

TUGAS AKHIR

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG KANWIL BRI MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM).

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



Disusun Oleh :

RAY BARA

2121079

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

2025

TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
GEDUNG KANWIL BRI MALANG DENGAN MENGGUNAKAN
SISTEM GANDA (*DUAL SYSTEM*).



Disusun Oleh :

RAY BARA

2121079

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

2025

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
GEDUNG KANWIL BRI MALANG DENGAN MENGGUNAKAN
SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM).**

Disusun oleh:

**RAY BARA
2121079**

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, MT
NIP. Y. 1039400265

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 ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
GEDUNG KANWIL BRI MALANG DENGAN MENGGUNAKAN
SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)

Tugas akhir ini telah dipertahankan di depan Dosen Pembahas Tugas Akhir Jenjang S-1 dan diterima untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana (S-1) Teknik Sipil.

Disusun Oleh:

RAY BARA

2121079

Malang, 28 Februari 2025

Dosen Pembahas :

Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II


Mohammad Erfan, ST., MT.

NIP. P. 1031500508


Hadi Surya Wibawanto S, ST., MT.

NIP. P. 1032000579

Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi Teknik

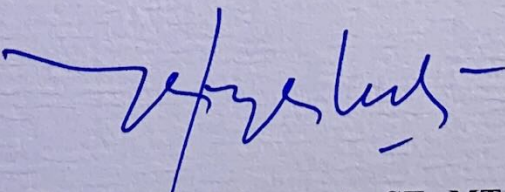
Sekretaris Program Studi Teknik

Sipil S-1

Sipil S-1


Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT

NIP. P. 1030300383


Nenny Rpostrianawaty, ST., MT

NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ray Bara

Nim : 2121079

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul :

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
GEDUNG KANWIL BRI MALANG DENGAN MENGGUNAKAN
SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)**

Sebenarnya 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, 24 Februari 2025

Yang membuat pernyataan



(Ray Bara)

2121079

ABSTRAK

“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG KANWIL BRI MALANG DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM GANDA (*DUAL SYSTEM*)”

Oleh: Ray Bara (2121079). Pembimbing I : Ir. Ester Priskasari, MT. Pembimbing II : Dr. Yosimson P. Mahaha, S.T., M.T. Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Perencanaan ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan sistem rangka pemikul momen dengan dinding geser pada Gedung 10 lantai di Kota Malang. Analisis struktur dilakukan dengan program bantu teknik sipil ETABS 19 menggunakan data teknis bangunan, data material, dan gambar desain gedung. Perletakkan dinding geser telah memenuhi persyaratan sistem ganda, dimana rasio sistem rangka pemikul momen khusus sebesar 42,56% telah melebihi 25%. Pada perencanaan dimensi yang digunakan pada kolom yaitu 0.4 x 0.4 dan 0.7 x 0.7, dimensi balok 0.5 x 0.8, 0.4 x 0.7 dan 0.25 x 0.4, tebal plat lantai 13 mm dan tebal dinding geser 40 mm. Diperoleh tulangan longitudinal tumpuan kiri dan kanan yaitu tulangan atas 6 D19, tulangan bawah 4 D19 dan tulangan lapangan yaitu tulangan atas 2 D19, tulangan bawah 3 D19, serta tulangan geser daerah sendi plastis 3 Ø13 – 100 mm dan luar sendi plastis 2 Ø 12 – 150 mm. Pada elemen kolom K1 diperoleh tulangan longitudinal 20 D22, serta tulangan geser daerah sendi plastis 2 D13-100 mm, daerah luar sendi plastis 2 D13-150 mm, dan daerah sambungan kolom 2 D13-100 mm. Pada penulangan HBK untuk pengekang vertikal digunakan 20 D22 dan pengekang horizontal 4 D13 – 4 lapis. Pada elemen dinding struktural diperoleh tulangan longitudinal 146 D22. Tulangan transversal arah x pada sendi plastis 2 D13-100 mm, luar sendi plastis 2 D13-120 mm. Tulangan transversal arah y pada sendi plastis 8 D13-300 mm, luar sendi plastis 8 D13-360 mm.

Kata Kunci : Balok, Dinding Geser, Kolom dan Sistem Ganda

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik. Adapun penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “**Studi Perencanaan Struktur Atas Gedung Kanwil BRI Malang Dengan Menggunakan Sistem Ganda (*Dual System*)**”.

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

1. Ibu Dr. Debby Budi Susanti,ST.,MT., Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing II.
3. Ibu Ir. Ester Priskasari, MT., Selaku Dosen Pembimbing I.
4. Rekan-rekan mahasiswa di program studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat kekurangan, Oleh karena itu, kritik dan saran yang bermanfaat dari para pembaca sangat diharapkan. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dan tentunya bagi penulis.

Malang, Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Konsep Dasar Perencanaan Struktur Tahan Gempa.....	7
2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen.....	7
2.4 Sistem Ganda	8
2.5 Pembebanan Pada Struktur	8
2.5.1 Beban Mati	8
2.5.2 Beban Hidup	9
2.5.3 Beban Angin.....	9
2.5.4 Beban Gempa	9

2.6	Kombinasi Pembebanan.....	18
2.7	Perilaku Struktur	18
2.7.1	Klasifikasi struktur beraturan dan tidak beraturan	18
2.7.2	Pengaruh P-delta	19
2.7.3	Eksentrisitas Massa	19
2.7.4	Base Shear	19
2.7.5	Simpangan.....	20
2.8	Pelat Lantai.....	20
2.8.1	Batasan Dimensi.....	20
2.8.2	Tulangan Longitudinal	21
2.8.3	Desain Tulangan Longitudinal	21
2.9	Elemen Balok	22
2.9.1	Batasan Dimensi.....	22
2.9.2	Balok T	23
2.9.3	Tulangan Longitudinal	23
2.9.4	Desain Tulangan Longitudinal	23
2.9.5	Tulangan Transversal	25
2.9.6	Desain Gaya Geser	25
2.9.7	Desain Balok Terhadap Torsi	26
2.10	Elemen Kolom	27
2.10.1	Batasan Dimensi.....	27
2.10.2	Tulangan Longitudinal	27
2.10.3	Desain Tulangan Longitudinal	27
2.10.4	Diagram Interaksi.....	29
2.10.5	Tulangan Transversal	30
2.10.6	Desain Gaya Geser	31
2.11	Hubungan Balok Kolom (HBK)	32
2.11.1	Desain Hubungan Balok Kolom (HBK)	33
2.11.2	Desain Gaya Geser	33
2.12	Dinding Struktural.....	34

2.12.1	Batasan Desain	35
2.12.2	Penulangan Dinding Struktural	35
2.12.3	Desain Tulangan Longitudinal Dinding Struktural	36
2.12.4	Elemen Batas Dinding Struktural	38
2.12.5	Tulangan Transversal Dinding Struktural	41
BAB 3 METODOLOGI PERENCANAAN		42
3.1	Data Perencanaan	42
3.1.1	Data Teknis Gedung	42
3.1.2	Data Geografis Gedung	42
3.1.3	Gambar Gedung	43
3.2	Tahapan perencanaan	45
3.3	Bagan Alir	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Data Perencanaan	51
4.1.1	Data Struktur Bangunan.....	51
4.1.2	Mutu Bahan.....	52
4.2	Perencanaan Awal Dimensi Penampang	53
4.2.1	Dimensi Balok.....	53
4.2.2	Dimensi Kolom	55
4.2.3	Dimensi Plat Lantai.....	56
4.2.4	Dimensi Shearwall (SW).....	60
4.3	Perhitungan Pembebanan	63
4.3.1	Beban Mati	63
4.3.2	Detail Luas Pintu dan Jendela	65
4.3.3	Detail Beban Mati Tambahan Dinding.....	69
4.3.4	Beban Hidup	114
4.3.5	Beban Gempa	115
4.4	Kombinasi Pembebanan.....	134
4.5	Kontrol Perilaku Struktur Tahan Gempa.....	136
4.5.1	Permodelan Shearwall.....	136

4.5.2	Kontrol Base Shear	145
4.5.3	Kontrol Partisipasi Massa	146
4.5.4	Kontrol Simpangan	146
4.5.5	Kontrol Eksentrisitas.....	151
4.5.6	Kontrol P-Delta.....	155
4.6	ketidakberaturan Struktur.....	158
4.6.1	Ketidakteraturan Horizontal.....	158
4.6.2	Ketidakteraturan Vertikal	163
4.7	Kontrol Kapasitas Sistem Ganda	171
4.8	Elemen Balok	178
4.8.1	Perataan beban	178
4.8.2	Desain Penulangan Balok Induk Melintang.....	183
4.8.3	Desain Penulangan Transversal Balok Melintang	224
4.8.4	Desain Penulangan Torsi Balok Melintang.....	232
4.8.5	Panjang Penyaluran.....	236
4.8.6	Desain Penulangan Balok Induk Memanjang	238
4.8.7	Desain Penulangan Transversal Balok Memanjang.....	279
4.8.8	Desain Penulangan Torsi Balok Memanjang	287
4.8.9	Panjang Penyaluran.....	291
4.9	Elemen Kolom	297
4.9.1	Desain Penulangan Kolom.....	293
4.9.2	Pembesaran Momen.....	332
4.9.3	Desain Penulangan Transversal Kolom	343
4.9.4	Strong Column Weak beam (SCWB).....	351
4.10	Hubungan Balok Kolom (HBK)	352
4.11	Penulangan Dinding Geser.....	358
4.11.1	Perencanaan Elemen Batas	360
4.11.2	Perhitungan Penulangan Longitudinal dinding struktural arah x.....	368
4.11.3	Perhitungan Penulangan Longitudinal dinding struktural arah y.....	422
4.11.4	Perhitungan Penulangan transversal Arah X.....	451

4.11.5	Perhitungan Penulangan transversal Arah Y	460
BAB 5	PENUTUP	467
5.1	Kesimpulan	467
5.2	Saran.....	468
DAFTAR	PUSTAKA	469
LAMPIRAN	471

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan	10
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa.....	10
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs.....	11
Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a	13
Tabel 2.5 Koefisien situs, F_v	14
Tabel 2.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek.....	15
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik.....	16
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω untuk sistem pemikul gaya seismic	16
Tabel 2.9 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung	17
Tabel 2.10 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	17
Tabel 2.11 Simpangan Antar Tingkat Izin.....	20
Tabel 2.12 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang.....	21
Tabel 2.13 As min untuk Pelat Dua Arah Nonprategang	21
Tabel 2.14 Tinggi Minimum Balok Nonprategang	22
Tabel 2.15 Batasan Dimensi Lebar Sayap Efektif untuk Balok-T	23
Tabel 2.16 Koordinat Diagram Interaksi.....	30
Tabel 2.17 Tulangan transversal untuk kolom-kolom sistem rangka.....	32
Tabel 2.18 Kekuatan Geser Nominal Joint (V_n).....	34
Tabel 2.19 Tebal Minimum Dinding	35
Tabel 2.20 Tulangan Minimum Untuk Dinding Dengan Geser Sebidang	36
Tabel 2.21 Tulangan Transversal untuk Elemen Batas Khusus	39
Tabel 2.22 V_c , Dinding prategang dan Nonprategang	41
Tabel 4. 1 Detail pintu dan jendela.....	68
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Beban Dinding Lantai 2	104
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Beban Dinding Lantai 3-4	105

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Beban Dinding Lantai 5,7 dan 8.....	106
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Beban Dinding Lantai 6	107
Tabel 4. 6 Kategori Resiko Bangunan.....	115
Tabel 4. 7 Faktor Keutamaan Gempa.....	115
Tabel 4. 8 Faktor Keutamaan Gempa.....	116
Tabel 4. 9 Parameter Respon Spektral Periode Pendek	119
Tabel 4. 10 Parameter Respon Spektral Periode 1 detik	119
Tabel 4. 11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan SDs	121
Tabel 4. 12 Kategori Desain Seismik Berdasarkan SD1	121
Tabel 4. 13 Tabel Rekapitulasi	121
Tabel 4. 14 Nilai Ct dan x	125
Tabel 4. 15 Koefisien Cu.....	126
Tabel 4. 16 Faktor R, Cd, Ω_0	127
Tabel 4. 17 Simpangan permodelan pertama	137
Tabel 4. 18 Simpangan permodelan kedua	140
Tabel 4. 19 Simpangan permodelan ketiga	143
Tabel 4. 20 Nilai Base Shear Statis dan Dinamis.....	145
Tabel 4. 21 Partisipasi Masaa.....	146
Tabel 4. 22 Simpangan Antar Tingkat.....	146
Tabel 4. 23 Simpangan yang dihasilkan.....	147
Tabel 4. 24 Simpangan Arah X	149
Tabel 4. 25 Simpangan Arah Y	149
Tabel 4. 26 Nilai Output Eksentrisitas	151
Tabel 4. 27 Nilai Eksentrisitas Rencana.....	152
Tabel 4. 28 Nilai Output P-Delta.....	155
Tabel 4. 29 Nilai Keperluan P-Delta Arah X	156
Tabel 4. 30 Nilai Keperluan P-Delta Arah Y	156
Tabel 4. 31 Ketidakberaturan Torsi Arah X	159
Tabel 4. 32 Ketidakberaturan Torsi Arah Y.....	159

Tabel 4. 33 Ketidakberaturan Sudut Dalam Arah X	161
Tabel 4. 34 Ketidakberaturan Sudut Dalam Arah Y	162
Tabel 4. 35 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b	165
Tabel 4. 36 Ketidakberaturan Massa	166
Tabel 4. 37 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	167
Tabel 4. 38 Ketidakberaturan Tingkat Lemah	169
Tabel 4. 39 Ketidakberaturan Tingkat Lemah 5b	170
Tabel 4. 40 Rekapitulasi Penulangan Longitudinal Balok Melintang	223
Tabel 4. 41 Pengecekan syarat V_n (akibat M_{pr}) $\geq 0,5 V_e$ Balok Melintang	227
Tabel 4. 42 Rekapitulasi Penulangan Transversal Balok Melintang	231
Tabel 4. 43 Rekapitulasi Penulangan Longitudinal Balok Memanjang	278
Tabel 4. 44 Pengecekan syarat V_n (akibat M_{pr}) $\geq 0,5 V_e$ balok memanjang	282
Tabel 4. 45 Rekapitulasi Penulangan Transversal Balok Memanjang	286
Tabel 4. 46 Rekapitulasi Nilai ϕP_n dan ϕM_n Pada Tulangan	326
Tabel 4. 47 Kesimpulan Penulangan Kolom	326
Tabel 4. 48 Kesimpulan Penulangan Transversal Kolom	349
Tabel 4. 49 Kesimpulan Penulangan HBK	356
Tabel 4. 50 Rekapitan Penulangan Elemen Batas SW	367
Tabel 4. 51 Perhitungan luasan tulangan dan jarak tulangan ke serat atas	370
Tabel 4. 52 Perhitungan regangan tulangan kondisi seimbang	374
Tabel 4. 53 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi seimbang	376
Tabel 4. 54 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi seimbang	379
Tabel 4. 55 Perhitungan regangan tulangan kondisi seimbang $1.25 \times f_y$	383
Tabel 4. 56 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi seimbang $1.25 \times f_y$	385
Tabel 4. 57 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi seimbang $1.25 f_y$	388
Tabel 4. 58 Perhitungan regangan tulangan kondisi patah desak	392
Tabel 4. 59 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi patah desak	394
Tabel 4. 60 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi patah desak	397
Tabel 4. 61 Perhitungan regangan tulangan kondisi patah tarik	401

Tabel 4. 62 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi patah tarik	403
Tabel 4. 63 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi patah tarik	406
Tabel 4. 64 Nilai d dan d' DS arah x kondisi lentur murni.....	408
Tabel 4. 65 Perhitungan regangan tulangan kondisi lentur murni	413
Tabel 4. 66 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi lentur murni	415
Tabel 4. 67 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi lentur murni	418
Tabel 4. 68 Rekapitulasi Nilai ϕP_n dan ϕM_n Pada Shearwall Arah X	420
Tabel 4. 69 Perhitungan luasan tulangan dan jarak tulangan ke serat atas	425
Tabel 4. 70 Perhitungan regangan tulangan kondisi seimbang	426
Tabel 4. 71 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi seimbang	427
Tabel 4. 72 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi seimbang	429
Tabel 4. 73 Perhitungan regangan tulangan kondisi seimbang $1.25 \times f_y$	431
Tabel 4. 74 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi seimbang $1.25 \times f_y$	432
Tabel 4. 75 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi seimbang $1.25 f_y$	433
Tabel 4. 76 Perhitungan regangan tulangan kondisi patah desak.....	435
Tabel 4. 77 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi patah desak	436
Tabel 4. 78 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi patah desak.....	437
Tabel 4. 79 Perhitungan regangan tulangan kondisi patah tarik	439
Tabel 4. 80 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi patah tarik	440
Tabel 4. 81 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi patah tarik	442
Tabel 4. 82 Perhitungan regangan tulangan kondisi lentur murni	445
Tabel 4. 83 Perhitungan f_s , C_s , dan T_s kondisi lentur murni	447
Tabel 4. 84 Perhitungan jarak gaya dan momen nominal kondisi lentur murni	448
Tabel 4. 85 Rekapitulasi Nilai ϕP_n dan ϕM_n Pada Shearwall Arah X	448
Tabel 4. 86 Kesimpulan Penulangan Transversal SW Arah X	459
Tabel 4. 87 Kesimpulan Penulangan Transversal SW Arah Y	466

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Percepatan Spectrum Respon 0,2 detik (S _s).....	12
Gambar 2. 2 Peta Percepatan Spectrum Respon 1 detik (S ₁)	12
Gambar 2. 3 Peta Transisi Periode Panjang (TL).....	13
Gambar 2. 4 Spektrum respons desain.....	15
Gambar 2. 5 Diagram Tegangan Regangan untuk $c > d'$	23
Gambar 2. 6 Diagram Tegangan Regangan untuk $c < d'$	24
Gambar 2. 7 Contoh Senggang Tertutup (Hoop) yang Dipasang Bertumpuk dan Batasan Maksimum Spasi Horizontal	25
Gambar 2. 8 Skema Gaya Geser Akibat Momen Ujung (v mpr)	26
Gambar 2. 9 Skema Gaya geser desain akibat momen ujung (v mpr).....	26
Gambar 2. 10 Definisi Aoh	27
Gambar 2. 11 Diagram Tegangan dan Regangan Kolom.....	28
Gambar 2. 12 Diagram Interaksi Kolom.....	30
Gambar 2. 13 Contoh Penulangan Transversal pada Kolom	31
Gambar 2. 14 Luas Joint Efektif.....	34
Gambar 2. 15 Panjang penyaluran tulangan horizontal dinding dalam elemen batas yang terkekang	39
Gambar 2. 16 Persyaratan Elemen Batas Pada Dinding Khusus	40
Gambar 2. 17 Rasio Tulangan Longitudinal untuk Elemen Batas Dinding Tipikal ..	40
Gambar 3. 1 Lokasi Gedung Kanwil BRI.....	42
Gambar 3. 2 Denah Lantai 1	43
Gambar 3. 3 Denah Lantai 2- 4.....	43
Gambar 3. 4 Denah Lantai 5-8.....	44
Gambar 3. 5 Potongan Memanjang.....	44
Gambar 3. 6 Potongan Melintang	45
Gambar 4. 1 Peta percepatan batuan dasar pada periode pendek (SS)	117
Gambar 4. 2 Peta percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S ₁)	117
Gambar 4. 3 Peta transisi periode panjang.....	118

Gambar 4. 4 Grafik Respon Spektrum.....	122
Gambar 4. 5 Letak Shearwall model pertama	136
Gambar 4. 6 Letak Shearwall model kedua	139
Gambar 4. 7 Letak Shearwall model ketiga	142
Gambar 4. 8 Ketidakberaturan Horizontal 1A	158
Gambar 4. 9 Ketidakberaturan Sudut Dalam	160
Gambar 4. 10 Denah Lantai Basement 1	160
Gambar 4. 11 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a dan 1b	163
Gambar 4. 12 Ketidakberaturan Massa.....	165
Gambar 4. 13 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	167
Gambar 4. 14 Ketidakberaturan Akibat diskontinuitas bidang	168
Gambar 4. 15 Ketidakberaturan struktur vertikal tipe 5a dan 5b	168
Gambar 4. 16 Letak Balok Memanjang (Lt. 2) dan Melintang (Lt.1) yang Ditinjau	178
Gambar 4. 17 Perataan beban.....	178
Gambar 4. 18 Perataan beban tipe A.....	178
Gambar 4. 19 Letak Balok yang Ditinjau B138 Lantai 1	183
Gambar 4. 20 Rencana penulangan longitudinal momen negatif tumpuan kiri.....	186
Gambar 4. 21 Skema Letak d dan d' momen negatif tumpuan kiri.....	187
Gambar 4. 22 Diagram Tegangan - Regangan penulangan momen negatif tumpuan kiri	189
Gambar 4. 23 Rencana Penulangan longitudinal momen positif tumpuan kiri	191
Gambar 4. 24 Skema letak d dan d' momen positif tumpuan kiri.....	192
Gambar 4. 25 Diagram Tegangan - Regangan penulangan momen positif tumpuan kiri	196
Gambar 4. 26 Rencana Penulangan Longitudinal Momen Negatif Tumpuan Kanan	198
Gambar 4. 27 Skema Letak d dan d' momen negatif tumpuan kanan.....	199

Gambar 4. 28 Diagram Tegangan - Regangan Penulangan Momen Negatif Tumpuan Kanan	201
Gambar 4. 29 Rencana Penulangan Longitudinal Momen Positif Tumpuan Kanan	203
Gambar 4. 30 Skema letak d dan d' momen positif tumpuan kanan	204
Gambar 4. 31 Diagram Tegangan - Regangan Penulangan Momen Positif Tumpuan kanan	207
Gambar 4. 32 Rencana Penulangan Longitudinal momen negatif Lapangan	210
Gambar 4. 33 Skema letak d dan d' momen negatif lapangan	211
Gambar 4. 34 Diagram Tegangan - Regangan Penulangan Momen Negatif Lapangan	214
Gambar 4. 35 Rencana Penulangan Longitudinal Momen Positif Lapangan	216
Gambar 4. 36 Skema letak d dan d' momen positif lapangan	217
Gambar 4. 37 Diagram Tegangan - Regangan Penulangan Momen Positif Lapangan	221
Gambar 4. 38 Gaya geser akibat beban gravitasi (Goyangan ke kiri)	224
Gambar 4. 39 Skema geser desain akibat goyangan ke kiri.....	225
Gambar 4. 40 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kiri	225
Gambar 4. 41 Gaya geser akibat beban gravitasi (Goyangan ke kanan)	226
Gambar 4. 42 Skema geser desain akibat goyangan ke kanan.....	226
Gambar 4. 43 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kanan	227
Gambar 4. 44 Skema Xob dan Yob Balok Melintang	232
Gambar 4. 45 Penulangan Torsi pada Balok Melintang.....	235
Gambar 4. 46 Letak Balok yang Ditinjau B68 Lt. 2	238
Gambar 4. 47 Rencana penulangan longitudinal momen negatif tumpuan kiri.....	241
Gambar 4. 48 Skema letak d dan d' momen positif tumpuan kiri.....	242
Gambar 4. 49 Diagram Tegangan - Regangan Penulangan Momen Negatif Tumpuan Kiri	244
Gambar 4. 50 Rencana Penulangan Longitudinal Momen Positif Tumpuan Kiri ...	246
Gambar 4. 51 Skema letak d dan d' momen positif tumpuan kiri.....	247

Gambar 4. 52 Diagram Tegangan - Regangan Penulanan Momen Positif Tumpuan kiri	251
Gambar 4. 53 Rencana Penulangan Longitudinal Momen Negatif Tumpuan Kanan	253
Gambar 4. 54 Skema Letak d dan d' momen negatif tumpuan kanan.....	254
Gambar 4. 55 Diagram Tegangan - Regangan Penulangan Momen Negatif Tumpuan Kanan	256
Gambar 4. 56 Rencana Penulangan Longitudinal Momen Positif Tumpuan Kanan	258
Gambar 4. 57 Skema letak d dan d' momen positif tumpuan kanan.....	259
Gambar 4. 58 Diagram Tegangan - Regangan Penulanan Momen Positif Tumpuan kanan	262
Gambar 4. 59 Rencana Penulangan Longitudinal momen negatif Lapangan	265
Gambar 4. 60 Skema letak d dan d' momen negatif lapangan	266
Gambar 4. 61 Diagram Tegangan - Regangan Penulanan Momen Negatif Lapangan	269
Gambar 4. 62 Rencana Penulangan Longitudinal Momen Positif Lapangan	271
Gambar 4. 63 Skema letak d dan d' momen positif lapangan	272
Gambar 4. 64 Diagram Tegangan - Regangan Penulangan Momen Positif Lapangan	276
Gambar 4. 65 Gaya geser akibat beban gravitasi (Goyangan ke kiri)	279
Gambar 4. 66 Skema geser desain akibat goyangan ke kiri.....	280
Gambar 4. 67 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kiri	280
Gambar 4. 68 Gaya geser akibat beban gravitasi (Goyangan ke kanan)	281
Gambar 4. 69 Skema geser desain akibat goyangan ke kanan.....	281
Gambar 4. 70 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kanan	282
Gambar 4. 71 Skema Xob dan Yob Balok Memanjang	287
Gambar 4. 72 Penulangan Torsi pada Balok Memanjang.....	290
Gambar 4. 73 Letak Kolom yang Ditinjau.....	293
Gambar 4. 74 Jarak antar tulangan (x), dan skema letak d dan d'	295

Gambar 4. 75 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Kondisi Seimbang	297
Gambar 4. 76 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Kondisi Seimbang 1.25 f_y	303
Gambar 4. 77 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Kondisi Patah Desak.....	309
Gambar 4. 78 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Kondisi Patah Tarik	314
Gambar 4. 79 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Kondisi Lentur Murni.....	321
Gambar 4. 80 Letak dinding geser rencana P1 lantai 1.....	358
Gambar 4. 81 Dimensi Panjang Elemen Batas SW	360
Gambar 4. 82 Jarak Antar tulangan Longitudinal Pada Elemen Batas	362
Gambar 4. 83 Jarak Tulangan Transversal Pada Elemen Batas	363
Gambar 4. 84 Skema letak d dan d'	370
Gambar 4. 85 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan SW Arah x Kondisi Seimbang.....	373
Gambar 4. 86 Diagram tegangan regangan kondisi seimbang 1,25 f_y SW arah x ...	382
Gambar 4. 87 Diagram tegangan regangan kondisi Patah desak SW arah x	391
Gambar 4. 88 Diagram tegangan regangan kondisi Patah tarik SW arah x	400
Gambar 4. 89 Diagram tegangan regangan kondisi lentur murni SW arah x	412
Gambar 4. 90 Skema letak d dan d'	424
Gambar 4. 91 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan SW Arah Y Kondisi Seimbang.....	426
Gambar 4. 92 Diagram tegangan regangan kondisi seimbang 1,25 f_y SW arah y ...	430
Gambar 4. 93 Diagram tegangan regangan kondisi Patah desak SW arah y	434
Gambar 4. 94 Diagram tegangan regangan kondisi Patah tarik SW arah y	438
Gambar 4. 95 Diagram tegangan regangan kondisi lentur murni SW arah y	445

DAFTAR NOTASI

A_{cp}	= Luas dibatasi oleh keliling luar penampang beton, mm^2
A_{cv}	= Luas bruto penampang beton, mm^2
A_g	= Luas bruto penampang beton, mm^2
A_j	= Luas efektif joint, mm^2
A_o	= Luas bruto yang dilingkupi oleh lintasan alir geser, mm^2
A_{oh}	= Luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar, mm^2
A_{pt}	= luas total tulangan prategang, mm^2
A_s	= luas tulangan tarik longitudinal nonprategang, mm^2
A_s'	= luas tulangan tekan, mm^2
A_{sh}	= Luas penampang total tulangan transversal (termasuk ikat silang), mm^2
A_{st}	= Luas total tulangan longitudinal nonprategang (batang tulangan), mm^2
A_{smin}	= Luas tulangan minimum, mm^2
β_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_c	= selimut bersih (clear cover) tulangan, mm,
C_d	= Faktor pembesaran simpangan lateral
C_s	= Koefisien respons seismik
d	= jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal, mm
d'	= jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan longitudinal, mm
E	= Beban gempa
E_c	= Modulus elastisitas beton, MPa
E_s	= Modulus elastisitas tulangan, Mpa

E_v	= Pengaruh beban seismik vertikal
E_x	= Pengaruh beban gempa sumbu
E_y	= Pengaruh beban gempa sumbu Y
F_a	= Amplifikasi Periode pendek
f'_c	= Kuat tekan beton, MPa
f_s	= Tegangan tarik yang dihitung dalam tulangan saat beban layan, Mpa
F_v	= Amplifikasi Periode 1 detik
f_y	= Kuat leleh tulangan, MPa
f_{yt}	= Kuat leleh tulangan transversal, Mpa
h	= Tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
h_{nx}	= Tinggi tingkat untuk tingkat x, mm
L	= Beban hidup
l_n	= Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm
l_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 terjadiserentak dengan V_u atau T
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
R	= Koefisien modifikasi respons
S	= Spasi tulangan, mm
SDS	= Parameter percepatan spektral desain pada periode pendek
$SD1$	= Parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik

S_{ms}	= Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek
S_{m1}	= Parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik
s_o	= Spasi pusat ke pusat tulangan transversal dalam panjang ℓ_o mm
S_s	= percepatan spectrum respon 0.2 detik
S_1	= Percepatan spectrum respon 0.2 detik
T_1	= Peta transisi periode panjang, detik
T_n	= Kekuatan torsi nominal, Nmm
T_{th}	= Ambang batas torsi, Nmm
T_u	= Momen torsi terfaktor, Nmm
V	= Gaya geser dasar statis ekuivalen, kN
V_c	= Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton, N
V_e	= Gaya geser desain u kombinasi pembebanan termasuk pengaruh gempa, N
V_n	= Kekuatan geser nominal, N
V_s	= Kekuatan geser nominal yang diberikan oleh penulangan geser, N
V_t	= Gaya geser dasar dinamis linier, kN
V_u	= Gaya geser terfaktor, N
W	= pengaruh beban angin
α	= sudut yang menentukan orientasi tulangan
ϵ_c	= Regangan beton
ϵ_s	= Regangan tulangan
ρ	= Rasio As terhadap bd
ρ_{min}	= Rasio tulangan minimum
ρ_{max}	= Rasio tulangan maksimum
\emptyset	= Faktor reduksi kekuatan
Ω_o	= faktor amplifikasi untuk memperhitungkan kekuatan lebih sistem penahan gaya seismik yang ditetapkan sesuai dengan tata cara bangunan gedung
Δ_i	= Simpangan antar lantai, mm
Δ_a	= Simpangan ijin, mm