

TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA
PADA GEREJA GBI KOTA AMBON DENGAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang*



Disusun Oleh :
AULIA AFDHAL RACHMAN
2321904

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG 2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA
PADA GEREJA GBI KOTA AMBON DENGAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

Disusun oleh:

AULIA AFDHAL RACHMAN

23.21.904

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada tanggal 15 Agustus 2025

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Pembimbing I

Ir. Ester Priskasari, MT

NIP. P. 1039400265

Pembimbing II

Hadi Surya Wibawanto, ST., MT

NIP. P. 1032000579

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA GEREJA GBI KOTA AMBON DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Pembahas Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 15 Agustus 2025 Dan Diterima Untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

Aulia Afdhal Rachman

2321904

Dosen Penguji:

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



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

NIP. P. 1030300383



Vega Aditama, ST., MT.

NIP. P. 1031900559

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

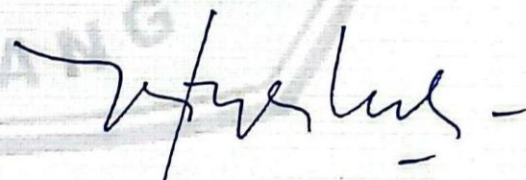
Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1



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

NIP. P. 1030300383



Nenny Roostrianawaty, ST., MT

NIP.P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aulia Afdhal Rachman

Nim : 2321904

Progam Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul :

**“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA
GEREJA GBI KOTA AMBON DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN KHUSUS (SRPMK)”**

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, Agustus 2025
Yang membuat Pernyataan



Aulia Afdhal Rachman
2321904

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Dimana Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan Tugas akhir ini, tak lepas dari adanya kesulitan yang muncul. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu secara langsung dan tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Dr.Ir. Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.** selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. **Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.** selaku Ketua Program Studi TeknikSipil S-1.
3. **Ir. Ester Priskasari, M.T.** selaku Dosen Pembimbing 1 Proposal Tugas Akhir.
4. **Hadi Surya Wibawanto S. ST.,MT** selaku Dosen Pembimbing 2 Proposal TugasAkhir.
5. Serta seluruh staff jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang yang telah membantu dari segi administrasi dan informasi.
6. Serta dukungan dari keluarga dan pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

Malang, 2025

Hormat Saya,

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	xxv
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Studi Literatur Terdahulu	6
2.2 Material Baja	7
2.3 Struktur Bangunan Tahan Gempa	8
2.4 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	8
2.5 Pembebanan Struktur	9
2.5.1 Beban Mati	9
2.5.2 Beban Hidup	9
2.5.3 Beban Gempa	9
2.5.4 Kombinasi Pembebanan.....	17

2.6	Kontrol Perilaku Struktur	19
2.6.1	Ketidakteraturan Horizontal.....	19
2.6.2	Ketidakteraturan Vertikal.....	20
2.7	Pengaruh P-delta.....	22
2.8	Penentuan Desain Simpangan Antar Tingkat.....	22
2.9	Perencanaan Pelat Lantai.....	23
2.10	Perencanaan Elemen Struktur Baja.....	25
2.10.1	Kuat Desain Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)	25
2.10.2	Komponen Struktur Untuk Tarik	26
2.10.3	Komponen Struktur Untuk Tekan.....	28
2.10.4	Komponen Struktur Untuk Lentur	31
2.10.5	Komponen Struktur Untuk Geser	34
2.10.6	Perencanaan Struktur Kolom Baja	36
2.10.7	Perencanaan Komponen Struktur Komposit.....	39
2.11	Perencanaan Sambungan	43
2.11.1	Sambungan Baut	43
2.11.2	Sambungan Las	47
2.11.3	Sambungan Balok – Kolom	48
2.11.4	Sambungan Balok Induk ke Balok Anak.....	51
2.11.5	Sambungan Kolom- Kolom	51
2.11.6	Pelat Landasan (Base Plate).....	52
2.12	Perencanaan Elemen Struktur Beton	54
2.12.1	Perencanaan Struktur Balok Beton	54
2.12.2	Perencanaan Struktur Kolom Beton.....	60

2.12.3	Hubungan Balok Kolom (HBK/Joint)	67
2.13	Perencanaan Pondasi	69
2.13.1	Pondasi Tiang Pancang	69
2.13.2	Daya Dukung Berdasarkan Data Uji SPT	70
2.13.3	Daya Dukung Grup Tiang.....	71
2.13.4	Efisiensi Grup Tiang	72
2.13.5	Distribusi Beban Tiap Tiang Dalam Grup Tiang.....	74
2.13.6	Penurunan Pondasi Tiang.....	75
2.13.7	Perencanaan Pile Cap	76
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		78
3.1	Data Perencanaan	78
3.1.1	Data Teknis Struktur	78
3.1.2	Data Material.....	78
3.1.3	Data Eksisting Gedung Gereja GBI Kota Ambon	79
3.1.4	Lokasi Gedung	80
3.2	Tahapan Perencanaan	80
3.2.1	Studi Literatur	81
3.2.2	Pengumpulan Data perencanaan	81
3.2.3	Analisa Pembebanan	81
3.3	Permodelan Dan Analisa Struktur	81
3.4	Pemeriksaan Hasil (Output)	82
3.5	Perhitungan Daya Dukung Pondasi.....	82
3.6	Perhitungan Penulangan Pondasi dan Pile Cap	82
3.7	Bagan Alir Perencanaan	83
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		86

4.1	Data Perencanaan	86
4.2	Perencanaan Dimensi Komponen Struktur	87
4.2.1	Preliminary design balok	87
4.2.2	Preliminary design kolom	89
4.3	Perhitungan Pembebanan	91
4.3.1	Beban Mati	91
4.3.2	Beban Sendiri Komponen Struktur	92
4.3.3	Beban Mati Tambahan	92
4.3.4	Beban Hidup	94
4.4	Perhitungan Beban Gempa	95
4.4.1	Parameter Perhitungan Beban Gempa	95
4.4.2	Analisis Statik Ekuivalen	103
4.4.3	Spektrum Respons Design	108
4.5	Kombinasi Pembebanan	110
4.6	Kontrol Ketidak Beraturan Struktur	111
4.6.1	Eksentrisitas	111
4.6.2	Eksentrisitas Rencana.....	111
4.6.3	Base Shear.....	113
4.6.4	Kontrol ketidak beraturan struktur (Horizontal)	114
4.6.5	Ketidakteraturan Struktur (Vertikal)	116
4.7	Kontrol Simpangan.....	120
4.8	Pengaruh P-delta.....	122
4.9	Kontrol Partisipasi Massa.....	124
4.10	Perhitungan Pelat Lantai.....	125
4.10.1	Menghitung tebal pelat lantai.....	125

4.10.2	Perhitungan Perencanaan Plat	127
4.10.3	Penulangan Plat	128
4.11	Perhitungan Lebar Efektif Balok	134
4.11.1	Pada Balok Induk Tepi	134
4.11.2	Pada Balok Induk Tengah	137
4.11.3	Pada Balok Anak Tepi	138
4.12	Perencanaan Balok Induk Baja	141
4.12.1	Kontrol Balok Terhadap Lentur	144
4.12.2	Kontrol Balok Terhadap Geser	151
4.12.3	Perhitungan <i>Shear Connector</i>	152
4.12.4	Kontrol Balok Terhadap Lendutan	155
4.13	Perencanaan Balok Anak Baja	156
4.13.1	Kontrol Balok Terhadap Lentur	158
4.13.2	Kontrol Balok Terhadap Geser	164
4.13.3	Perhitungan <i>Shear Connector</i>	165
4.13.4	Kontrol Balok Terhadap Lendutan	168
4.14	Perencanaan Kolom Baja	169
4.14.1	Kontrol Kolom Terhadap Aksial Tekan	170
4.14.2	Kontrol Lentur Kolom	176
4.14.3	Kontrol Balok Terhadap Geser	177
4.14.4	Kontrol Pengaruh Tekuk Lateral	179
4.14.5	Kontrol Terhadap Gaya Kombinasi	181
4.15	Sambungan Balok Anak ke Balok Induk	183
4.14.1	Kontrol Desain Sambungan	184
4.14.2	Perhitungan jarak dan jumlah baut	185

4.14.3	Kontrol Kekuatan Baut terhadap Geser	186
4.14.4	Kontrol Kekuatan Baut terhadap Tumpu	186
4.14.5	Kontrol kuat geser blok pelat penyambung:	186
4.14.6	Kontrol Kuat Baut Terhadap Tarik	188
4.16	Sambungan Balok Induk Ke Kolom.....	189
4.16.1	Desain Pelat Ujung dan baut	193
4.16.2	Desain Untuk Sambungan Pada Sumbu Lemah Kolom	201
4.17	Sambungan Kolom – Kolom	204
4.17.1	Merencanakan Sambungan Sayap Kolom	204
4.17.2	Merencanakan Sambungan Untuk Badan Kolom	207
4.17.3	Kontrol Pada Arah Sumbu Grobal (X-X) Dan (Y-Y).....	209
4.18	Kontrol HBK (Panel Zone Design)	211
4.18.1	Kontrol kekuatan tekuk tekan badan.....	211
4.18.2	Kontrol kekuatan geser zona panel badan.....	212
4.19	Perhitungan Base Plate	213
4.20	Perhitungan Balok Induk Basement	221
4.20.1	Desain Penulangan Longitudinal Balok.....	222
4.20.2	Perhitungan Desain Penulangan Longitudinal Daerah Tumpuan	223
4.20.3	Perhitungan Desain Penulangan Longitudinal Daerah Lapangan	232
4.20.4	Desain Penulangan Transversal Balok.....	241
4.20.5	Menghitung kebutuhan tulangan geser di daerah sendi plastis...	244
4.20.6	Menghitung Kebutuhan Tulangan Geser Di Daerah Sendi Plastis	246
4.20.7	Desain Penulangan Torsi Balok	247
4.20.8	Detail Penulangan Balok.....	250

4.21	Perhitungan Balok Anak Basement.....	252
4.22	Perhitungan Kolom Basement.....	252
4.22.1	Desain Penulangan Longitudinal Kolom	253
4.22.2	Desain Penulangan Transversal Kolom	255
4.22.3	Detail Sambungan Lewatan Tulangan Kolom	261
4.23	Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint).....	262
4.24	Perencanaan Pondasi	266
4.25	Perencanaan Pondasi Tipe I (Berat)	267
4.22.1	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tipe I.....	268
4.22.2	Perhitungan Daya Dukung Lateral Pondasi Tipe I	273
4.22.3	Kontrol Geser Pons Pondasi Tipe I.....	278
4.22.4	Perhitungan Penurunan Pondasi Tipe I.....	282
4.22.5	Perhitungan Penulangan Pilecap Tipe I	285
4.26	Perencanaan Pondasi Tipe II (Sedang).....	296
4.23.1	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tipe II	297
4.23.2	Perhitungan Daya Dukung Lateral Pondasi Tipe II	302
4.23.3	Kontrol Geser Pons Pondasi Tipe -II	306
4.23.4	Perhitungan Penurunan Pondasi Tipe II.....	310
4.23.5	Perhitungan Penulangan PilecapTipe II.....	313
4.27	Perencanaan Pondasi Tipe III (Ringan).....	313
4.24.1	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tipe III	314
4.24.2	Perhitungan Daya Dukung Lateral Pondasi Tipe III.....	319
4.24.3	Kontrol Geser Pons Pondasi Tipe - III.....	323
4.24.4	Perhitungan Penurunan Pondasi Tipe III	327
4.24.5	Perhitungan Penulangan Pilecap Tipe III.....	330

4.28	Perhitungan Penulangan Pondasi Tiang Pancang	330
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		334
5.1	Kesimpulan.....	334
5.2	Saran.....	335
DAFTAR PUSTAKA.....		336
LAMPIRAN.....		337

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Respon Spektra percepatan 0,2 detik (SS)	11
Gambar 2. 2 Peta Respon Spektra percepatan 1 detik (S1).....	12
Gambar 2. 3 Peta Respon Spektra percepatan 1 detik (S1).....	12
Gambar 2. 4 Spektrum Respons Desain.....	14
Gambar 2. 5 Ketidakberaturan Horizontal	20
Gambar 2. 6 Ketidakberaturan Vertikal	21
Gambar 2. 7 Penentuan simpangan antar tingkat.....	22
Gambar 2. 8 Distribusi tegangan – Reganagn Pada Analisa Pelat Lantai	25
Gambar 2. 9 Sambungan baut dengan lubang baut segaris.....	27
Gambar 2. 10 Sambungan baut dengan lubang baut tidak segaris.....	28
Gambar 2. 11 Mekanisme terjadinya lentur	34
Gambar 2. 12 Nomogram Faktor panjang Tekuk (K) kolom portal	37
Gambar 2. 13. Lebar Efektif Balok Komposit	40
Gambar 2. 14. Distribusi Tegangan Plastis	40
Gambar 2. 15 Jarak Baut.....	46
Gambar 2. 16 Ukuran Tahanan Las	48
Gambar 2. 17. Sambungan momen pelat sayap berbaut	49
Gambar 2. 18 Sambungan Balok Induk-Balok Anak	51
Gambar 2. 19 Sambungan Kolom-Kolom	51
Gambar 2. 20 Perencanaan Base Plate	54
Gambar 2. 21 Tampak Atas Balok T	55
Gambar 2. 22 Balok Pelat T dua sisi.....	55
Gambar 2. 23 Balok Pelat T satu sisi	56
Gambar 2. 24 Regangan tegangan pada balok	56
Gambar 2. 25 Skema gaya geser desain	58
Gambar 2. 26 Desain Tulangan Balok	59
Gambar 2. 27 Perilaku regangan dan blok tegangan kolom eksentrik.....	62
Gambar 2. 28 Diagram interaksi kolom	65
Gambar 2. 29 Geser Desain Untuk Kolom	66
Gambar 2.30 Luas join efektif	69

Gambar 2. 31 Beban terpusat dan momen-momen.....	75
Gambar 2. 32 Beban terpusat tidak sentris.....	75
Gambar 3. 1 Denah Lantai 1 Basement	79
Gambar 3. 2 Denah Lantai 1 Lobby.....	79
Gambar 3. 3 Potongan Memanjang.....	80
Gambar 3. 4 Peta Lokasi Perencanaan	80
Gambar 3. 5 Bagan Alir Rencana	85
Gambar 4. 1 <i>Percepatan Spectrum Respons (Ss)</i>	96
Gambar 4. 2 <i>Percepatan Spectrum Respons (S1)</i>	96
Gambar 4. 3 <i>Percepatan Spectrum Respons (TL)</i>	97
Gambar 4. 4 Grafik Respond Spectrum Desain	109
Gambar 4. 5 <i>Ketidakteraturan Sudut Dalam</i>	115
Gambar 4. 6 <i>Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma</i>	115
Gambar 4. 7 Grafik Simpangan Arah X.....	120
Gambar 4. 8 Grafik Simpangan Arah X.....	121
Gambar 4. 9 Gambar Rencana denah pelat & Plat tinjauan.....	125
Gambar 4. 10 Jarak Titik Berat Penampang Komposit.....	135
Gambar 4. 11 Garis Netral Balok Komposit.....	135
Gambar 4. 12 Jarak Titik Berat Penampang Komposit.....	139
Gambar 4. 13 Tampak Denah Lantai 2	141
Gambar 4. 14 Penampang Komposit	143
Gambar 4. 15 Pengimputan profil komposit pada ETABS.....	144
Gambar 4. 16 Garis netral penampang jatuh dalam badan profil	147
Gambar 4. 17 Garis netral penampang jatuh badan profil	149
Gambar 4. 18 <i>Letak stud pada profil balok induk</i>	155
Gambar 4. 19 Tampak Denah Lantai 3	156
Gambar 4. 20 Penampang Komposit	158
Gambar 4. 21 Pengimputan profil komposit pada ETABS.....	158
Gambar 4. 22 Garis Netral Jatuh Pada Pelat Beton	161
Gambar 4. 23 Garis Netral Jatuh Pada Badan Beton	163
Gambar 4. 24 Letak pada penampang profil.....	168

Gambar 4. 25 Potongan dan letak kolom yang tinjau.....	169
Gambar 4. 26 Letak kolom dan balok yang ditinjau.....	170
Gambar 4. 27 Grafik nomogram struktur bergoyang arah x.....	172
Gambar 4. 28 Grafik nomogram struktur bergoyang arah y (sumber AISC 360-22)	173
Gambar 4. 29 Letak Dan Jarak Antar Baut.....	185
Gambar 4. 30 Jarak Baut Terhadap Pelat Penyambung.....	186
Gambar 4. 31 Desain Sambungan Balok Induk – Kolom.....	194
Gambar 4. 32 Geometri dan Konfigurasi Baut	195
Gambar 4. 33 Rencana las balok induk ke pelat ujung.....	199
Gambar 4. 34 Rencana Desain Sambungan Balok - Kolom	201
Gambar 4. 35 Rencana las sumbu lemah kolom.....	202
Gambar 4. 36 Perletakan sambungan pada sayap kolom.....	206
Gambar 4. 37 Konfigurasi baut sambungan pada badan kolom	209
Gambar 4. 38 Detail konfigurasi sambungan antar kolom	210
Gambar 4. 39 Gaya Yang Bekerja Pada Panel Zone	211
Gambar 4. 40 Desain Panel Zone.....	213
Gambar 4. 41 Detail Perencanaan Base Plate	213
Gambar 4. 42 Detail Base Plate	221
Gambar 4. 43 Rencana Penulangan Balok Longitudinal Tumpu.....	224
Gambar 4. 44 Diagram Tegangan-Regangan Penulangan Tumpuan.....	227
Gambar 4. 45 Rencana Penulangan Balok Longitudinal Tumpu.....	228
Gambar 4. 46 Diagram Tegangan-Regangan Penulangan Tumpuan.....	232
Gambar 4. 47 Rencana Penulangan Balok Longitudinal Lapangan	233
Gambar 4. 48 Diagram Tegangan-Regangan Penulangan Lapangan	236
Gambar 4. 49 Rencana Penulangan Balok Longitudinal Lapangan	237
Gambar 4. 50 Diagram Tegangan-Regangan Penulangan Lapangan	241
Gambar 4. 51 Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi Goyangan Ke Kiri (Vgraf). 242	
Gambar 4. 52 Gaya Geser Akibat Beban Gravitasi Goyangan Ke Kanan (Vgraf)	243

Gambar 4. 53 Desain Penulangan Geser Dan Torsi Untuk Tumpuan & Lapangan	250
Gambar 4. 54 Potongan Penulangan Balok Induk	251
Gambar 4. 55 Diagram Interaksi	255
Gambar 4. 56 Detail Penulangan HBK	266
Gambar 4. 57 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Tipe 1	272
Gambar 4. 58 Jarak Antar Tiang Terhadap X dan Y	273
Gambar 4. 59 Hubungan ηh dengan Kepadatan Relatif (D_r) Tanah Pasir Pondasi Tipe I	274
Gambar 4. 60 Hubungan antara $\mu_u/B4.\gamma.K_p$ dan $H_u/K_p.B3.\gamma$ Pondasi Tipe I..	276
Gambar 4. 61 Geser akibat kolom.....	278
Gambar 4. 62 Grafik Hasil Output Plaxis	284
Gambar 4. 63 Jarak Antar Tiang Terhadap X dan Y	301
Gambar 4. 64 Hubungan ηh dengan Kepadatan Relatif (D_r) Tanah Pasir Pondasi Tipe I	303
Gambar 4. 65 Hubungan antara $\mu_u/B4.\gamma.K_p$ dan $H_u/K_p.B3.\gamma$ Pondasi Tipe I..	305
Gambar 4. 66 Geser akibat kolom	307
Gambar 4. 67 Grafik Hasil Output Plaxis	312
Gambar 4. 68 Jarak Antar Tiang Terhadap X dan Y	318
Gambar 4. 69 Hubungan ηh dengan Kepadatan Relatif (D_r) Tanah Pasir Pondasi Tipe I	320
Gambar 4. 70 Hubungan antara $\mu_u/B4.\gamma.K_p$ dan $H_u/K_p.B3.\gamma$ Pondasi Tipe I..	322
Gambar 4. 71 Grafik Hasil Output Plaxis	329

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur Terdahulu.....	6
Tabel 2. 2 Kategori Resiko Bangunan Gedung Dan Nongedung untuk Beban Gempa	10
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa	10
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs	10
Tabel 2. 5 Koefisien Situs, F_a	12
Tabel 2. 6 Koefisien Situs, F_v	12
Tabel 2. 7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	14
Tabel 2. 8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	15
Tabel 2. 9 Faktor R , C_d , Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik.....	15
Tabel 2. 10 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	16
Tabel 2. 11 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	16
Tabel 2. 12 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	19
Tabel 2. 13 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	21
Tabel 2. 14 Simpangan antar tingkat izin $\Delta a^{a,b}$	23
Tabel 2. 15 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang	23
Tabel 2. 16 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior	24
Tabel 2. 17 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya	24
Tabel 2. 18 Faktor Panjang Efektif (K).....	29
Tabel 2. 19 Rasio lebar terhadap tebal elemen tekan.....	38
Tabel 2. 20 Batasan Dimensi Lebar Sayap Efektif Untuk Balok-T	55
Tabel 2. 21 koordinat (M_n, P_n) diagram interaksi	65
Tabel 2. 22 Ukuran Minimum Las Sudut.....	47
Tabel 2. 23 Koefisien Karakteristik tanah.....	71

Tabel 4. 1 Rekatulasi DIMensi Elemen Struktur.....	90
Tabel 4. 2 Rekapitan hasil perhitungan beba mati tambahan dinding.....	92
Tabel 4. 3 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa berdasarkan fungsi bangunan.....	95
Tabel 4. 4 Faktor Keutamaan Gempa berdasarkan Kategori Risiko.....	95
Tabel 4. 5 Data tanah sampel I.....	97
Tabel 4. 6 Data tanah sampel II	98
Tabel 4. 7 Data tanah sampel III	98
Tabel 4. 8 Data tanah sampel IV	99
Tabel 4. 9 Klasifikasi kelas situs tanah	100
Tabel 4. 10 Koefisien Situs Fa	100
Tabel 4. 11 Koefisien Situs Fv	101
Tabel 4. 12 Kategori desain sismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	102
Tabel 4. 13 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	102
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Perhitungan Parameter Beban Gempa	103
Tabel 4. 15 Koefisien untuk batas atas pada perode yang dihitung	103
Tabel 4. 16 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x.....	103
Tabel 4. 17 Menentukan Faktor R, Cd, Ω_0	105
Tabel 4. 18 Faktor distribusi vertikal	108
Tabel 4. 19 Gaya gempa lateral perlantai.....	108
Tabel 4. 20 Centers of Mass and Rigidity.....	111
Tabel 4. 21 Perhitungan Eksentrisitas Rencana (ed).....	111
Tabel 4. 22 Eksentrisitas Rencana	112
Tabel 4. 23 Koordinat Pusat Massa.....	112
Tabel 4. 24 Koordinat Pusat Rotasi.....	113
Tabel 4. 25 Base Reaction.....	113
Tabel 4. 26 Konfigurasi Base Shear.....	113
Tabel 4. 27 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	114
Tabel 4. 28 Kontrol Ketidak Beraturan Torsi	114

Tabel 4. 29 Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lunak.....	117
Tabel 4. 30 Ketidak beraturan berat (massa)	118
Tabel 4. 31 Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral.....	119
Tabel 4. 32 Pengecekan simpangan arah X	120
Tabel 4. 33 Pengecekan simpangan arah Y	120
Tabel 4. 34 Story Force (P,V _x ,V _y)	123
Tabel 4. 35 Kontrol P-delta Arah X	123
Tabel 4. 36 Kontrol P-delta Arah Y	123
Tabel 4. 37 <i>Penulangan Plat Yang Digunakan</i>	133
Tabel 4. 38 <i>Titik Berat Terhadap Sisi Bawah Penampang</i>	135
Tabel 4. 39 <i>Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit</i>	136
Tabel 4. 40 <i>Lebar Efektif Balok Tepi</i>	136
Tabel 4. 41 <i>Garis Netral Balok Induk Komposit (Tepi)</i>	137
Tabel 4. 42 <i>Momen Inersia Balok Induk Komposit</i>	137
Tabel 4. 43 <i>Lebar Efektif Balok Tepi</i>	137
Tabel 4. 44 <i>Garis Netral Balok Induk Komposit (Tengah)</i>	137
Tabel 4. 45 <i>Momen Inersia Balok Induk Komposit</i>	138
Tabel 4. 46 <i>Titik Berat Terhadap Sisi Bawah Penampang</i>	139
Tabel 4. 47 <i>Titik Berat Terhadap Garis Netral Komposit</i>	140
Tabel 4. 48 <i>Lebar Efektif Balok Tepi</i>	140
Tabel 4. 49 <i>Momen Inersia Balok Induk Komposit</i>	141
Tabel 4. 50 <i>Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik</i>	147
Tabel 4. 51 <i>Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tekan</i>	150
Tabel 4. 52 <i>Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik</i>	150
Tabel 4. 53 <i>Jarak Pada Baut</i>	209
Tabel 4. 54 <i>Gaya Dan Jarak Yang Bekerja Pada Setiap Baut</i>	210
Tabel 4. 55 <i>Rekapitulasi Hasil Kontrol Penulangan Balok</i>	241
Tabel 4. 56 <i>Cek syarat V_n (akibat M_{pr}) ≥ 0,5 V_e</i>	244
Tabel 4. 57 <i>Rekapitulasi Hasil Kontrol Penulangan Balok Anak</i>	252
Tabel 4. 58 <i>Output Hasil Analisa Etabs</i>	253
Tabel 4. 59 <i>Rekapitulasi Output Analisa Spcoloumn</i>	254

Tabel 4. 60 Detail Penulangan Kolom	258
Tabel 4. 61 Data tanah sampel I.....	266
Tabel 4. 62 Rekapulasi Output Joint Reactions Etabs	266
Tabel 4. 63 Tabel Rekapulasi Dalam Santuan Ton.....	267
Tabel 4. 64 Nilai Nspt pada kedalaman 13m - 20 m desain Pondasi Tipe 1	269
Tabel 4. 65 Nilai Nspt Sepanjang Tiang	269
Tabel 4. 66 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe I.....	270
Tabel 4. 67 Tabel Korelasi NSPT Dan Berat Jenis	275
Tabel 4. 68 Tabel Korelasi NSPT Dan Berat Jenis	276
Tabel 4. 69 Nilai Koefisien Empiris (Cp)	282
Tabel 4. 70 Rekapulasi Pengecekan Penurunan Dari Plaxis.....	284
Tabel 4. 71 Nilai Nspt pada kedalaman 13m - 20 m desain Pondasi Tipe II.....	298
Tabel 4. 72 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe II	299
Tabel 4. 73 Tabel Korelasi NSPT Dan Berat Jenis	304
Tabel 4. 74 Tabel Korelasi NSPT Dan Berat Jenis	304
Tabel 4. 75 Nilai Koefisien Empiris (Cp)	310
Tabel 4. 76 Rekapulasi Pengecekan Penurunan Dari Plaxis.....	312
Tabel 4. 77 Nilai Nspt pada kedalaman 13m - 20 m desain Pondasi Tipe III	315
Tabel 4. 78 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe II	316
Tabel 4. 79 Tabel Korelasi NSPT Dan Berat Jenis	321
Tabel 4. 80 Tabel Korelasi NSPT Dan Berat Jenis	321
Tabel 4. 81 Nilai Koefisien Empiris (Cp)	327
Tabel 4. 82 Rekapulasi Pengecekan Penurunan Dari Plaxis.....	329

DAFTAR NOTASI

a	=	Tinggi daerah tekan beton
A_b	=	Luas baut
A_e	=	Luas netto penampang
A_g	=	Luas bruto penampang
A_s	=	Luas selimut
A_{sa}	=	Luas penampang angkur baja stad berkepala
b_E	=	Lebar efektif
b_o	=	Jarak antar balok
C_c	=	Besar gaya tekan beton
C_d	=	Faktor pembesaran defleksi
C_{pr}	=	Faktor akibat kondisi sambungan dan strain hardening bahan
C_s	=	Besar gaya tekan baja
C_v	=	Koefisien geser badan
E_c	=	Modulus elastisitas beton
E_g	=	Efisiensi kelompok tiang
E_s	=	Modulus elastisitas baja
F_a	=	Faktor amplifikasi periode pendek
f_c'	=	Kuat tekan beton
f_s	=	Tegangan tarik yang dihitung dalam tulangan saat beban layan
F_{cr}	=	Tegangan kritis
F_e	=	Tegangan tekuk kritis
F_u	=	Tegangan tarik baja
F_v	=	Faktor amplifikasi periode 1 detik
F_y	=	Tegangan leleh baja
I_e	=	Factor keutamaan gempa
J	=	Konstanta torsi
KDS	=	Kategori desain seismic
K_{ve}	=	Koefisien tekuk geser
L_b	=	Jarak antar titik yang dikekang untuk menahan perpindahan lateral sayap tekan atau torsi

Lp	=	Batas panjang tidak dikekang secara lateral untuk kondisi batas leleh
Lr	=	Batas panjang maksimum tidak dikekang secara lateral untuk kondisi batas tekuk torsi-lateral inelastic
Lw	=	Panjang las yang dibutuhkan
Mp	=	Momen plastis penampang
Mpr	=	Momen kapasitas penampang
Qi	=	Beban tiap tiang pondasi
Qg	=	Daya dukung ultimit dari grup tiang
R	=	radius girasi atau jari-jari girasi
Ry	=	rasio tegangan leleh ekspektasi
SDS	=	Percepatan spectral desain untuk periode pendek
SD1	=	Percepatan spectral desain untuk periode 1 detik
Se	=	Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal
Sg	=	Penurunan pondasi akibat tiang kelompok
Sms	=	Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek
Sm1	=	Percepatan percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik
Sp	=	Penurunan dari ujung tiang
Sps	=	Penurunan dari akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang
Ss	=	Percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek
S1	=	Percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik
Sx	=	modulus elastis penampang terhadap sumbu x
Sy	=	modulus elastis penampang terhadap sumbu y
Ta	=	periode fundamental struktur t_f : tebal flens
Tsr	=	tulangan pelat yang menambah kekakuan tarik nominal
Vp	=	gaya geser plastis penampang
Vh	=	gaya geser horizontal
Vn	=	kekuatan geser nominal
Vu	=	kekuatan geser terfaktor

X_i	=	Koordinat x tiang ke-I terhadap titik berat grup
y_i	=	Koordinat y tiang ke-I terhadap titik berat grup
Z	=	modulus plastis penampang
Z_x	=	modulus penampang plastis terhadap sumbu x
Z_y	=	modulus penampang plastis terhadap sumbu y tekan
$\Delta a^{a,b}$	=	simpangan antar tingkat izin
Δp	=	pergeseran plastis lantai
Θp	=	sudut pergeseran plastis lantai
Φ	=	faktor ketahanan
Φ_c	=	faktor tahanan tekan
Φ_t	=	faktor tahanan tarik
λ_p	=	Batas parameter lebar terhadap tebal untuk elemen kompak
λ_{pf}	=	Batas parameter lebar terhadap tebal untuk sayap kompak
λ_r	=	Batas parameter lebar terhadap tebal untuk elemen nonkompak
λ_{rf}	=	Batas parameter lebar terhadap tebal untuk sayap nonkompak
ρ	=	faktor redudansi
h_n^x	=	Tinggi dari dasar bangunan sampai Tingkat teratas
ΣN_{crs}	=	Jumlah gaya kritis Euler untuk element bergoyang, (k-bergoyang) dalam satu tingkat yang ditinjau
ΣN_u	=	Jumlah gaya tekan berfaktor seluruh kolom dalam satutingkat yang ditinjau

Aulia Afdhal Rachman, 2321904, 2025. **STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG GBI KOTA AMBON DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK).** Jurusan Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing I: Ir. Ester Priskasari., MT. Pembimbing II: Hadi Surya Wibawanto.ST.,MT

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang rawan gempa karena berada di pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Kota Ambon termasuk wilayah dengan aktivitas seismik tinggi sehingga perencanaan struktur bangunan di daerah ini harus memperhatikan aspek ketahanan gempa. Penelitian ini merencanakan struktur Gereja GBI Kota Ambon menggunakan material baja dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang memiliki daktilitas tinggi dan mampu menyerap energi gempa secara efektif. Perencanaan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1729:2019, dan SNI 2847:2019 dengan tujuan menganalisis elemen struktur, sambungan, serta pondasi agar memenuhi persyaratan kontrol struktur tahan gempa.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pelat lantai direncanakan setebal 130 mm dengan tulangan D12, sedangkan elemen struktur utama berupa balok induk, balok anak, dan kolom baja ditentukan dimensinya sesuai kapasitas beban. Sambungan baja dirancang menggunakan sambungan terprakualifikasi untuk memastikan kekuatan dan keamanan struktur. Untuk elemen basement, diperoleh dimensi balok induk 700×500 mm, balok anak 600×400 mm, dan kolom 800×800 mm. Pondasi menggunakan tiang pancang berdiameter 60 cm dengan pilecap berukuran $3,2 \times 1,6$ m yang terdiri dari dua tiang, dimana daya dukung tiang tunggal tipe I, II, dan III dinyatakan memenuhi persyaratan. Analisis penurunan pondasi menggunakan perangkat lunak Plaxis menunjukkan penurunan maksimum sebesar 0,094 m, 0,066 m, dan 0,041 m dalam periode 20 tahun. Dengan demikian, rancangan struktur baja Gereja GBI Kota Ambon dinyatakan aman dan efisien, serta dapat dijadikan sebagai alternatif desain bangunan tahan gempa pada wilayah dengan risiko seismik tinggi.

Kata kunci: *struktur baja, SRPMK, tahan gempa, pondasi tiang pancang.*

*Aulia Afdhal Rachman, 2321904, 2025. **ALTERNATIVE STUDY OF STEEL STRUCTURE DESIGN FOR GBI CHRUCH BUILDING IN AMBON CITY USING SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME (SRPMF) SYSTEM.***

Bachelor of Civil Engineering Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang. Advisor I: Ir. Ester Priskasari, MT. Advisor II: Hadi Surya Wibawanto, ST, MT.

ABSTRACT

Indonesia is a country highly prone to earthquakes as it lies at the intersection of three major tectonic plates: Indo-Australia, Eurasia, and the Pacific. Ambon City is one of the regions with high seismic activity, making earthquake-resistant structural design essential. This study focuses on the structural planning of the GBI Church in Ambon using steel material with the Special Moment Resisting Frame (SMRF) system, which provides high ductility and effectively absorbs seismic energy. The design refers to SNI 1726:2019, SNI 1729:2019, and SNI 2847:2019, aiming to analyze structural elements, connections, and foundations to meet earthquake-resistant design standards.

The analysis results indicate that the floor slab is designed with a thickness of 130 mm and D12 reinforcement, while the main structural elements, including girders, beams, and steel columns, are dimensioned according to load capacity. Steel connections are designed using prequalified joints to ensure structural strength and safety. For the basement structure, the girder dimensions are 700 × 500 mm, secondary beams 600 × 400 mm, and columns 800 × 800 mm. The foundation system uses bored piles with a diameter of 60 cm and pile caps measuring 3.2 × 1.6 m consisting of two piles, which fulfill the bearing capacity requirements for pile types I, II, and III. Settlement analysis using Plaxis software shows maximum values of 0.094 m, 0.066 m, and 0.041 m over a 20-year period. Therefore, the structural design of the GBI Church Ambon can be considered safe, efficient, and a viable alternative for earthquake-resistant buildings in high-seismic regions.

Keywords: *Steel Structure, SMRF, earthquake-resistant, pile foundation*