

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Perencanaan Gedung	5
2.2 Struktur Baja	6
2.3 Metode LRFD (<i>Load and Resistance Faktor Design</i>)	8
2.4 Perencanaan Struktur.....	9
2.5 Struktur Bangunan Tahan Gempa	10
2.5.1 Rangka <i>Bracing</i>	12
2.5.2 <i>Bracing V</i>	15
2.5.3 <i>Bracing Inverted V</i>	15
2.6 Konsep Pembebanan	16
2.6.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	16
2.6.2 Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	24
2.6.3 Beban Angin	30
2.6.4 Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>).....	31

2.7	Kombinasi Pembebanan.....	45
2.8	Gaya Geser (<i>Base Shear</i>)	46
2.9	Ketidakteraturan Struktur	48
2.9.1	Ketidakteraturan Horizontal	48
2.9.2	Ketidakteraturan Vertikal.....	49
2.10	Simpangan Antar Lantai Tingkat.....	51
2.11	Pengaruh P-delta	54
2.12	Sambungan	56
2.12.1	Sambungan Baut.....	56
2.12.2	Sambungan Las	58
2.13	Penelitian Sebelumnya	60
3	METODOLOGI PENELITIAN.....	62
3.1	Lokasi Penelitian	62
3.2	Teknik Pengumpulan Data	62
3.3	Data Perencanaan	62
3.3.1	Data Teknis	62
3.3.2	Data Bahan	63
3.3.3	Data Dimensi Kolom, Balok dan <i>Bracing</i>	63
3.4	Denah Gedung.....	64
3.5	Permodelan Struktur.....	64
3.6	Diagram Alir.....	66
4	ANALISIS PERHITUNGAN HASIL DAN PEMBAHASAN	70
4.1	<i>Preliminary Design</i>	70
4.1.1	Kolom.....	70
4.1.2	Balok	73
4.1.3	Pelat Lantai dengan Bondek.....	76
4.1.4	Tangga	79
4.1.5	<i>Bracing</i>	90
4.2	Pembebanan Struktur	92
4.2.1	Beban Mati Tambahan.....	92
4.2.2	Beban Hidup.....	93
4.2.3	Beban Gempa	93

4.2.4	Kombinasi Pembebanan	96
4.2.5	Pembebanan Pada Software ETABS	97
4.3	Struktur Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	98
4.3.1	Input Data Percepatan Gempa	98
4.3.2	Input Parameter Gempa.....	99
4.3.3	Periode Struktur.....	99
4.3.4	Kontrol Partisipasi Massa.....	99
4.3.5	Gaya Geser Dasar Seismik	100
4.3.6	Penskalaan Gaya.....	100
4.3.7	Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal dan Horizontal.....	101
4.3.8	Penskalaan Simpangan	103
4.3.9	Simpangan Antar Tingkat.....	105
4.3.10	Grafik <i>Displacement</i>	106
4.3.11	Perhitungan Pengaruh <i>P-delta</i>	107
4.4	Gedung Menggunakan <i>Bracing</i> Tipe V	108
4.4.1	Input Data Percepatan Gempa	108
4.4.2	Input Parameter Gempa.....	109
4.4.3	Periode Struktur.....	109
4.4.4	Kontrol Partisipasi Massa.....	109
4.4.5	Gaya Geser Dasar Seismik	110
4.4.6	Penskalaan Gaya.....	112
4.4.7	Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal dan Vertikal.....	112
4.4.8	Penskalaan Simpangan	114
4.4.9	Simpangan Antar Tingkat.....	114
4.4.10	Grafik <i>Displacement</i>	116
4.4.11	Perhitungan Pengaruh <i>P-delta</i>	117
4.5	Gedung Menggunakan <i>Bracing</i> Tipe <i>Inverted V</i>	118
4.5.1	Input Data Percepatan Gempa	118
4.5.2	Input Parameter Gempa.....	119
4.5.3	Periode Struktur.....	119
4.5.4	Kontrol Partisipasi Massa.....	119
4.5.5	Gaya Geser Dasar Seismik	120

4.5.6	Penskalaan Gaya.....	122
4.5.7	Ketidakteraturan Horizontal dan Vertikal.....	122
4.5.8	Penskalaan Simpangan	124
4.5.9	Simpangan Antar Tingkat.....	125
4.5.10	Grafik <i>Displacement</i>	126
4.5.11	Perhitungan Pengaruh <i>P-delta</i>	127
4.6	Perbandingan Simpangan Antar Tingkat.....	128
4.6.1	Perbandingan Nilai <i>Displacement</i>	129
4.7	Perencanaan Elemen Balok Tanpa <i>Bracing</i>	130
4.7.1	Data Bahan	130
4.7.2	Data Profil Baja	131
4.7.3	Data Balok.....	131
4.7.4	<i>Section Properties</i>	132
4.7.5	Perhitungan Kekuatan	134
4.8	Perencanaan Elemen Balok dengan <i>Bracing</i> Tipe V	145
4.8.1	Data Bahan	145
4.8.2	Data Profil Baja	146
4.8.3	Data Balok.....	146
4.8.4	<i>Section Properties</i>	147
4.8.5	Perhitungan Kekuatan	149
4.9	Perencanaan Elemen Balok Anak dengan <i>Bracing</i> Tipe V	161
4.9.1	Data Bahan	161
4.9.2	Data Profil Baja	161
4.9.3	Data Balok.....	161
4.9.4	<i>Section Properties</i>	162
4.9.5	Perhitungan Kekuatan	164
4.10	Perencanaan Elemen Balok dengan <i>Bracing</i> Tipe Inverted V	176
4.10.1	Data Bahan	176
4.10.2	Data Profil Baja	176
4.10.3	Data Balok.....	176
4.10.4	<i>Section Properties</i>	177
4.10.5	Perhitungan Kekuatan	179

4.11	Perencanaan Elemen Balok Anak dengan <i>Bracing</i> Tipe <i>Inverted V</i>	191
4.11.1	Data Bahan	191
4.11.2	Data Profil Baja	191
4.11.3	Data Balok	192
4.11.4	<i>Section Properties</i>	193
4.11.5	Perhitungan Kekuatan	194
4.12	Perencanaan Elemen <i>Bracing V</i>	206
4.13	Perencanaan Elemen <i>Bracing Inverted V</i>	209
4.14	Perencanaan Elemen Kolom Tanpa <i>Bracing</i>	212
4.14.1	Data Bahan	212
4.14.2	Data Profil Baja	212
4.14.3	Data Kolom	212
4.14.4	<i>Section Properties</i>	213
4.14.5	Perhitungan kekuatan	215
4.15	Perencanaan Elemen Kolom Dengan <i>Bracing V</i>	223
4.15.1	Data Bahan	223
4.15.2	Data Profil Baja	223
4.15.3	Data Balok	224
4.15.4	<i>Section Properties</i>	224
4.15.5	Perhitungan kekuatan	226
4.16	Perencanaan Elemen Kolom Dengan <i>Bracing Inverted V</i>	235
4.16.1	Data Bahan	235
4.16.2	Data Profil Baja	235
4.16.3	Data Balok	235
4.16.4	<i>Section Properties</i>	236
4.16.5	Perhitungan kekuatan	237
4.17	Gaya Dalam Pada Struktur	246
4.18	Sambungan Baut Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	248
4.18.1	Sambungan Kolom-Balok Induk.....	248
4.18.2	Sambungan Kolom-Kolom.....	255
4.18.3	Sambungan Balok Induk-Balok Induk	262

4.18.4	Sambungan Balok Induk – Balok Anak 1	268
4.18.5	Sambungan Balok Induk – Balok Anak 2	275
4.18.6	Sambungan Balok Anak – Balok Anak	282
4.19	Sambungan Baut <i>Bracing V</i>	289
4.19.1	Sambungan Kolom – Balok Induk	289
4.19.2	Sambungan Kolom – Kolom	296
4.19.3	Sambungan Balok Induk – Balok Induk	303
4.19.4	Sambungan Balok Induk – Balok Anak 1	309
4.19.5	Sambungan Balok Induk – Balok Anak 2	316
4.19.6	Sambungan Balok Anak – Balok Anak	323
4.19.7	Sambungan Balok – <i>Bracing V</i> (Bagian Atas).....	330
4.19.8	Sambungan Kolom – <i>Bracing V</i>	337
4.19.9	Sambungan <i>Bracing V</i> – Balok (Bagian Bawah).....	344
4.20	Sambungan Baut <i>Bracing Inverted V</i>	352
4.20.1	Sambungan Kolom-Balok Induk.....	352
4.20.2	Sambungan Kolom-Kolom.....	359
4.20.3	Sambungan Balok Induk-Balok Induk	366
4.20.4	Sambungan Balok Induk-Balok Anak 1	372
4.20.5	Sambungan Balok Induk-Balok Anak 2	379
4.20.6	Sambungan Balok Anak – Balok Anak	386
4.20.7	Sambungan Balok – <i>Bracing Inverted V</i> (Bagian Atas).....	393
4.20.8	Sambungan Kolom – <i>Bracing Inverted V</i>	400
4.20.9	Sambungan <i>Bracing Inverted V</i> - Balok (Bagian Bawah) ...	407
4.21	Rekapitulasi Sambungan	415
4.22	Pembahasan	416
4.22.1	Hasil Analisis Perhitungan pada Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	416
4.22.2	Hasil Analisis Perhitungan pada Gedung Dengan <i>Bracing Tipe V</i>	417
4.22.3	Hasil Analisis Perhitungan pada Gedung dengan <i>Bracing Tipe Inverted V</i>	418
5	KESIMPULAN	421
5.1	Kesimpulan.....	421

5.2	Saran.....	421
DAFTAR PUSTAKA.....		423
LAMPIRAN.....		425

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Mekanis Baja	8
Tabel 2.2	Berat Mati Desain Minimum	17
Tabel 2.3	Densitas Minimum untuk Beban Desain dari Material.....	21
Tabel 2.4	Beban Hidup Pada Lantai Gedung.....	25
Tabel 2.5	Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa.....	34
Tabel 2.6	Faktor Keutamaan Gempa.....	36
Tabel 2.7	Klasifikasi Situs	37
Tabel 2.8	Koefisien Situs, F_a	38
Tabel 2.9	Koefisien Situs, F_y	39
Tabel 2.10	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	40
Tabel 2.11	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	40
Tabel 2.12	Faktor R , Ω_0 , C_d untuk sistem struktur tahan gempa.....	41
Tabel 2.13	Ketidakteraturan Horizontal.....	48
Tabel 2.14	Ketidakteraturan Vertikal	49
Tabel 2.15	Simpangan antar tingkat izin.....	53
Tabel 2.16	Dimensi Lubang	58
Tabel 4.1	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	95
Tabel 4.2	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	96
Tabel 4.3	Kombinasi Pembebanan.....	96
Tabel 4.4	Ketidakteraturan Torsi pada Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	101

Tabel 4.5	Ketidaberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Untuk Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	101
Tabel 4.6	Ketidakberaturan Massa Pada Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	102
Tabel 4.7	Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Pada Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	102
Tabel 4.8	Partisipasi Massa	104
Tabel 4.9	Simpangan Antar Tingkat Arah x	105
Tabel 4.10	Simpangan Antar Tingkat Arah Y	105
Tabel 4.11	Nilai <i>Displacement</i> untuk Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	106
Tabel 4.12	Perhitungan Pengaruh <i>P-Delta</i>	107
Tabel 4.13	Partisipasi Massa	111
Tabel 4.14	Nilai Ketidakberaturan Horizontal Pada Gedung dengan <i>Bracing V</i>	112
Tabel 4.15	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Pada Gedung dengan <i>Bracing V</i>	113
Tabel 4.16	Ketidakberaturan Massa Pada Gedung dengan <i>Bracing V</i>	113
Tabel 4.17	Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral	114
Tabel 4.18	Simpangan Antar Tingkat Arah X	115
Tabel 4.19	Simpangan Antar Tingkat Arah Y	115
Tabel 4.20	Nilai <i>Displacement</i> Gedung dengan <i>Bracing V</i>	116
Tabel 4.21	Perhitungan Pengaruh <i>P-Delta</i>	117
Tabel 4.22	Partisipasi Massa	121
Tabel 4.23	Ketidakberaturan Horizontal Pada Gedung dengan <i>Bracing Inverted V</i>	122
Tabel 4.24	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Pada Gedung Dengan Menggunakan <i>Bracing Inverted V</i>	123

Tabel 4.25	Ketidakteraturan Massa pada Gedung dengan Menggunakan <i>Bracing Inverted V</i>	123
Tabel 4.26	Diskontinuitas dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat pada Gedung dengan <i>Bracing Inverted V</i>	124
Tabel 4.27	Simpangan Antar Tingkat Arah X	125
Tabel 4.28	Simpangan Antar Tingkat Arah Y	125
Tabel 4.29	Nilai <i>Displacement</i> Gedung dengan <i>Bracing Inverted V</i>	126
Tabel 4.30	Perhitungan Pengaruh <i>P-Delta</i>	127
Tabel 4.31	Perbandingan Nilai Simpangan Antar Tingkat	128
Tabel 4.32	Rekapitulasi Nilai <i>Displacement</i>	129
Tabel 4.33	Perbandingan Gaya Dalam	246
Tabel 4.34	Rekapitulasi Jumlah Baut	415

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Rangka <i>Bracing</i> Konsentrik	14
Gambar 2.2	Sistem <i>Bracing</i> Eksentrik	15
Gambar 2.3	Grafik Respon Spektrum Wilayah DKI Jakarta	33
Gambar 2.4	Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCE_R)	37
Gambar 2.5	Penentuan Simpangan Antar Tingkat	52
Gambar 2.6	Ilustrasi <i>P-Large Delta</i> ($P-\Delta$) dan <i>P-Small Delta</i> ($P-\delta$).....	54
Gambar 2.7	Contoh Sambungan Baut.....	56
Gambar 2.8	Tata letak baut.....	58
Gambar 2.9	Contoh Sambungan Las.....	59
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	62
Gambar 3.2	Denah Lantai 1 Puskesmas Kecamatan Jagakarsa	64
Gambar 3.3	Pemodelan Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	64
Gambar 3.4	Pemodelan Gedung Menggunakan <i>Bracing</i> Tipe V	65
Gambar 3.5	Pemodelan Gedung Menggunakan <i>Bracing</i> Tipe <i>Inverted V</i>	65
Gambar 3.6	Diagram Alir	67
Gambar 4.1	Letak Kolom.....	71
Gambar 4.2	Letak Balok	74
Gambar 4.3	Ilustrasi Pelat Bondek.....	76
Gambar 4.4	Sketsa Pelat Bondek dengan Balok	79
Gambar 4.5	Profil Siku L	82
Gambar 4.6	Grafik Respon Spektra	95
Gambar 4.7	<i>Assign</i> Beban Hidup Titik pada Struktur	97

Gambar 4.8	<i>Assign</i> Beban Mati pada Struktur	98
Gambar 4.9	Grafik Simpangan Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	106
Gambar 4.10	Grafik Nilai <i>Displacement</i> Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	107
Gambar 4.11	Grafik Pengaruh <i>P-Delta</i>	108
Gambar 4.12	Grafik Simpangan Gedung dengan <i>Bracing</i> V	116
Gambar 4.13	Grafik <i>Displacement</i> Gedung dengan <i>Bracing</i> V	117
Gambar 4.14	Grafik Pengaruh <i>P-Delta</i>	118
Gambar 4.15	Grafik Simpangan Gedung <i>Bracing Inverted</i> V	126
Gambar 4.16	Grafik <i>Displacement</i> Gedung dengan <i>Bracing Inverted</i> V	127
Gambar 4.17	Grafik Pengaruh <i>P-Delta</i>	128
Gambar 4.18	Perbandingan Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X	129
Gambar 4.19	Perbandingan Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y	129
Gambar 4.20	Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Arah X	130
Gambar 4.21	Grafik Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Arah Y	130
Gambar 4.22	Detail Profil Baja 300x150	131
Gambar 4.23	Sketsa Balok Induk Tanpa <i>Bracing</i>	132
Gambar 4.24	Diagram Momen dan Geser pada Balok Induk Gedung Tanpa <i>Bracing</i>	132
Gambar 4.25	Detail Profil Baja 300x150	146
Gambar 4.26	Sketsa Balok Induk Dengan <i>Bracing</i> Tipe V	147
Gambar 4.27	Diagram Momen dan Geser pada Balok Induk Gedung Menggunakan <i>Bracing</i> Tipe V	147
Gambar 4.28	Detail Profil Baja 250x125	161
Gambar 4.29	Diagram Momen dan Geser pada Balok Anak Gedung Menggunakan <i>Bracing</i> Tipe V	162
Gambar 4.30	Detail Profil Baja 300x150	176

Gambar 4.31	Sketsa Balok Induk Dengan Menggunakan <i>Bracing Tipe Inverted V</i>	177
Gambar 4.32	Diagram Momen dan Geser pada Balok Induk Gedung Menggunakan <i>Bracing Tipe Inverted V</i>	177
Gambar 4.33	Detail Profil Baja 250x125	191
Gambar 4.34	Diagram Momen dan Geser pada Balok Anak Gedung Menggunakan <i>Bracing Tipe Inverted V</i>	192
Gambar 4.35	Sketsa <i>Bracing Tipe V</i>	206
Gambar 4.36	Detail Pipa 8 inch	207
Gambar 4.37	Sketsa <i>Bracing Tipe Inverted V</i>	209
Gambar 4.38	Detail Pipa 8 inch	210
Gambar 4.39	Detail Profil Baja 350x350	212
Gambar 4.40	Sketsa Kolom.....	213
Gambar 4.41	Detail Profil Baja 350x350	223
Gambar 4.42	Sketsa Kolom.....	224
Gambar 4.43	Detail Profil Baja 350x350	235
Gambar 4.44	Sketsa Kolom.....	236
Gambar 4.45	Grafik Perbandingan Momen	246
Gambar 4.46	Grafik Perbandingan Gaya Aksial	247
Gambar 4.47	Grafik Perbandingan Gaya Torsi	247
Gambar 4.48	Grafik Perbandingan Gaya Geser	248
Gambar 4.49	Sketsa Sambungan Kolom-Balok.....	248
Gambar 4.50	Sketsa Kolom-Kolom	255
Gambar 4.51	Sketsa Balok Induk – Balok Induk.....	262
Gambar 4.52	Sketsa Balok Induk-Balok Anak 1	268
Gambar 4.53	Sketsa Balok Induk – Balok Anak 2.....	275

Gambar 4.54	Sketsa Sambungan Balok Anak – Balok Anak.....	282
Gambar 4.55	Sketsa Sambungan Kolom-Balok.....	289
Gambar 4.56	Sketsa Kolom-Kolom	296
Gambar 4.57	Sketsa Balok Induk – Balok Induk.....	303
Gambar 4.58	Sketsa Balok Induk-Balok Anak 1	309
Gambar 4.59	Sketsa Balok Induk – Balok Anak 2.....	316
Gambar 4.60	Sketsa Sambungan Balok Anak – Balok Anak.....	323
Gambar 4.61	Sketsa Balok- <i>Bracing</i> V	330
Gambar 4.62	Sketsa Sambungan Kolom- <i>Bracing</i> V.....	337
Gambar 4.63	Sketsa <i>Bracing</i> V – Balok (Bagian Bawah)	344
Gambar 4.64	Sketsa Sambungan Kolom-Balok.....	352
Gambar 4.65	Sketsa Kolom - Kolom	359
Gambar 4.66	Sketsa Balok Induk – Balok Induk.....	366
Gambar 4.67	Sketsa Balok Induk-Balok Anak 1	372
Gambar 4.68	Sketsa Balok Induk – Balok Anak 2.....	379
Gambar 4.69	Sketsa Sambungan Balok Anak – Balok Anak.....	386
Gambar 4.70	Sketsa Balok- <i>Bracing Inverted</i> V.....	393
Gambar 4.71	Sketsa Sambungan Kolom- <i>Bracing</i> Tipe <i>Inverted</i> V	400
Gambar 4.72	Sketsa Sambungan Balok- <i>Bracing</i> Tipe <i>Inverted</i> V.....	407

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Keputusan Dosen Pembimbing.....	426
Lampiran 2	Lembar Bimbingan dan Lembar Revisi Tugas Akhir	428
Lampiran 3	Gambar Denah dan Struktur Bangunan	442