

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penyusunan	3
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Struktur Gedung	5
2.2 Sistem Kolom Pada Struktur Gedung	5
2.2.1 Material Beton	6
2.2.2 Material Baja.....	6
2.2.2.2 Profil Baja	6
2.2.2.3 Sifat Mekanis Baja	7
2.3 Sambungan Pada Struktur	7
2.3.1 Sambungan Baut.....	7

2.3.1.1 Jenis-Jenis Sambungan Baut	8
2.3.1.2 Kekuatan Material Sambungan Baut	8
2.3.2 Sambungan Las.....	9
2.3.2.1 Jenis-Jenis Sambungan Las.....	9
2.3.2.2 Kekuatan Material Sambungan Las	9
2.4 Kolom Baja Konvensional	10
2.5 Kolom Komposit Baja-Beton.....	10
2.5.1 Jenis Kolom Komposit.....	10
2.5.1.1 Kolom Komposit <i>Inside Steel</i>	10
2.5.1.2 Kolom Komposit <i>Outside Steel</i>	11
2.6 Beban Pada Struktur Gedung	11
2.6.1 Beban Mati.....	11
2.6.2 Beban Hidup	12
2.6.3 Beban Angin	13
2.6.3.1 Kecepatan Angin Dasar (V)	13
2.6.3.2 Faktor Arah Angin (Kd)	13
2.6.3.3 Kategori <i>Eksposur</i>	14
2.6.3.4 Faktor Topografi (K_{zt})	15
2.6.3.5 Faktor Elevasi Permukaan Tanah (K_e)	15
2.6.3.6 Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})	15
2.6.3.7 Koefisien Tekanan Eksternal (C_p).....	16
2.6.4 Beban Gempa.....	16
2.6.4.2 Peta Zonasi Gempa Indonesia.....	16
2.6.4.3 Kategori Risiko Bangunan	17
2.6.4.4 Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	18
2.6.4.5 Klasifikasi Situs	18

2.6.4.6 Faktor Koefisien Situs.....	18
2.6.4.7 <i>Spektrum Respons</i> Desain	20
2.6.4.8 Parameter Penahan Gaya Seismik.....	21
2.6.5 Ketidakberaturan Konfigurasi.....	23
2.6.6 Analisis Statik Ekuivalen.....	24
2.6.6.1 Gaya Geser Dasar Seismik (V)	24
2.6.6.2 Koefisien Respons Seismik (C_s)	24
2.6.6.3 Periode Alami Struktur (T)	24
2.6.6.4 Simpangan Antar Lantai.....	26
2.6.6.5 Pengaruh <i>P-Delta</i>	27
2.7 Kombinasi Pembebanan	28
2.7.1 Kombinasi Pembebanan Metode Ultimit.....	28
2.8 Penelitian Terdahulu	29
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Lokasi Penelitian	30
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.2.1 Data Penelitian.....	30
3.3 Alat Penelitian	30
3.4 Data Teknis Bangunan.....	31
3.5 Pengumpulan Data dan Studi Literatur	34
3.6 Analisis Penelitian	34
3.6.1 Analisis Pembebanan	34
3.6.1.1 Beban Mati.....	34
3.6.1.2 Beban Hidup	35
3.6.1.3 Beban Angin.....	36
3.6.1.4 Beban Gempa.....	40

3.7 Preliminary Design.....	42
3.7.1 Balok induk.....	42
3.7.2 Balok Anak	44
3.7.3 Pelat Lantai	46
3.7.4 Kolom Baja Konvensional.....	48
3.7.5 Kolom Komposit Baja-Beton	50
3.8 Pemodelan Struktur Pada <i>Software</i> Struktur	53
3.8.1 <i>Model Initialization</i>	53
3.8.2 <i>Grid System Data</i>	54
3.8.3 <i>Define Material Properties</i>	55
3.8.4 <i>Define Frame Section</i>	56
3.8.5 Hasil Pemodelan	58
3.9 Alur Penelitian.....	59
3.10 Kode dan Standar Peraturan	60
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	61
4.1 Pengecekan Kapasitas Penampang Balok	61
4.1.1 Balok Induk.....	61
4.1.1.1 Pemeriksaan Tekuk Lokal Penampang Baja.....	61
4.1.1.2 Pemeriksaan Tekuk Torsi Lateral	62
4.1.1.3 Pemeriksaan Kuat Geser Penampang	64
4.1.1.4 Perhitungan Tulangan Pelat Beton.....	64
4.1.1.5 Balok Induk Komposit Eksterior	66
4.1.1.6 Balok Induk Komposit Interior	72
4.1.1.7 Perhitungan <i>Stud</i> Geser	78
4.1.1.8 Perhitungan Las <i>Fillet</i>	79
4.1.1.9 Kriteria Lendutan Balok Baja	79

4.1.2 Balok Anak	80
4.1.2.1 Pemeriksaan Tekuk Lokal Penampang Baja	81
4.1.2.2 Pemeriksaan Tekuk Torsi Lateral	82
4.1.2.3 Pemeriksaan Kuat Geser Penampang	84
4.1.2.4 Perhitungan Tulangan Pelat Beton	84
4.1.2.5 Balok Anak Komposit Interior	85
4.1.2.6 Perhitungan <i>Stud</i> Geser	91
4.1.2.7 Perhitungan Las <i>Fillet</i>	92
4.1.2.8 Kriteria Lendutan Balok Baja	93
4.2 Pengecekan Kapasitas Penampang Kolom.....	94
4.2.1 Kolom Baja Konvensional.....	94
4.2.1.1 Pemeriksaan Tekuk Lokal Penampang Baja	94
4.2.1.2 Pemeriksaan Tekuk Lentur.....	95
4.2.1.3 Pemeriksaan Tegangan Kritis Tekuk Lentur	96
4.2.1.4 Pemeriksaan Tekuk Puntir.....	96
4.2.2 Kolom Komposit Baja-Beton	97
4.2.2.1 Luas Penampang dan Rasio Tulangan	97
4.2.2.2 Perhitungan Parameter Penampang Komposit.....	98
4.2.2.3 Kekakuan Efektif Penampang Komposit	99
4.2.2.4 Pemeriksaan Tekuk Elastis.....	99
4.2.2.5 Kuat Tekan Rencana Kolom	99
4.2.2.6 Kuat Tarik Rencana Kolom Komposit.....	100
4.3 Pengecekan Kapasitas Sambungan.....	100
4.3.1 Sambungan Balok Anak – Balok Anak	100
4.3.2 Sambungan Balok Anak - Balok Induk	104
4.3.3 Sambungan <i>End Plate</i> Kolom Baja Konvensional	108

4.3.4 Sambungan <i>End Plate</i> Kolom Komposit Baja-Beton.....	113
4.3.5 Sambungan Balok Induk - Kolom Baja Konvensional (<i>flens</i>)	118
4.3.6 Sambungan Balok Induk - Kolom Komposit Baja-Beton (<i>flens</i>)	124
4.3.7 Sambungan Balok Induk - Kolom Baja Konvensional (<i>web</i>).....	129
4.3.8 Sambungan Balok Induk - Kolom Komposit Baja-Beton (<i>web</i>)	135
4.3.9 Sambungan <i>Base Plate</i> Kolom Baja Konvensional.....	140
4.3.10 Sambungan <i>Base Plate</i> Kolom Komposit Baja-Beton	145
4.3.11 Rekapitulasi Sambungan Baut	150
4.4 Perbandingan Perilaku Struktur dan Gaya-Gaya Dalam	151
4.4.1 Ragam Gerak Struktur dan Partisipasi Massa.....	151
4.4.2 Periode Fundamental Struktur	152
4.4.3 Gaya Geser Dasar	153
4.4.4 Kekakuan Struktur	154
4.4.5 Simpangan Antar Tingkat	156
4.4.6 Pengaruh <i>P-Delta</i>	158
4.4.7 Ketidakberaturan Konfigurasi Vertikal.....	159
4.4.8 Ketidakberaturan Konfigurasi Horizontal	162
4.4.9 Perbandingan Gaya-Gaya Dalam Balok.....	165
4.4.10 Perbandingan Gaya-Gaya Dalam Kolom	165
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	166
5.1 Kesimpulan.....	166
5.2 Saran.....	167
DAFTAR PUSTAKA	168
LAMPIRAN.....	170

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat mekanis baja struktural berdasarkan mutu baja.....	7
Tabel 2. 2 Tipe baut dan spesifikasinya	8
Tabel 2. 3 Kekuatan elektroda las	9
Tabel 2. 4 Beban mati desain minimum (kN/m^3).....	12
Tabel 2. 5 Beban hidup minimum terdistribusi.....	13
Tabel 2. 6 Faktor arah angin.....	13
Tabel 2. 7 Faktor elevasi permukaan tanah.....	15
Tabel 2. 8 Koefisien tekanan internal (GC_{pi})	15
Tabel 2. 9 Koefisien tekanan eksternal dinding	16
Tabel 2. 10 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung.....	17
Tabel 2. 11 Faktor keutamaan gempa.....	18
Tabel 2. 12 Klasifikasi situs	18
Tabel 2. 13 Koefisien situs F_a	19
Tabel 2. 14 Koefisien situs F_v	19
Tabel 2. 15 Faktor R , Ω_0 , dan C_d untuk sistem pemikul gaya seismik	21
Tabel 2. 16 Tipe ketidakberaturan horizontal struktur	23
Tabel 2. 17 Tipe ketidakberaturan vertikal struktur	23
Tabel 2. 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	25
Tabel 2. 19 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	26
Tabel 2. 20 Simpangan antar lantai izin	27
Tabel 3. 1 SIDL yang digunakan dalam perencanaan (kN/m^2).....	35
Tabel 3. 2 LL yang digunakan dalam perencanaan (kN/m^2).....	35
Tabel 3. 3 Hasil perhitungan koefisien eksposur tekanan kecepatan.....	37
Tabel 3. 4 Hasil perhitungan tekanan kecepatan setiap lantai (N/m^2).....	37
Tabel 3. 5 Tekanan angin desain dinding arah sumbu X dan Y (N/m^2)	39
Tabel 3. 6 Tekanan angin dinding sisi pergi sumbu X (N/m^2)	39
Tabel 3. 7 Tekanan angin dinding sisi pergi sumbu Y (N/m^2).....	40
Tabel 3. 8 DL pelat lantai yang dipikul balok induk (kN)	42
Tabel 3. 9 SIDL pelat lantai yang dipikul balok induk (kN).....	42
Tabel 3. 10 LL pelat lantai yang dipikul balok induk (kN).....	43

Tabel 3. 11 <i>Preliminary design</i> balok induk	43
Tabel 3. 12 DL pelat lantai yang dipikul balok anak (kN).....	44
Tabel 3. 13 SIDL pelat lantai yang dipikul balok anak (kN)	44
Tabel 3. 14 LL pelat lantai yang dipikul balok anak (kN)	45
Tabel 3. 15 <i>Preliminary design</i> balok anak.....	45
Tabel 3. 16 DL balok induk yang dipikul kolom (kN).....	48
Tabel 3. 17 DL balok anak yang dipikul kolom (kN)	48
Tabel 3. 18 DL pelat lantai & atap yang dipikul kolom (kN)	48
Tabel 3. 19 SIDL pelat lantai yang dipikul kolom (kN).....	49
Tabel 3. 20 SIDL pelat atap yang dipikul kolom (kN).....	49
Tabel 3. 21 LL Pelat lantai yang dipikul kolom (kN)	49
Tabel 3. 22 LL pelat atap yang dipikul kolom (kN).....	49
Tabel 3. 23 <i>Preliminary design</i> kolom baja konvensional	50
Tabel 3. 24 DL balok induk yang dipikul kolom (kN).....	51
Tabel 3. 25 DL balok anak yang dipikul kolom (kN)	51
Tabel 3. 26 DL Pelat lantai & atap yang dipikul kolom (kN)	51
Tabel 3. 27 SIDL pelat lantai yang dipikul kolom (kN).....	52
Tabel 3. 28 SIDL pelat atap yang dipikul kolom (kN).....	52
Tabel 3. 29 LL pelat lantai yang dipikul kolom (kN).....	52
Tabel 3. 30 LL pelat atap yang dipikul kolom (kN).....	52
Tabel 3. 31 Parameter penampang profil baja.....	53
Tabel 4. 1 Perhitungan letak garis netral penampang komposit balok induk.....	80
Tabel 4. 2 Perhitungan momen inersia penampang komposit.....	80
Tabel 4. 3 Perhitungan letak garis netral penampang komposit balok anak	93
Tabel 4. 4 Perhitungan momen inersia penampang komposit.....	94
Tabel 4. 5 Rekapitulasi sambungan baut pada kedua pemodelan kolom.....	151
Tabel 4. 6 Perbandingan partisipasi massa ragam terkombinasi (%).....	151
Tabel 4. 7 Ragam gerak struktur modal 1, modal 2, dan modal 3 (%)	152
Tabel 4. 8 Periode fundamental struktur sumbu X dan Y (detik).....	153
Tabel 4. 9 Pengecekan gaya geser dasar arah X & Y analisis linier dinamik	153
Tabel 4. 10 Faktor modifikasi dan faktor skala baru beban gempa.....	154
Tabel 4. 11 Pengecekan gaya geser dasar linier dinamik (skala baru).....	154

Tabel 4. 12 Kekakuan struktur arah X	154
Tabel 4. 13 Kekakuan struktur arah Y	155
Tabel 4. 14 Simpangan antar tingkat arah X	156
Tabel 4. 15 Simpangan antar tingkat arah Y	157
Tabel 4. 16 Koefisien Stabilitas Arah X	158
Tabel 4. 17 Koefisien Stabilitas Arah Y	159
Tabel 4. 18 Ketidakberaturan vertikal 1a - 1b kolom baja	159
Tabel 4. 19 Ketidakberaturan vertikal 1a - 1b kolom komposit	160
Tabel 4. 20 Ketidakberaturan vertikal tipe 2	160
Tabel 4. 21 Ketidakberaturan vertikal tipe 5a-5b kolom baja konvensional	161
Tabel 4. 22 Ketidakberaturan vertikal tipe 5a-5b kolom komposit baja-beton	162
Tabel 4. 23 Ketidakberaturan horizontal tipe 1a-1b kolom baja konvensional	162
Tabel 4. 24 Ketidakberaturan horizontal tipe 1a-1b kolom komposit	163
Tabel 4. 25 Ketidakberaturan horizontal tipe 2 kolom baja dan komposit	163
Tabel 4. 26 Ketidakberaturan horizontal tipe 3 kolom baja dan komposit	164
Tabel 4. 27 Momen lentur dan gaya geser ultimate balok induk	165
Tabel 4. 28 Momen lentur dan gaya geser ultimate balok anak	165
Tabel 4. 29 Gaya aksial, momen dan gaya geser ultimate kolom	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Profil baja <i>H-Beam (H)</i>	7
Gambar 2. 2 Kolom komposit <i>inside steel</i>	11
Gambar 2. 3 Kolom komposit <i>outside steel</i>	11
Gambar 2. 4 Peta <i>PGA MCEg</i>	17
Gambar 2. 5 Grafik <i>spektrum respons</i> desain	20
Gambar 2. 6 Penentuan simpangan antar lantai	26
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian	30
Gambar 3. 2 Denah balok lantai 1	31
Gambar 3. 3 Denah balok lantai 2	32
Gambar 3. 4 Denah balok lantai 3	32
Gambar 3. 5 Denah balok lantai 4	33
Gambar 3. 6 Denah balok dak atap	33
Gambar 3. 7 Denah balok dak atap lift	34
Gambar 3. 8 Balok Induk	43
Gambar 3. 9 Balok Anak	45
Gambar 3. 10 Pelat lantai dan pelat atap	47
Gambar 3. 11 Kolom baja konvensional	50
Gambar 3. 12 Profil baja	53
Gambar 3. 13 Penampang kolom komposit baja-beton	53
Gambar 3. 14 <i>Model initialization</i>	54
Gambar 3. 15 Penentuan template model	54
Gambar 3. 16 <i>Grid system data</i>	54
Gambar 3. 17 <i>Define property</i> baja	55
Gambar 3. 18 <i>Define property</i> beton	55
Gambar 3. 19 <i>Define property</i> tulangan	55
Gambar 3. 20 <i>Define Frame Section</i> kolom	56
Gambar 3. 21 <i>Define Frame Section</i> profil baja	56
Gambar 3. 22 <i>Define Frame Section</i> kolom komposit	57
Gambar 3. 23 <i>Define Frame Section</i> balok	57
Gambar 3. 24 <i>Define Frame Section</i> pelat lantai & pelat atap	58

Gambar 3. 25 Pemodelan kolom baja dan kolom komposit di <i>Software</i> struktur.	58
Gambar 3. 26 Diagram alir penelitian.....	59
Gambar 4. 1 Pemeriksaan tekuk lokal penampang IWF.....	61
Gambar 4. 2 Letak tulangan pada pelat.....	65
Gambar 4. 3 Balok induk komposit eksterior	66
Gambar 4. 4 Diagram tegangan plastis daerah momen negatif	67
Gambar 4. 5 Penampang balok induk komposit	70
Gambar 4. 6 Diagram tegangan plastis daerah momen positif	71
Gambar 4. 7 Balok induk komposit interior	72
Gambar 4. 8 Diagram tegangan plastis daerah momen negatif	73
Gambar 4. 9 Penampang balok induk komposit	76
Gambar 4. 10 Diagram tegangan plastis daerah momen positif	77
Gambar 4. 11 Pemeriksaan tekuk lokal penampang IWF.....	81
Gambar 4. 12 Letak tulangan pada pelat.....	84
Gambar 4. 13 Balok anak komposit interior	86
Gambar 4. 14 Diagram tegangan plastis daerah momen negatif	87
Gambar 4. 15 Penampang balok anak komposit.....	89
Gambar 4. 16 Diagram tegangan plastis daerah momen positif	91
Gambar 4. 17 Pemeriksaan tekuk lokal penampang HB	94
Gambar 4. 18 Detail penulangan kolom komposit baja-beton.....	98
Gambar 4. 19 Penempatan baut (A) dan potongan (B).....	103
Gambar 4. 20 Skema jarak baut pada pelat.....	103
Gambar 4. 21 Penempatan baut (A) dan potongan (B).....	107
Gambar 4. 22 Skema jarak baut pada pelat.....	107
Gambar 4. 23 Tata letak baut sambungan end-plate	110
Gambar 4. 24 Skema jarak baut pada pelat.....	111
Gambar 4. 25 Bagian yang di las pada <i>end-plate</i>	113
Gambar 4. 26 Tata letak baut sambungan <i>end-plate</i>	115
Gambar 4. 27 Skema jarak baut pada pelat.....	116
Gambar 4. 28 Bagian yang di las pada <i>end-plate</i>	118
Gambar 4. 29 Tata letak baut sambungan <i>end-plate</i>	120
Gambar 4. 30 Sambungan <i>end plate</i> balok induk pada <i>flens</i> kolom.....	122

Gambar 4. 31 Jarak baut.....	122
Gambar 4. 32 Bagian yang di las pada <i>end-plate</i> balok induk.....	123
Gambar 4. 33 Tata letak baut sambungan <i>end-plate</i>	126
Gambar 4. 34 Sambungan <i>end plate</i> balok induk pada <i>flens</i> kolom.....	127
Gambar 4. 35 Jarak Baut.....	127
Gambar 4. 36 Bagian yang di las pada <i>end-plate</i> balok induk.....	129
Gambar 4. 37 Tata letak baut sambungan <i>end-plate</i>	131
Gambar 4. 38 Sambungan <i>end plate</i> balok induk pada <i>web</i> kolom.....	133
Gambar 4. 39 Jarak Baut.....	133
Gambar 4. 40 Bagian yang di las pada <i>end-plate</i> balok induk.....	134
Gambar 4. 41 Tata letak baut sambungan <i>end-plate</i>	137
Gambar 4. 42 Sambungan <i>end plate</i> balok induk pada <i>web</i> kolom.....	138
Gambar 4. 43 Jarak Baut.....	138
Gambar 4. 44 Bagian yang di las pada <i>end-plate</i> balok induk.....	140
Gambar 4. 45 Perencanaan sambungan <i>base plate</i>	141
Gambar 4. 46 Gaya-gaya yang bekerja pada <i>base plate</i>	143
Gambar 4. 47 Distribusi tegangan yang terjadi.....	144
Gambar 4. 48 Bagian yang di las pada <i>base plate</i>	145
Gambar 4. 49 Perencanaan sambungan <i>base plate</i>	146
Gambar 4. 50 Gaya-gaya yang bekerja pada <i>base plate</i>	148
Gambar 4. 51 Distribusi tegangan yang terjadi.....	149
Gambar 4. 52 Bagian yang di las pada <i>base plate</i>	150
Gambar 4. 53 Grafik kekakuan arah X	155
Gambar 4. 54 Grafik kekakuan arah Y	155
Gambar 4. 55 Simpangan arah X	157
Gambar 4. 56 Simpangan arah Y	157
Gambar 4. 57 Ketidakberaturan vertikal tipe 1a-1b, 2, 3, 4, dan 5a-5b.....	162
Gambar 4. 58 Ketidakberaturan tipe 1a-1b, 2, 3, 4, dan 5	164

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keputusan Dosen Pembimbing	171
Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing I.....	172
Lampiran 3 Lembar Konsultasi Pembimbing II.....	175
Lampiran 4 Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir Pembimbing I.....	177
Lampiran 5 Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir Pembimbing II.....	178
Lampiran 6 Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir Penguji I	179
Lampiran 7 Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir Penguji II.....	180
Lampiran 8 Dimensi dan Sifat Mekanis Profil Baja Struktural	181
Lampiran 9 Dimensi dan Spesifikasi <i>Shear Stud (Shear Connector)</i>	183
Lampiran 10 Detail <i>Engineering Design</i> Kolom Baja Konvensional.....	184
Lampiran 11 Detail <i>Engineering Design</i> Kolom Komposit Baja-Beton	199