

TUGAS AKHIR
STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG UTAMA
KEJAKSAAN AGUNG JAKARTA SELATAN MENGGUNAKAN SISTEM
GANDA (*DUAL SYSTEM*)



Disusun Oleh:
EFANDI WAHYU DEWANTORO
19.21.112

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2023

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG UTAMA
KEJAKSAAN AGUNG JAKARTA SELATAN MENGGUNAKAN SISTEM
GANDA (*DUAL SYSTEM*)

Disusun Oleh:

Efandi Wahyu Dewantoro

1921112

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada Tanggal 21 Agustus 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

Vega Aditama, S.T., M.T.

NIP. P. 1031900559

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG UTAMA
KEJAKSAAN AGUNG JAKARTA SELATAN MENGGUNAKAN SISTEM
GANDA (*DUAL SYSTEM*)**

*Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Pembahas Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) pada Tanggal 7 September 2023 dan Diterima untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S-1) Teknik Sipil*

Disusun Oleh:


Efandi Wahyu Dewantoro

1921112

Dosen Pembahas,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Ir. Sudirman Indra, M.Sc.
NIP. Y. 1018300054



Hadi Surya Wibawanto S., S.T., M.T.
NIP. P. 1032000579

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

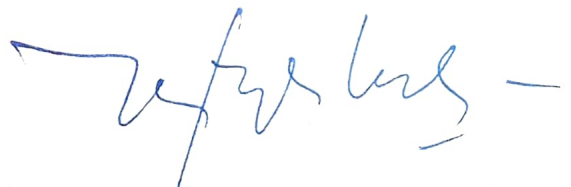
Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimpon P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383



Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T.
NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Efandi Wahyu Dewantoro
NIM : 19.21.112
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

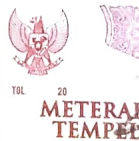
STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG UTAMA KEJAKSAAN AGUNG JAKARTA SELATAN MENGGUNAKAN SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM)

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, 17 September 2023

Yang membuat pernyataan



A27F1AKX644779904

Efandi Wahyu Dewantoro

19.21.112

LEMBAR PERSEMBAHAN

Lembar persembahan ini mewakili ucapan rasa syukur dan bentuk terima kasih dari dedikasi akhir penulis dalam menempuh pendidikan strata yang memotivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sepenuh hati dan serata makna.

Dengan segala hormat dan kerendahan hati ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

Kedua Orang Tua dan Keluarga

Terima kasih kepada kedua orang tua, ayah dan ibu yang selama ini telah menuntun penulis sampai di titik ini. Dengan segala rintangan, kasih sayang yang tulus serta perhatian yang tidak ternilai oleh apapun akan selamanya membekas di hati penulis. Tidak lupa kakak-kakakku yang ikut andil dalam support secara moral dan materil. *In memoriam* kakakku pertama Andik semoga jiwamu kekal dan tenang di sisi-Nya.

Teman-teman

Terima kasih kepada teman-teman angkatanku ITN Malang khususnya teman-teman “*Healing Club*” atas perjalanan kita bersama tersaruk-saruk dengan banyak bagian tawa yang kita lepas.

Untuk pihak-pihak seluruh kontributor (termasuk yang tak ditulis disini yang pasti di ketahu-Nya) kasih setia, damai sejahtera, sukacita berkelimpahan, sekarang hingga kekekalan. Semoga penulisan Tugas Akhir ini ikut memberikan nuansa cerah untuk dunia kita lebih baik, Amin.

Fiat Saipientia Amoris

ABSTRAK

“STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG UTAMA KEJAKSAAN AGUNG JAKARTA SELATAN MENGGUNAKAN SISTEM GANDA (*DUAL SYSTEM*)”

Oleh: Efandi Wahyu Dewantoro (1921112). Pembimbing I: Dr. Yosimson P. Mahaha, S.T., M.T. Pembimbing II: Vega Aditama, ST., M.T. Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Gedung Kejaksaan Agung adalah gedung pemerintahan di bidang hukum yang berpusat di daerah Jakarta Selatan. Secara geografis daerah tersebut merupakan daerah yang berada pada zona rawan gempa. Desain struktur yang akan direncanakan merupakan gedung bertingkat tinggi dan memiliki desain ketidakberaturan struktur menggunakan sistem ganda. Pada studi ini material yang akan di rencanakan berupa beton bertulang dengan portal beton dan dinding struktural. Perencanaan harus memenuhi standar peraturan yang terdapat dalam 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 S1 = 140 mm dengan penulangan M11 – 150 mm. Untuk ukuran balok didapatkan B58, B46, B3A5 dan B3A4. Hasil penulangan pada balok ditinjau pada beam 355 story 10 dengan tulangan longitudinal atas 7 D25 dan bawah 4 D25 untuk tumpuan kiri dan kanan, sedangkan pada daerah lapangan didapatkan tulangan atas 4 D25 dan 4 D25 untuk tulangan bawah. Tulangan transversal pada balok, dipakain sengkang didaerah sendi plastis D13 – 100 mm dan D13 -150 mm di luar sendi plastis. Pada tulangan samping diberi tulangan ekstra 4 D22. Pendimensian pada kolom didapatkan K1-1, K1-2, K1-3, K2-1, K2-2, K2-3, KR dan KT. Hasil penulangan K1-1 pada kolom ditinjau pada C17 dengan story B1 dengan tulangan longitudinal 36 D25. Tulangan transversal pada daerah sendi plastis arah x 6 kaki D13 – 80 mm dan arah y 5 kaki D13 – 80 mm, sedangkan diluar sendi plastis arah x 6 kaki D13 – 120 mm dan arah y 5 kaki D13 – 120 mm. Penulangan pada daerah hubungan balok dan kolom cukup dipakai pengekang vertikal berupa tulangan longitudinal kolom 36 D25 dan pengekang horizontal 6 kaki D13 sumbu x dan 5 kaki D13 sumbu y dengan jumlah 11 lapis. Hasil penulangan SW pada pada dinding struktural tipe L ditinjau pada pier SW 2 dengan story B1 dengan tulangan longitudinal (V) D22 – 150 pada kedua sumbu, sedangkan tulangan horizontal (H) menggunakan D13 – 200 mm. Pada Elemen batas BE2-1 tulangan longitudinal (V) 48 D22, tulangan horizontal X D13 – 100, CTx D13, dan CTy 7 D13, tulangan horizontal Y D13 – 100, CTx 5 D13, dan CTy D13, transversal kolom D13 – 100, CTx 6 D13, dan CTy 5 D13. Elemen batas BE2-2 tulangan longitudinal (V) 31 D22, tulangan horizontal Y D13 – 100, CTx 5 D13, dan CTy D13, transversal kolom D13 – 100, CTx 6 D13, dan CTy 5 D13. Elemen batas BE2-2 tulangan longitudinal (V) 31 D22, tulangan horizontal X D13 – 100, CTx D13, dan CTy 5 D13, transversal kolom D13 – 100, CTx 5 D13, dan CTy 6 D13.

Kata kunci: Dinding Struktural, Ketidakberaturan Struktur, Sistem Ganda

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji syukur telah diberi kesehatan jasmani dan rohani sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik. Adapun penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Perencanaan Struktur Atas pada Gedung Utama Kejaksaan Agung Jakarta Selatan Menggunakan Sistem Ganda (*Dual System*)”. Pada proses penyelesaian Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan rasa hormat dan penuh ucapan terima kasih yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Awan Uji Krismanto, ST., MT., PhD selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Debby Budi Susanti, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Vega Aditama, ST., MT. selaku Kepala Studio Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I
6. Vega Aditama, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II

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

Malang, 2 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
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 Studi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Studi Terdahulu	6
2.2 Perencanaan Struktur Tahan Gempa	9
2.3 Sistem Dasar Pemikul Gaya Seismik.....	10
2.4 Pembebanan	11
2.4.1 Beban Gravitasi.....	11
2.4.2 Beban Gempa	12
2.5 Kombinasi Beban Seismik	20
2.5.1 Kombinasi Beban	20
2.5.2 Pengaruh Beban Seismik.....	20
2.6 Redundansi	21
2.7 Metode Analisis.....	22
2.7.1 Pemodelan Fondasi	22
2.7.2 Prosedur Analisis	22

2.8	Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen.....	23
2.8.1	Gaya Geser Dasar Seismik	23
2.8.2	Perhitungan Koefisien Respons Seismik	23
2.8.3	Kombinasi Sistem Struktur dalam Arah yang Berbeda	24
2.8.4	Penentuan Periode Fundamental Struktur.....	25
2.8.5	Distribusi Vertikal Gaya Seismik	26
2.9	Analisis Linier Dinamik	26
2.9.1	Jumlah Ragam.....	26
2.9.2	Parameter Respons Ragam.....	26
2.9.3	Skala Nilai Desain untuk Respons Terkombinasi.....	27
2.10	Ketidakteraturan Struktur	27
2.11	Eksentrisitas Massa Tak Terduga.....	32
2.12	Distribusi Horizontal Gaya Seismik.....	32
2.13	Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	34
2.14	Pengaruh P-delta	35
2.15	Preliminary Design Penampang Struktur	36
2.15.1	Preliminary Pelat Lantai.....	36
2.15.2	Preliminary Balok	38
2.15.3	Preliminary Kolom.....	39
2.15.4	Preliminary Dinding Struktural Khusus.....	40
2.15.5	Preliminary Elemen Batas pada Dinding Struktural Khusus	41
2.16	Perencanaan Kapasitas Sesuai SNI 2847:2019	43
2.16.1	Desain Kapasitas Pelat Lantai.....	43
2.16.2	Desain Kapasitas Balok Tahan Gempa	47
2.16.3	Desain Kapasitas Kolom Tahan Gempa	53
2.16.4	Desain Kapasitas Hubungan Balok dan Kolom.....	65
2.16.5	Desain Kapasitas Dinding Struktural Khusus	67
2.16.6	Desain Kapasitas Elemen Batas	73
BAB III	METODOLOGI PERENCANAAN	75
3.1	Data Perencanaan	75
3.1.1	Data Teknis Proyek.....	75
3.1.2	Data Geografis Proyek	76
3.1.3	Pemodelan Gedung	76
3.2	Teknik Pengumpulan Data	78

3.3 Tahapan Perencanaan	79
3.4 Bagan Alir	81
BAB IV PEMBAHASAN.....	96
4.1 Data Perencanaan	96
4.1.1 Data Teknis Proyek	96
4.1.2 Mutu Bahan	97
4.2 Penentuan Dimensi Elemen Struktur	99
4.2.1 Penentuan Dimensi Balok	99
4.2.2 Penentuan Dimensi Pelat Lantai (2 Arah).....	102
4.2.3 Penentuan Dimensi Kolom	106
4.2.4 Penentuan Dimensi Dinding Struktural	107
4.3 Perhitungan Pembebanan	110
4.3.1 Beban Mati	110
4.3.2 Beban Hidup	111
4.3.3 Perhitungan Massa Bangunan.....	116
4.3.4 Beban Gempa	119
4.4 Ketidakberaturan struktur	139
4.4.1 Ketidakberaturan struktur horizontal (Pasal 7.3.2.1)	139
4.4.2 Ketidakberaturan struktur vertikal (Pasal 7.3.2.2)	148
4.4.3 Kesesuaian ketidakberaturan struktur	163
4.5 Eksentrisitas Rencana.....	163
4.6 Kombinasi Beban	169
4.7 Jumlah Ragam	173
4.8 Kontrol Gaya Geser Dasar (<i>Base Shear</i>) Metode Dinamis.....	175
4.9 Kontrol Simpangan	176
4.10 Pengaruh P-delta	181
4.11 Kapasitas Sistem Ganda Sumbu X.....	186
4.12 Kontrol Kapasitas Sistem Ganda Sumbu Y	190
4.13 Desain Penulangan Pelat Lantai	194
4.14 Desain Penulangan Balok.....	207
4.14.1 Balok Induk B58	207
4.15 Desain Penulangan Kolom	254
4.15.1 Kolom K1-1	254
4.16 Desain Penulangan Hubungan Balok dan Kolom.....	330

4.17 Desain Penulangan Dinding Struktural	339
4.17.1 Dinding Struktural 2 (SW 2).....	339
4.18 Analisis Perilaku dan Kinerja Struktur.....	378
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	389
4.1 Kesimpulan.....	389
4.2 Saran.....	391
DAFTAR PUSTAKA	392
LAMPIRAN.....	393

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks Studi Terdahulu	8
Tabel 2.2 Kategori Risiko Bangunan	14
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa	14
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs	15
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_a	16
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_v	17
Tabel 2.7 Koefisien Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	19
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	19
Tabel 2.9 Prosedur Analisis yang diizinkan.....	22
Tabel 2.10 Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	24
Tabel 2.11 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung	25
Tabel 2.12 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	25
Tabel 2.13 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur	28
Tabel 2.14 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	30
Tabel 2.15 Simpangan Antar Tingkat Izin, Δ_a	35
Tabel 2.16 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang	37
Tabel 2.17 Tinggi Minimum Balok Nonprategang.....	38
Tabel 2.18 Tinggi Minimum Balok Nonprategang.....	39
Tabel 2.19 Tebal Minimum Dinding bw	40
Tabel 2.20 Desain yang Menentukan untuk Segmen Vertikal Dinding.....	41
Tabel 2.21 Asmin untuk Pelat Dua Arah Nonprategang.....	43
Tabel 2.22 Lendutan Ijin (Δ_i)	45
Tabel 2.23 Kekuatan Aksial Maksimum.....	54
Tabel 2.24 Tulangan Transversal untuk Kolom-Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	64
Tabel 2.25 Kekuatan Geser Nominal Joint, V_n	66
Tabel 2.26 V_c , Dinding Prategang dan Nonprategang	72
Tabel 2.27 Tulangan Transversal untuk Elemen Batas Khusus.....	74
Tabel 4.1 Rekapitulasi Penampang Balok Induk	100
Tabel 4.2 Rekapitulasi Penampang Balok Anak.....	101
Tabel 4.3 Rekapitulasi Rasio Kekakuan antara Balok dan Pelat Lantai	104
Tabel 4.4 Tebal Minimum Pelat Lantai	105
Tabel 4.5 Rekapitulasi Penampang Kolom.....	106
Tabel 4.6 Syarat Rasio Penampang Dinding Struktural.....	109
Tabel 4.7 Rekapitulasi Penampang Dinding Struktural	109
Tabel 4.8 Rekapitulasi Massa Perlantai	118
Tabel 4.9 Kategori Risiko	119
Tabel 4.10 Faktor Keutamaan Gempa	119
Tabel 4.11 Perhitungan Klasifikasi Situs Tanah.....	120
Tabel 4.12 Klasifikasi Situs Tanah	123
Tabel 4.13 Faktor Amplifikasi Periode Pendek	124
Tabel 4.14 Faktor Amplifikasi Periode 1 Detik.....	125
Tabel 4.15 KDS berdasarkan S_{DS}	126
Tabel 4.16 KDS berdasarkan S_{D1}	126
Tabel 4.17 Rekapitulasi Parameter Gempa.....	127
Tabel 4.18 Nilai Faktor R, Cd, dan Ω_0	130
Tabel 4.19 Periode Fundamental Struktur	131
Tabel 4.20 Koefisien C_u	131

Tabel 4.21 Massa Per lantai (kN).....	134
Tabel 4.22 Gaya Gempa Statis Ekuivalen	137
Tabel 4.23 Rekapitulasi Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Arah X.....	140
Tabel 4.24 Rekapitulasi Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Arah Y.....	141
Tabel 4.25 Perbandingan Momen Torsi Setelah Arah X.....	143
Tabel 4.26 Perbandingan Momen Torsi Setelah Arah Y.....	144
Tabel 4.27 Rekapitulasi Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 Arah X.....	146
Tabel 4.28 Rekapitulasi Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 Arah Y.....	147
Tabel 4.29 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a Arah X.....	150
Tabel 4.30 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a Arah Y.....	151
Tabel 4.31 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b Arah X.....	153
Tabel 4.32 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b Arah Y.....	154
Tabel 4.33 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2	157
Tabel 4.34 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3	159
Tabel 4.35 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b Arah X.....	160
Tabel 4.36 Rekapitulasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b Arah Y.....	161
Tabel 4.37 Rekapitulasi Ketidakberaturan Struktur.....	163
Tabel 4.38 Center of Mass Rigidity	164
Tabel 4.39 Koordinat Pusat Massa	168
Tabel 4.40 Pengaruh Gaya Geser Lantai terhadap 35% (Base Shear) arah X.....	169
Tabel 4.41 Pengaruh Gaya Geser Lantai terhadap 35% (<i>Base Shear</i>) arah Y.....	170
Tabel 4.42 Persentase Modal Partisi Massa.....	174
Tabel 4.43 Rekapitulasi Ragam Getar Alami	174
Tabel 4.44 Gaya Geser Dasar Sebelum Penskalaan Gaya	175
Tabel 4.45 Gaya Geser Dasar Setelah Penskalaan Gaya	175
Tabel 4.46 Kontrol Simpangan Arah X	177
Tabel 4.47 Kontrol Simpangan Arah Y	179
Tabel 4.48 Pengaruh P-delta Arah X	182
Tabel 4.49 Pengaruh P-delta Arah Y	184
Tabel 4.50 Kontrol Kapasitas Sistem Ganda Portal Sumbu X.....	186
Tabel 4.51 Kontrol Kapasitas Sistem Ganda Portal Sumbu Y.....	190
Tabel 4.52 Momen Pelat Lantai.....	195
Tabel 4.53 Rekapitulasi Momen Kapasitas Pelat Lantai	202
Tabel 4.54 Momen Balok B58.....	208
Tabel 4.55 Rekapitulasi Hasil Penulangan Balok.....	231
Tabel 4.56 Rekapitulasi Perhitungan Tinggi Daerah Tributi.....	234
Tabel 4.57 Syarat Kekuatan Geser Balok	240
Tabel 4.58 Detail Bengkokan Tulangan Balok.....	253
Tabel 4.59 Output Gaya pada Kolom K1-1	255
Tabel 4.60 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (x).....	260
Tabel 4.61 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (1.25 fy)	263
Tabel 4.62 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Desak (x).....	266
Tabel 4.63 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Tarik (x).....	269
Tabel 4.64 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Lentur Murni (x).....	274
Tabel 4.65 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (y).....	280
Tabel 4.66 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (1.25 fy)	283
Tabel 4.67 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Desak (y).....	286
Tabel 4.68 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Tarik (y).....	289
Tabel 4.69 Perhitungan Regangan dan Tegangan Kondisi Lentur Murni (y).....	294
Tabel 4.70 Rekapitulasi Aksial dan Momen Rencana Kolom K1-1 arah X.....	295
Tabel 4.71 Rekapitulasi Aksial dan Momen Rencana Kolom K1-1 arah Y.....	296
Tabel 4.72 Rekapitulasi Aksial dan Momen Rencana Setelah Pembesaran Momen.....	309
Tabel 4.73 Detail Bengkokan Tulangan Kolom	329

Tabel 4.74 Rekapitulasi Output Gaya pada Dinding Struktural (SW2).....	340
Tabel 4.75 Kapasitas Kekuatan Dinding Struktural (SW2) sumbu X.....	346
Tabel 4.76 Kapasitas Kekuatan Dinding Struktural (SW2) sumbu Y.....	346
Tabel 4.77 Detail Bengkokan Tulangan Dinding Struktural	375
Tabel 4.78 Distribusi Gaya Gempa CQC.....	379
Tabel 4.79 Kapasitas Gaya Geser yang Digunakan sebagai Beban dorong Sumbu X ...	384
Tabel 4.80 Batas Perpindahan Antar Lantai ATC-40	385
Tabel 4.81 Kapasitas Gaya Geser yang Digunakan sebagai Beban dorong Sumbu Y ...	387
Tabel 4.82 Batas Perpindahan Antar Lantai ATC-40	388

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perilaku Struktur Akibat Beban Gempa pada Sistem Ganda.....	10
Gambar 2.2 Parameter Gerak Tanah S_s	13
Gambar 2.3 Parameter Gerak Tanah S_1	13
Gambar 2.4 Peta Transisi Periode Panjang TL.....	13
Gambar 2.5 Spektrum Respon Desain.....	18
Gambar 2.6 Ketidakberaturan Horizontal.....	29
Gambar 2.7 Ketidakberaturan Vertikal.....	31
Gambar 2.8 Faktor Pembesaran Torsi, A_x	33
Gambar 2.9 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	34
Gambar 2.10 Bentang Bersih Balok Nonprategang.....	38
Gambar 2.11 Contoh Lebar Efektif Bagian Pelat Komposit dengan Balok.....	39
Gambar 2.12 Bentang Dinding Struktural.....	40
Gambar 2.13 Elemen Batas pada Dinding Struktural.....	42
Gambar 2.14 Diagram Tegangan Regangan Pelat Daerah Tumpuan.....	44
Gambar 2.15 Diagram Tegangan Regangan Pelat Daerah Lapangan.....	44
Gambar 2.16 Diagram Gaya pada Gelagar Sederhana Tumpuan Jepit.....	46
Gambar 2.17 Diagram Tegangan Regangan Balok Mt-.....	48
Gambar 2.18 Diagram Tegangan Regangan Balok Mt +.....	49
Gambar 2.19 Diagram Tegangan Regangan Balok Ml-.....	49
Gambar 2.20 Diagram Tegangan Regangan Balok Ml+.....	49
Gambar 2.21 Jarak Sendi Plastis pada Balok.....	50
Gambar 2.22 Geser Desain untuk Balok.....	50
Gambar 2.23 Definisi Aoh.....	53
Gambar 2.24 Diagram Interaksi.....	57
Gambar 2.25 Diagram Alir Penentuan Pengaruh Kelangsingan Kolom.....	58
Gambar 2.26 Faktor Panjang Efektif, k.....	59
Gambar 2.27 Jarak Sendi Plastis Kolom.....	62
Gambar 2.28 Geser Desain untuk Balok.....	62
Gambar 2.29 Luas joint efektif.....	66
Gambar 2.30 Bearing Wall.....	67
Gambar 2.31 Frame Wall.....	67
Gambar 2.32 Core Wall.....	68
Gambar 2.33 Panjang Penyaluran Tulangan Horizontal Dinding Dalam Elemen Batas yang Terkekang.....	74
Gambar 3.1 Lokasi Proyek Gedung Utama Kejaksaan Agung.....	76
Gambar 3.2 Denah lantai basement 1 – lantai 1.....	76
Gambar 3.3 Denah lantai 2 – lantai 12.....	76
Gambar 3.4 Denah Lantai 13 – Lantai Atap.....	77
Gambar 3.5 Portal Tower 22.....	77
Gambar 3.6 Portal Tower 11.....	78
Gambar 3.7 Pemodelan 3D Gedung.....	78
Gambar 3.8 Bagan Alir.....	83
Gambar 4.1 Gambar Peninjauan Balok.....	99
Gambar 4.2 Detail Peninjauan Balok.....	99
Gambar 4.3 Peninjauan Pelat Lantai.....	102
Gambar 4.4 Detail Peninjauan Pelat Lantai.....	102
Gambar 4.5 Peninjauan Dinding Struktural.....	107
Gambar 4.6 Detail Peninjauan Dinding Struktural.....	107
Gambar 4.7 Skema 3D Gedung.....	116
Gambar 4.8 Skema Perhitungan Massa Perlantai.....	117

Gambar 4.9 Percepatan Periode Pendek Derah Jakarta Selatan	123
Gambar 4.10 Percepatan Periode 1 Detik Derah Jakarta Selatan	123
Gambar 4.11 Percepatan Periode Panjang Derah Jakarta Selatan	124
Gambar 4.12 Diagram Respon Spektrum	129
Gambar 4.13 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b	139
Gambar 4.14 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2.....	145
Gambar 4.15 Skema Sudut pada Gedung	145
Gambar 4.16 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b	148
Gambar 4.17 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2.....	156
Gambar 4.18 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3.....	158
Gambar 4.19 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b	159
Gambar 4.20 Distribusi Momen Pelat Lantai	195
Gambar 4.21 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Tumpuan	199
Gambar 4.22 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Lapangan.....	201
Gambar 4.23 Diagram Gaya Geser, Momen pada Tumpuan Jepit	204
Gambar 4.24 Skema Sambungan Lewatan Kawat Las	206
Gambar 4.25 Output Gaya Balok.....	208
Gambar 4.26 Desain Tulangan Tumpuan Momen Negatif.....	211
Gambar 4.27 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Mt-	214
Gambar 4.28 Desain Tulangan Tumpuan Momen Positif	216
Gambar 4.29 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Mt+	219
Gambar 4.30 Desain Tulangan Lapangan Momen Negatif	221
Gambar 4.31 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Ml-	224
Gambar 4.32 Desain Tulangan Tumpuan Lapangan Positif.....	226
Gambar 4.33 Diagram Regangan dan Tegangan pada Daerah Ml+	229
Gambar 4.34 Tributi Area Wu yang Ditinjau	232
Gambar 4.35 Luasan Tributi	233
Gambar 4.36 Skema Gaya Geser Apabila Struktur Bergoyang ke Kiri.....	236
Gambar 4.37 Skema Gaya Geser Apabila Struktur Bergoyang ke Kanan.....	238
Gambar 4.38 Detail Tulangan Transversal Daerah Sendi Plastis	242
Gambar 4.39 Gaya Geser Daerah Luar Sendi Plastis	242
Gambar 4.40 Detail Tulangan Transversal Daerah Luar Sendi Plastis.....	245
Gambar 4.41 Jarak Daerah Tertutup dari Garis Pusat Tulangan Transversal.....	246
Gambar 4.42 Detail Penulangan Balok.....	251
Gambar 4.43 Standar Bengkokan Tulangan	253
Gambar 4.44 Perhitungan Kolom K1-1 yang ditinjau	255
Gambar 4.45 Formasi Penulangan K1-1 (x)	256
Gambar 4.46 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (x)	260
Gambar 4.47 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (1.25 fy).....	263
Gambar 4.48 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Desak (x)	266
Gambar 4.49 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Tarik (x).....	269
Gambar 4.50 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Lentur Murni (x)	272
Gambar 4.51 Formasi Penulangan K1-1 (y)	276
Gambar 4.52 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (y)	280
Gambar 4.53 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Seimbang (1.25 fy).....	283
Gambar 4.54 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Desak (y)	286
Gambar 4.55 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Patah Tarik (y).....	289
Gambar 4.56 Diagram Regangan dan Tegangan Kondisi Lentur Murni (y)	292
Gambar 4.57 Desain Diagram Interaksi Kolom K1-1 Sumbu lokal 2	296
Gambar 4.58 Desain Diagram Interaksi Kolom K1-1 Sumbu lokal 3	297
Gambar 4.59 Skema Perhitungan Pengaruh Kelangsingan Kolom	298
Gambar 4.60 Faktor panjang efektif kolom tak bergoyang, k	304
Gambar 4.61 Cek Diagram Interaksi Kolom K1-1 Sumbu lokal 2.....	310

Gambar 4.62 Cek Diagram Interaksi Kolom K1-1 Sumbu lokal 3.....	310
Gambar 4.63 Detail Tulangan Kolom K1-1 Daerah Sendi Plastis.....	318
Gambar 4.64 Detail Tulangan Kolom K1-1 Daerah Luar Sendi Plastis	320
Gambar 4.65 Jarak Daerah Tertutup dari Garis Pusat Tulangan Transversal.....	322
Gambar 4.66 Detail Penulangan Kolom	327
Gambar 4.67 Momen pada Hubungan Balok dan Kolom.....	330
Gambar 4.68 Diagram HBK Sumbu X	331
Gambar 4.69 Diagram HBK Sumbu Y	332
Gambar 4.70 Detail Penulangan daerah HBK	338
Gambar 4.71 Perletakan Dinding yang akan direncanakan	340
Gambar 4.72 Tinggi Geser Bidang sumbu X.....	341
Gambar 4.73 Tinggi Geser Bidang sumbu Y.....	342
Gambar 4.74 Detail Penulangan Longitudinal.....	345
Gambar 4.75 Diagram Interaksi Dinding sumbu X	345
Gambar 4.76 Diagram Interaksi Dinding sumbu Y	346
Gambar 4.77 Rencana Perletakan Elemen Batas	350
Gambar 4.78 Panjang Elemen Batas BE 2 -1	352
Gambar 4.79 Panjang Elemen Batas BE 2 - 2	354
Gambar 4.80 Panjang Elemen Batas BE 2 - 3	354
Gambar 4.81 Detail Tulangan Longitudinal BE 2 - 1	356
Gambar 4.82 Detail Tulangan Longitudinal BE 2 - 2.....	357
Gambar 4.83 Detail Tulangan Longitudinal BE 2 – 3	358
Gambar 4.84 Luas Area BE 2 - 1.....	361
Gambar 4.85 Detail Tulangan Transversal BE 2 - 1	365
Gambar 4.86 Luas Area BE 2 - 2.....	366
Gambar 4.87 Detail Tulangan Transversal BE 2 - 2.....	369
Gambar 4.88 Luas Area BE 2 - 3.....	370
Gambar 4.89 Detail Tulangan Transversal BE 2 - 3.....	373
Gambar 4.90 Detail Penulangan Dinding Struktural Khusus (SW2).....	377
Gambar 4.91 Pemodelan Sendi Plastis (hange)	378
Gambar 4.92 Hasil Analisis Sendi Plastis (hange) arah X.....	382
Gambar 4.93 Hasil Analisis Sendi Plastis (hange) arah Y.....	385

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Ketidakberaturan Torsi Sumbu X.....	141
Grafik 4.2 Ketidakberaturan Torsi Sumbu Y.....	142
Grafik 4.3 Ketidakberaturan Tingkat Lunak Sumbu X.....	155
Grafik 4.4 Ketidakberaturan Tingkat Lunak Sumbu Y.....	155
Grafik 4.5 Ketidakberaturan Massa	158
Grafik 4.6 Ketidakberaturan Tingkat Lemah.....	162
Grafik 4.7 Gaya Geser Lantai terhadap 35% Base Shear arah X.....	170
Grafik 4.8 Gaya Geser Lantai terhadap 35% Base Shear arah Y.....	171
Grafik 4.9 Grafik Simpangan arah X.....	178
Grafik 4.10 Grafik Simpangan arah Y	180
Grafik 4.11 Pengaruh P-delta arah X.....	183
Grafik 4.12 Pengaruh P-delta arah Y	185
Grafik 4.13 Distribusi CQC arah X	380
Grafik 4.14 Distribusi CQC arah Y	381
Grafik 4.15 Kurva Kapasitas Pushover dan Kurva Elastik arah X	383
Grafik 4.16 Kurva Kapasitaas dam Permintaan Pushover Sumbu X.....	383
Grafik 4.17 Kurva Kapasitas Pushover dan Kurva Elastik arah Y	386
Grafik 4.18 Kurva Kapasitaas dam Permintaan Pushover Sumbu Y	386

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, mm²
- A_{cp} = Luas dibatasi oleh keliling luar penampang beton, mm²
- A_g = Luas bruto penampang beton, mm²
- A_j = Luas efektif joint, mm²
- A_o = Luas bruto yang dilingkupi oleh lintasan alir geser, mm²
- A_{sh} = Luas penampang total tulangan transversal (termasuk ikat silang) dalam spasi s , mm²
- A_{st} = Luas total tulangan longitudinal nonprategang (batang tulangan), mm²
- A_{oh} = Luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar, mm²
- A_{smin} = Luas tulangan minimum, mm²
- α_m = Nilai rata-rata α_f untuk semua balok pada tepi panel
- β_1 = Faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
- b = Lebar muka tekan komponen struktur, mm
- b_f = 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
h_w	= Tinggi dinding keseluruhan dari dasar ke tepi atas atau tinggi bersih segmen dinding atau pilar dinding yang ditinjau, mm
k_f	= Faktor kekuatan beton
k_n	= Faktor efektifitas pengekang
L	= Beban hidup
L_r	= Beban hidup atap
ℓ_{be}	= Lebar elemen batas, mm
ℓ_n	= Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm
ℓ_o	= Panjang sendi plastis kolom, mm
ℓ_w	= Panjang seluruh dinding, atau panjang segmen dinding atau pilar dinding yang ditinjau dalam arah gaya geser, 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
R	= Beban hujan

- s = Spasi tulangan, mm
 S_{DS} = Parameter percepatan respons spektral desain pada periode pendek
 s_o = Spasi pusat ke pusat tulangan transversal dalam panjang ℓ_o mm
 T_{th} = Ambang batas torsi, Nmm
 T_n = Kekuatan torsi nominal, Nmm
 T_u = Momen torsi terfaktor, Nmm
 U = Kekuatan perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang terkait dengan kombinasinya
 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 efektif
 ρ = Faktor redundansi
 ρ = Rasio As terhadap bd
 ρ_{min} = Rasio tulangan minimum
 ρ_{max} = Rasio tulangan maksimum
 ρ_t = Rasio luas tulangan transversal terdistribusi terhadap luas beton bruto yang tegak lurus terhadap tulangan yang dimaksud
 \emptyset = Faktor reduksi kekuatan
 Δ_i = Simpangan antar lantai
 Δ_a = Simpangan ijin
 ϵ_c = Regangan beton
 ϵ_s = Regangan tulangan