4. 31 Output gaya pada kolom (C3) lantai 2 .....	254
Gambar 4. 32 Formasi penulangan kolom K1 .....	255
Gambar 4. 33 Jarak antar tulangan kolom K1.....	255
Gambar 4. 34 Diagram tegangan regangan kolom kondisi patah desak .....	259
Gambar 4. 35 Diagram tegangan regangan kolom kondisi seimbang .....	266
Gambar 4. 36 Diagram tegangan regangan kolom kondisi seimbang $1.25f_y$ .....	273
Gambar 4. 37 Diagram tegangan regangan kolom kondisi patah tarik.....	280
Gambar 4. 38 Diagram tegangan regangan kondisi lentur murni .....	288
Gambar 4. 39 Penentuan nilai k .....	303
Gambar 4. 40 Penentuan nilai k .....	311
Gambar 4. 41 Diagram interaksi K1 arah x .....	313
Gambar 4. 42 Diagram interaksi K1 arah y .....	313
Gambar 4. 43 Kolom K1 .....	317
Gambar 4. 44 Diagram interaksi kolom dengan SCWB .....	321
Gambar 4. 45 Detail penulangan daerah HBK.....	326

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi terdahulu .....	8
Tabel 2. 2 Beban hidup terdistribusi merata minimum, $L_0$ dan beban .....	12
Tabel 2. 3 Faktor elemen beban hidup, $K_{LL}$ .....	16
Tabel 2. 4 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa .....	17
Tabel 2. 5 Faktor keutamaan gempa .....	19
Tabel 2. 6 Klasifikasi situs .....	19
Tabel 2. 7 Penentuan Koefisien situs, $F_a$ .....	22
Tabel 2. 8 Penentuan koefisien situs, $F_v$ .....	22
Tabel 2. 9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek .....	23
Tabel 2. 10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik .....	23
Tabel 2. 11 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik .....	24
Tabel 2. 12 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	27
Tabel 2. 13 Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	27
Tabel 2. 14 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	33
Tabel 2. 15 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	36
Tabel 2. 16 Ketebalan minimum pelat dua arah non prategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya .....	40
Tabel 2. 17 Tulangan transversal untuk kolom sistem rangka pemikul momen... 58	
Tabel 2. 18 Kekuatan geser nominal joint $V_n$ .....	60
Tabel 2. 19 Penentuan koefisien situs, $F_v$ .....	169
Tabel 4. 1 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang.....	69
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Massa Tiap Lantai .....	161
Tabel 4. 3 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa .....	161
Tabel 4. 4 Faktor keutamaan gempa .....	163
Tabel 4. 5 Rekapitulasi data uji SPT sampel 1 .....	164

Tabel 4. 6 Rekapitulasi data uji SPT sampel 2 .....	165
Tabel 4. 7 Klasifikasi situs .....	166
Tabel 4. 8 Penentuan Koefisien situs, $F_a$ .....	168
Tabel 4. 9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek .....	170
Tabel 4. 10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik .....	170
Tabel 4. 11 Rekapitulasi parameter-parameter beban gempa .....	171
Tabel 4. 12 Tabel perhitungan grafik untuk respons spektrum.....	172
Tabel 4. 13 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik .....	175
Tabel 4. 14 Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	176
Tabel 4. 15 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	176
Tabel 4. 16 Berat massa gedung eksisting .....	179
Tabel 4. 17 Faktor distribusi vertikal dan gaya gempa per lantai statis ekuivalen .....	180
Tabel 4. 18 Center of Mass Rigidity .....	181
Tabel 4. 19 Koordinat pusat massa .....	184
Tabel 4. 20 Persentase modal partisi massa .....	186
Tabel 4. 21 Rekapitulasi ragam getar alami.....	187
Tabel 4. 22 Gaya geser dasar sebelum penskalaan gaya.....	187
Tabel 4. 23 Gaya geser dasar setelah penskalaan gaya .....	188
Tabel 4. 24 Kontrol simpangan arah X .....	189
Tabel 4. 25 Kontrol simpangan arah Y .....	190
Tabel 4. 26 Momen balok B47.....	204
Tabel 4. 27 Nilai $\beta_1$ untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen .....	205
Tabel 4. 28 Syarat kekuatan geser balok.....	238
Tabel 4. 29 Detail bengkokan tulangan balok.....	252
Tabel 4. 30 Nilai $\beta_1$ untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen .....	254
Tabel 4. 31 Rekapitulasi pembesaran momen arah x dan y .....	312



## DAFTAR NOTASI

$A_{cp}$	=	luas penampang beton, mm <sup>2</sup>
$A_T$	=	Luas tributari dalam m <sup>2</sup>
$C_c$	=	resultan gaya tekan yang bekerja pada beton
$C_d$	=	faktor pembesaran simpangan lateral
$C_s$	=	koefisien respons seismik yang ditentukan
$C_s$	=	resultan gaya tekan yang bekerja pada tulangan tekan
$C_u$	=	hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
$C_{vx}$	=	faktor distribusi vertikal
$D$	=	pengaruh beban mati
$E$	=	pengaruh beban seismik
$E_c$	=	modulus elastisitas beton, MPa
$E_h$	=	pengaruh beban seismik horizontal
$E_v$	=	pengaruh beban seismik vertikal
$f_c'$	=	kekuatan tekan beton yang disyaratkan, MPa
$h$	=	tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
$h_i$ dan $h_x$	=	tinggi dari dasar sampai tingkat $i$ atau $x$
$h_n$	=	ketinggian struktur, di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
$h_{sx}$	=	adalah tinggi tingkat dibawah tingkat-x
$I_e$	=	faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan Pasal 4.1.2 SNI 1726:2019
$k$	=	eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut: - untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, = 1 - untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, = 2 - untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, = 2 atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2
$K_{LL}$	=	Faktor elemen beban hidup

$L$	= beban hidup desain tereduksi per m <sup>2</sup> dari luasan yang didukung oleh komponen struktur
$L_o$	= beban hidup desain tanpa reduksi per m <sup>2</sup> dari luasan yang didukung oleh komponen struktur
$L_x$	= bentang pelat arah x
$M_{pr}$	= kuat momen lentur di ujung balok
$M_u$	= momen rencana (maksimum)
$N$	= jumlah tingkat
$P_{cp}$	= keliling luar penampang beton
$P_x$	= beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat- $x$ , (kN); bila menghitung, faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0
$Q_E$	= adalah pengaruh gaya seismik horizontal dari $V$ atau $F_p$ . Pengaruh tersebut harus dihasilkan dari penerapan gaya horizontal secara serentak dalam dua arah tegak lurus satu sama lain
$Q_u$	= beban rencana terfaktor
$R$	= koefisien modifikasi respons
$S_I$	= parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan untuk periode 1,0 detik
$S_{DI}$	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik
$S_{DS}$	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek
$S_s$	= parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan untuk periode pendek
$T$	= periode getar fundamental struktur, detik
$T_a$	= periode fundamental pendekatan
$T_c$	= periode fundamental (program)
$T_s$	= resultan gaya yang bekerja pada tulangan tarik
$V$	= gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur (kN)
$V_c$	= kuat geser beton
$V_n$	= kuat geser nominal
$\bar{v}_s$	= kecepatan rata-rata gelombang geser

$V_s$	=	kuat geser tulangan
$V_x$	=	gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat dan $x - 1$ (kN)
$W$	=	berat seismik efektif
$w_i$ dan $w_x$	=	bagian berat seismik efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat $i$ atau $x$
$x$	=	koefisien momen pelat
$\delta_{xe}$	=	simpangan di tingkat- $x$ yang disyaratkan dan ditentukan dengan analisis elastik
$\Delta$	=	simpangan antar tingkat desain, terjadi secara serentak dengan $V_x$ , mm
$\lambda$	=	1 (beton normal)
$\rho$	=	faktor redundansi. Nilai $\rho$ diizinkan sama dengan 1,0 untuk kategori desain seismik B atau C. Untuk struktur yang tidak memiliki ketidakberaturan torsi berlebihan dengan kategori desain seismik D, E, atau F, $\rho$ harus sebesar 1,3.