PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG RUMAH SAKIT 6 LANTAI

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:
CHANDRA SANJAYA
NIM D1011181084

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :Chandra Sanjaya

NIM : D1011181084

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI Yang berjudul "Perhitungan Struktur Beton Bertulang Rumah Sakit 6 Lantai" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana/magister di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atu pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 31 Juli 2025



Chandra Sanjaya

NIM D1011181084

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG RUMAH SAKIT 6 LANTAI

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

Chandra Sanjaya
NIM D1011181084

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada 31Juli 2025
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM NIP. 196304231989032002
Dosen Pembimbing Kedua	: Dr. Herwani, S.T., M.T NIP. 197107261998021001
Dosen Penguji Utama	: Ir.Elvira, M.T., PH.D., IPM. NIP. 196707141993031002
Dosen Penguji Kedua	: Ir. Faisal, M.T NIP. 196207271992021001

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP.196712231992031002

Pontianak, 31 Juli 2025
Pembimbing Utama

Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM
NIP. 196304231989032002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG RUMAH SAKIT 6 LANTAI " ini dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan akhir pada Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Unniversitas Tanjungpura Pontianak.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua.
2. Bapak Ir. Elvira, M.T., PH.D., IPM. selaku dosen penguji utama dan Bapak Ir. Faisal, M.T selaku dosen penguji kedua.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
4. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan kasih sayang, doa, semangat, dan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman-teman 1 angkatan serta kakak-kakak tingkat yang membimbing penulis dalam pemyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan, demi perbaikan di masa yang akan datang. Atas perhatiannya, saya ucapkan terima kasih.

Pontianak, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

Pesatnya peningkatan jumlah penduduk berbagai masalah, termasuk di sektor kesehatan. Peningkatan jumlah penduduk harus diimbangi dengan pengembangan fasilitas kesehatan guna memastikan ketersediaan layanan kesehatan yang memadai. Kabupaten Mempawah termasuk wilayah dengan risiko gempa ringan, sehingga setiap perancangan dan perhitungan struktur bangunan harus mempertimbangkan parameter kegempaan. Untuk itu, akan dilakukan perancangan struktur beton bertulang untuk rumah sakit 6 lantai menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dengan fokus pada perhitungan struktur sekunder (pelat lantai dan tangga) , struktur utama (balok dan kolom) , serta struktur bawah (fondasi dan poer). Analisis struktur akan dilakukan menggunakan program berbasis elemen hingga dengan mempertimbangkan pembebanan sesuai SNI 1727:2020 dan SNI 2847:2019. Adapun setiap komponen struktur yang dirancang sudah memenuhi persyaratan yang terdapat dalam SNI dan dapat menjadi acuan untuk pembangunan gedung rumah sakit di Kabupaten Mempawah yang memperhitungkan parameter gempa.

Kata Kunci: struktur beton bertulang, sistem rangka pemikul momen khusus, analisis struktur.

ABSTRACT

The rapid population growth in Mempawah Regency has created various challenges, particularly in the healthcare sector. This demographic increase must be balanced with the development of adequate health facilities to ensure sufficient healthcare services are available.As Mempawah Regency is located in a low seismic risk zone, all building structural designs and calculations must incorporate earthquake-resistant parameters. Therefore, we will design a reinforced concrete structure for a 6-story hospital using the Special Moment Resisting Frame (SMRF) system, focusing on secondary structures (floor slabs and staircases), main structures (beams and columns) and also lower structures (foundations and poer). Structural analysis will be conducted using finite element-based software, considering load requirements according to SNI 1727:2020 and SNI 2847:2019 standards. All designed structural components will comply with SNI requirements and can serve as a reference for earthquake-resistant hospital construction in Mempawah Regency.

Keywords: *reinforced concrete structure, special moment resisting frame, structural analysis*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i
ABSTRAK ii
ABSTRACT iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 2
1.5 Batasan Masalah 2
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB II DATA DAN SPESIFIKASI DESAIN BANGUNAN 5
2.1 Rencana desain bangunan 5
2.2 Data dan spesifikasi bangunan 9
BAB III TINJAUAN PUSTAKA 10
3.1 Umum 10
3.2 Spesifikasi Bahan 10
3.2.1 Beton 10
3.2.2 Baja Tulangan 11
3.3 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan 12
3.3.1 Beban Mati 12
3.3.2 Beban Hidup 13
3.3.3 Beban Angin 14

3.3.4 Beban Gempa 14
3.3.5 Kombinasi Pembebanan 45
3.4 Perencanaan Struktur Atas Utama Bangunan 46
3.4.1 Pelat Lantai 46
3.4.2 Perencanaan Balok 49
3.4.3 Perencanaan Kolom 58
3.5 Perencanaan Struktur Sekunder Bangunan 60
3.5.1 Tangga 60
3.5.2 Perencanaan Lif 61
BAB IV METODOLOGI PERHITUNGAN 62
4.1 Tinjauan Umum 62
4.2 Langkah Perencanaan 62
4.3 Pengumpulan data 63
4.4 Preliminary Design 64
4.5 Analisis Struktur 64
4.6 Kontrol Perilaku Struktur 65
4.7 Perencanaan Tulangan 65
4.8 Penyusunan Laporan Tugas Akhir 65
4.9 Kesimpulan Dan Saran 65
BAB V *PRELIMINARY DESIGN* 66
5.1 Tinjauan Umum 66
5.2 Perencanaan Awal Dimensi Balok 66
5.3 Perancangan Awal Dimensi Pelat 69
5.3.1 Menentukan jenis pelat lantai 70
5.3.2 Menghitung nilai rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat (αf) 70

5.3.3 Menghitung nilai rasio kekakuan lentur rata-rata penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat (α_{fm}) 74
5.3.4 Menghitung dan menentukan tebal pelat lantai rencana 74
5.4 Perencanaan Dimensi Awal Kolom 74
5.5 Perancangan Awal Dimensi Tangga 80
5.6 Perencanaan Lif 84
5.6.1 Menghitung Jumlah Populasi 84
5.6.2 Waktu Perjalanan Bolak Balik untuk 1 Unit Lif (T) 85
5.6.3 *Handling Capacity*/Kapasitas Angkut Dalam 5 Menit untuk 1 Unit *Lift* (HC5) 85
5.6.4 Waktu Tunggu Rata-Rata (WTR) 85
5.7 Perencanaan Awal Perhitungan Gempa 87
5.7.1 Menentukan Kategori Risiko Struktur Bangunan Gedung 87
5.7.2 Menentukan Nilai Faktor Keutamaan Gempa (*Ie*) Struktur Bangunan Gedung 87
5.7.3 Menghitung Nilai N-SPT untuk Menentukan Klasifikasi Situs Tanah 87
5.7.4 Menentukan Nilai Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (*MCER*) 89
5.7.5 Menentukan Kategori Desain Seismik Gempa 91
5.7.6 Menentukan Sistem Struktur Penahan Gaya Gempa 92
BAB VI ANALISIS STRUKTUR 93
6.1 Tinjauan umum 93
6.2 Spesifikasi Material 94
6.2.1 Beton 94
6.2.2 Tulangan ulir BJTS 280 94

6.2.3 Tulangan ulir BJTS 420 95
6.3 Pemodelan Struktur 95
6.3.1 Permodelan balok 96
6.3.2 Permodelan Kolom 97
6.3.3 Pemodelan Pelat Lantai 99
6.3.4 Pemodelan Tangga 100
6.3.5 Pemodelan Lift 102
6.4 Pemodelan Pembebanan 103
6.4.1 Beban Mati 105
6.4.2 Beban Hidup 107
6.4.3 Input Beban Hidup dan Mati Pada Etabs 107
6.4.4 Beban Angin 109
6.4.5 Beban Gempa 119
6.4.6 Kombinasi Pembebanan 122
6.5 Asumsi Perencanaan dalam Program Analisis Struktur 124
6.5.1 Model Case 124
6.5.2 Mass source 124
6.5.3 Asumsi perencanaan pada fondasi (jepit) 125
6.5.4 Kekakuan Sambungan (Joint) Balok – Kolom 126
6.5.5 Lantai Tingkat sebagai Diafragma 127
6.5.6 Check Model 128
BAB VII PEMERIKSAAN PERILAKU STRUKTUR 129
7.1 Pemeriksaan Rasio Partisipasi Modal Massa 129
7.2 Faktor Skala Gaya Gempa 130
7.3 Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat 130
7.4 Pemeriksaan Pengaruh P-Delta 131

7.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur 133
7.5.1 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b 133
7.5.2 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 134
7.5.3 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3 134
7.5.4 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 4 136
7.5.5 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 5 136
7.5.6 Rekapitulasi Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal 137
7.6 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur 137
7.6.1 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b 137
7.6.2 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 138
7.6.3 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3 139
7.6.4 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 4 140
7.6.5 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b 141
7.6.6 Rekapitulasi Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal 142
BAB VIII PERENCANAAN TULANGAN 143
8.1 Tulangan Pelat Lantai 143
8.1.1 Melakukan pengolahan gaya dalam 144
8.1.2 Melakukan perhitungan rasio tulangan 145
8.1.3 Melakukan perancangan tulangan lentur tumpuan (tulangan atas) 145
8.1.4 Melakukan perancangan tulangan lentur lapangan (tulangan bawah) 147
8.1.5 Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai 149
8.2 Tulangan Pelat Tangga dan Bordes 150
8.2.1 Melakukan Pengolahan Gaya Dalam 150
8.2.2 Melakukan Perhitungan Rasio Tulangan 151

8.2.3 Melakukan Perancangan Tulangan Lentur Tumpuan (Tulangan Atas) 152
8.2.4 Melakukan Perancangan Tulangan Lentur Lapangan (Tulangan Bawah) 152
8.2.5 Melakukan Perhitungan Tulangan Susut Dan Suhu..... 153
8.2.6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perancangan Penulangan Tangga Dan Border 154
8.3 Tulangan Balok..... 155
8.3.1 Tulangan Lentur pada Balok 156
8.3.2 Tulangan Geser pada Balok 165
8.3.3 Tulangan Torsi pada Balok 172
8.3.4 Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Balok 181
8.4 Tulangan Kolom 181
8.4.1 Kelangsingan Kolom..... 181
8.4.2 Pembesaran Momen Rangka Bergoyang 186
8.4.3 Perancangan Tulangan Longitudinal dan Diagram Interaksi Kolom 191
8.4.4 Tulangan Transversal pada Kolom 198
8.4.5 Pemeriksaan Syarat *Strong Column Weak Beam* (SCWB)..... 201
8.4.6 Perhitungan Kekuatan Geser..... 204
8.4.7 Panjang Penyaluran dan Sambungan Tulangan 206
8.5 Joint Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) 208
BAB IX PONDASI..... 212
9.1 Tinjauan Umum..... 212
9.2 Daya Dukung Fondasi 216
9.2.1 Daya dukung satu tiang..... 216
9.2.2 Jumlah tiang pancang..... 218

9.2.3 Daya dukung kelompok tiang 219
9.2.4 Penentuan nilai beban yang dipikul oleh masing-masing tiang 222
9.3 Pemeriksaan Geser pada Pile Cap 224
Data perancangan pile cap 224
9.3.1 Geser satu arah 224
9.3.2 Geser dua arah 225
9.4 Perencanaan Tulangan pada Pile Cap 227
9.4.1 Data perancangan pile cap 227
9.4.2 Menghitung rasio tulangan 227
9.4.3 Menghitung tulangan yang dipergunakan 228
BAB X PENUTUP 230
10.1 Kesimpulan 230
10.2 Saran 232
DAFTAR PUSTAKA 233

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Denah Lantai 1 5
Gambar 2. 2 Denah Lantai 2 5
Gambar 2. 3 Denah Lantai 3 6
Gambar 2. 4 Denah Lantai 4 6
Gambar 2. 5 Denah Lantai 5 7
Gambar 2. 6 Denah Lantai 6 (Atap) 7
Gambar 2. 7 Potongan A-A 7
Gambar 2. 8 Potongan B-B 8
Gambar 2. 9 Tampak Depan 8
Gambar 2. 10 Tampak Samping 8
Gambar 3. 1Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik (Ss) untuk Probabilitas Terlampaui 2% dalam 50 tahun 18
Gambar 3. 2 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (*S1*) untuk Probabilitas Terlampaui 2% dalam 50 tahun 19
Gambar 3. 3 Spektrum respons desain 25
Gambar 3. 4 Parameter gerak tanah, *Ss*, gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%) 26
Gambar 3. 5 PGA, Gempa Maksimal Yang Dipertimbangkan Rata-Rata Geometri (MCE_0) Wilayah Indonesia 27
Gambar 3. 6 Peta Transisi Periode Panjang, *TL*, Wilayah Indonesia 28
Gambar 3. 7 Ketidakberaturan horizontal 33
Gambar 3. 8 Ketidakberaturan Vertikal (Lanjutan) 35
Gambar 3. 9 Faktor pembesaran torsi, Ax 42
Gambar 3. 10 Penentuan simpangan antar tingkat 43
Gambar 3.11 Faktor Panjang Efektif, k 60
Gambar 4. 1 Diagram Alir Perancangan dan Perhitungan Struktur Beton Bertulang Rumah Sakit 6 Lantai 63
Gambar 5. 1 Denah Lantai 2 Rumah Sakit yang ditinjau 67
Gambar 5. 2 Denah Plat Lantai 2 yang ditinjau 69

Gambar 5. 3 Detail Potongan Balok T 70
Gambar 5. 4 Detail kolom yang ditinjau 75
Gambar 5. 5 Detail Tampak Atas Tangga Tipe 1 81
Gambar 5. 6 Tampak Samping Tangga Tipe 1 82
Gambar 5. 7 Nilai Ss, S_1, dan T_L Kabupaten Mempawah 88
Gambar 5. 8 Kurva Kurva Respon Spektrum Desain 90
Gambar 6. 1 Struktur Beton Bertulang Rumah Sakit 6 Lantai 93
Gambar 6. 2 *Define material* beton 94
Gambar 6. 3 *Define Material* Tulangan ulir BJTS 280 95
Gambar 6. 4 *Define material* Tulangan ulir BJTS 420 95
Gambar 6. 5 *Frame Section Property Reinforcement Data* Balok 97
Gambar 6. 6 Denah Pemodelan Balok Lantai 2 Rumah Sakit 97
Gambar 6. 7 *Property/Stiffness Modification Factor* Balok 98
Gambar 6. 8 *Frame Section Property Reinforcement Data* Balok 98
Gambar 6. 9 Denah Pemodelan Kolom Lantai 2 Rumah Sakit 99
Gambar 6. 10 *Define slab* (pelat lantai t=100mm) 99
Gambar 6. 11 *Property/Stiffness Modification Factor* Lantai 100
Gambar 6. 12 Denah Pemodelan Lantai pada Lantai 2 Rumah Sakit 100
Gambar 6. 13 *Define slab* (pelat tangga dan bordes) 101
Gambar 6. 14 *Property/Stiffness Modification Factor* Tangga 101
Gambar 6. 15 Beban Hidup Untuk Lif 103
Gambar 6. 16 Beban Mesin Lif 103
Gambar 6. 17 *Define load patterns* 104
Gambar 6. 18 *Define load cases* 104
Gambar 6. 19 *Define load case* D = Dead + SIDL 105
Gambar 6. 20 Beban Hidup Dan Mati Tambahan Pada Balkon 107
Gambar 6. 21 *Shell Uniform Set* pada Lantai 2 108
Gambar 6. 22 Beban dinding pada grid A 108
Gambar 6. 23 Langkah Penentuan Beban Angin SPGAU 109
Gambar 6. 24 Kategori Risiko Bangunan untuk Beban Angin 110
Gambar 6. 25 Nilai Kecepatan Angin Dasar 111
Gambar 6. 26 Faktor Arah Angin, K_d 111

Gambar 6. 27 Faktor Topografi, K_{zt} 112
Gambar 6. 28 Faktor Elevasi Permukaan Tanah, K_e 112
Gambar 6. 29 Faktor Efek Hembusan Angin, G 112
Gambar 6. 30 Klasifikasi Ketertutupan 113
Gambar 6. 31 Koefisien Tekanan Internal, GC_{pi} 113
Gambar 6. 32 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas, Kz 114
Gambar 6. 33 Konstanta Eksposur Dataran, zg dan α 115
Gambar 6. 34 Koefisien Tekanan Eksternal, Cp 116
Gambar 6. 35 Beban Angin Wy di ETABS 117
Gambar 6. 36 Beban Angin Wx di ETABS 118
Gambar 6. 37 *Define Response Spectrum Function* 119
Gambar 6. 38 Gempa Statik Arah X 119
Gambar 6. 39 Gempa Statik Arah Y 120
Gambar 6. 40 *Define Load Case* Beban Gempa (Ex) 121
Gambar 6. 41 *Define Load Case* Beban Gempa (Ex) 121
Gambar 6. 42 Kombinasi Pembebanan 123
Gambar 6. 43 *Model Case* 124
Gambar 6. 44 *Mass source* 125
Gambar 6. 45 *Joint Assignment* untuk Jepit 125
Gambar 6. 46 Asumsi Perancangan Fondasi Jepit 125
Gambar 6. 47 *Define Diafragma > Rigid* 126
Gambar 6. 48 *Rigid Zone Factor* Kolom 126
Gambar 6. 49 *Rigid Zone Factor* Balok 126
Gambar 6. 50 Diafragma lantai 2 127
Gambar 6. 51 *Frame auto mesh* 127
Gambar 6. 52 *Floor auto mesh* 127
Gambar 6. 53 *Active Degrees of Freedom* 128
Gambar 6. 54 *Set load cases to run* 128
Gambar 7. 1 Hasil pengecekan V statis dan V dinamis ETABS 130
Gambar 7. 2 *Define Load Case* Gempa arah X setelah Penskalaan 130
Gambar 7. 3 *Define Load Case* Gempa arah Y setelah Penskalaan 130
Gambar 7. 4 Pemeriksaan Simpangan antar Lantai (Story Drift) 131

Gambar 7. 5 Pemeriksaan Simpangan antar Lantai (*Story Drift*) 132
Gambar 7. 6 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b 133
Gambar 7. 7 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 134
Gambar 7. 8 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3 135
Gambar 7. 9 Denah Lantai 1 yang ditinjau 135
Gambar 7. 10 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 4 136
Gambar 7. 11 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 5 136
Gambar 7. 12 Ketidakberaturan vertikal tipe 2 139
Gambar 7. 13 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3 140
Gambar 7. 14 Ketidakberaturan vertikal tipe 4 140
Gambar 7. 15 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b 141
Gambar 8. 1 Tinggi Efektif Pelat Lantai 145
Gambar 8. 2 Tinggi Efektif Pelat Tangga dan Bordes 151
Gambar 8. 3 Pembagian Daerah Tumpuan dan Lapangan Balok SRPMK 155
Gambar 8. 4 Tinggi Efektif Balok 157
Gambar 8. 5 Denah Kolom Lantai 2 Tertinjau (C80) 183
Gambar 8. 6 Portal As – 3 Kolom C80 Tertinjau 183
Gambar 8. 7 K1 yang Ditinjau pada arah X 183
Gambar 8. 8 Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk kolom Arah X 184
Gambar 8. 9 K1 yang Ditinjau pada arah Y 184
Gambar 8. 10 Penentuan Faktor Panjang Efektif (k) untuk kolom Arah Y 185
Gambar 8. 11 Diagram Tegangan dan Regangan pada Kolom 192
Gambar 8. 12 Gaya yang Bekerja pada Tulangan Kolom 194
Gambar 8. 13 Diagram Interaksi Kolom 700x700 mm 198
Gambar 8. 14 Kolom Tinjauan (Titik C80) Lantai 1 201
Gambar 8. 15 Diagram Interaksi Nilai ϕMn Kolom K1 Tertinjau 201
Gambar 8. 16 Goyangan Kolom Tertinjau pada Arah X 202
Gambar 8. 17 Goyangan Kolom Tertinjau pada Arah Y 203
Gambar 8. 18 Diagram Interaksi Kolom (1,25fy) 204
Gambar 9. 1 Denah fondasi yang ditinjau 212
Gambar 9. 2 Data *Standard Penetration Test* (SPT) yang digunakan 216
Gambar 9. 3 Data *Standard Penetration Test* (SPT) yang digunakan (lanjutan) 217

Gambar 9. 4 Rencana konfigurasi tiang pancang..... 219
Gambar 9. 5 Jarak tiang pancang terhadap titik berat fondasi 222
Gambar 9. 6 Tinjauan Fondasi terhadap Geser Satu Arah..... 224
Gambar 9. 7 Daerah momen lentur pada pile cap..... 228

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Luas Bangunan Rumah Sakit 9
Tabel 3. 1 Persyaratan Kekuatan 11
Tabel 3. 2 Tulangan Ulir Non Prategang 12
Tabel 3. 3 Berat Jenis Bahan Bangunan 13
Tabel 3.4 Berat Sendiri Material Komponen Bangunan 13
Tabel 3. 5 Beben hidup berdasarkan SNI 1727-2019 13
Tabel 3. 6 Jenis Pemanfaatan dan Kategori Risiko 15
Tabel 3. 7 Jenis Pemanfaatan dan Kategori Risiko (Lanjutan) 16
Tabel 3. 8 Jenis Pemanfaatan dan Kategori Risiko (Lanjutan) 17
Tabel 3. 9 Faktor keutamaan Gempa 18
Tabel 3. 10 Klasifikasi Situs 20
Tabel 3. 11 Koefisien situs Fa 23
Tabel 3. 12 Koefisien Situs Fv 24
Tabel 3. 13 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Percepatan Respons Spektral Pada Periode Pendek 29
Tabel 3. 14 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Percepatan Respons Spektral Pada Periode 1 Detik 30
Tabel 3. 15 Faktor R, Cd, Dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikil Gaya Seismik 30
Tabel 3. 16 Faktor R, Cd, Dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikil Gaya Seismik (Lanjutan) 31
Tabel 3. 17 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur 32
Tabel 3. 18 Ketidakberaturan vertikal pada struktur 34
Tabel 3. 19 Prosedur analisis yang diizinkan 37
Tabel 3. 20 Koefisien untuk Batas Atas Periode yang dihitung 39
Tabel 3. 21 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x 40
Tabel 3.22 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non Prategang Tanpa Balok Interior (mm) 47
Tabel 3. 23 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non Prategang dengan Balok di Antara Tumpuan pada Semua Sisinya 48
Tabel 3. 24 Luas Minimum Tulangan Pelat 49

Tabel 3.25 Rasio Luas Tulangan Ulir Susut Dan Suhu Minimum Terhadap Luas Penampang Beton Bruto 49
Tabel 3. 26 Tinggi Minimum Balok Non Prategang 50
Tabel 3.27 Ketebalan Selimut Beton untuk Komponen Struktur Beton Non Prategang yang Dicor di Tempat 51
Tabel 3.28 Faktor reduksi kekuatan (Ø) 52
Tabel 3.29 Nilai B1 Untuk Distribusi Tegangan Beton Persegi Ekuivalen 53
Tabel 3. 30 Kekuatan aksial maksimum 58
Tabel 3. 31 Injakan dan Tanjakan Tangga 61
Tabel 5. 1 Penentuan Dimensi Balok 68
Tabel 5. 2 Beban Kolom Lantai 1 yang Ditinjau 76
Tabel 5. 3 Beban Kolom Lantai 2 yang Ditinjau 77
Tabel 5. 4 Beban Kolom Lantai 3 sampai 5 yang Ditinjau 77
Tabel 5. 5 Beban Kolom Lantai 6 yang Ditinjau 77
Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Beban Ultimit (Pu) 78
Tabel 5. 7 Dimensi Tangga Yang digunakan 83
Tabel 5. 8 Jumlah Populasi Rumah Sakit 84
Tabel 5. 9 Kriteria Waktu Tunggu Rata-Rata di Lobi Utama dan Kriteria Arus Siklus. 85
Tabel 5. 10 Nilai N-SPT yang digunakan 87
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Sa terhadap periode, T (detik) 91
Tabel 5. 12 Sistem struktur penahan gaya gempa yang digunakan dan Faktor R, Ω0, dan Cd 92
Tabel 6. 1 Dimensi Balok Rumah Sakit 6 Lantai 96
Tabel 6. 2 Beban Hidup Pada Rumah Sakit 107
Tabel 6. 3 Perhitungan Nilai Koefisien Tekanan Velositas, K_z 115
Tabel 6. 4 Perhitungan Nilai Tekanan Velositas, qz 116
Tabel 6. 5 Gaya Angin Pada Dinding Arah X 117
Tabel 6. 6 Gaya Angin Pada Dinding Arah Y 118
Tabel 6. 7 Rekapitulasi Faktor Pengali Kombinasi Pembebanan 122
Tabel 7. 1 *Rasio Partisipasi Modal Massa* 129
Tabel 7. 2 Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat Arah X dan Arah Y 131

Tabel 7. 3 Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat 132
Tabel 7. 4 Ketidakberaturan Horizontal 133
Tabel 7. 5 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal 137
Tabel 7. 6 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Arah X Tipe 1a dan 1b..... 138
Tabel 7. 7 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe Arah Y 1a dan 1b..... 138
Tabel 7. 8 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 139
Tabel 7. 9 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a 141
Tabel 7. 10 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b 142
Tabel 7. 11 Rekapitulasi Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal 142
Tabel 8. 1 Hasil Pengolahan Gaya Dalam Pelat Lantai 144
Tabel 8. 2 Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai 149
Tabel 8. 3 Hasil Pengolahan Gaya Dalam Tangga dan Border..... 150
Tabel 8. 4 Rekapitulasi Penulangan Pelat Tangga dan Border 154
Tabel 8. 5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan ETABS 156
Tabel 8. 6 Rekapitulasi Perancangan Tulangan Balok..... 164
Tabel 8. 7 Pengecekan Kapasitas Momen Muka Joint 165
Tabel 8. 8 Pengecekan Kapasitas Momen Keseluruhan 165
Tabel 8. 9 Rekapitulasi Perhitungan Momen Probable (Mpr) Balok..... 167
Tabel 8. 10 Rekapitulasi Perhitungan Gaya Geser Desain 168
Tabel 8. 11 Pengecekan Syarat Gaya Tekan Aksial (Pu)..... 168
Tabel 8. 12 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan..... 171
Tabel 8. 13 Rekapitulasi Penulangan Torsi Balok 179
Tabel 8. 14 Rekapitulasi Penulangan Torsi Balok (Lanjutan) 179
Tabel 8. 15 Rekapitulasi Pemeriksaan Tulangan Transversal terhadap Pengaruh Torsi 180
Tabel 8. 16 Rekapitulasi Pemeriksaan Tulangan Longitudinal terhadap Pengaruh Torsi 180
Tabel 8. 17 Rekapitulasi Perancangan Penulangan Balok 181
Tabel 8. 18 *Output* Gaya Dalam Kolom K1 Tertinjau..... 186
Tabel 8. 19 *Output* Gaya Dalam Kolom K1 Tertinjau (Lanjutan)..... 187
Tabel 8. 20 *Output* Gaya Dalam Kolom K1 Tertinjau (Lanjutan 2)..... 188

Tabel 8. 21 Perhitungan Nilai ΣPu dan ΣPc pada Kolom Persegi 700×700 mm yang Ditinjau 189
Tabel 8. 22 Perhitungan Nilai ΣPu dan ΣPc pada Kolom Persegi 700×700 mm yang Ditinjau (Lanjutan) 190
Tabel 8. 23 Perhitungan Pembesaran Momen Rangka Bergoyang untuk Kolom Persegi 700×700 mm 191
Tabel 8. 24 Hasil Perhitungan Diagram Interaksi Kolom Persegi 700×700 mm 196
Tabel 8. 25 Gaya Dalam Pu dan Mu Kolom 700x700 mm (Tertinjau) 197
Tabel 8. 26 Bengkokan Minimum dan Perpanjangan Lurus 207
Tabel 9. 1 Nilai Beban Layan untuk Perencanaan Fondasi 213
Tabel 9. 2 Nilai Beban Layan untuk Perencanaan Fondasi Lanjutan 214
Tabel 9. 3 Nilai Beban Ultimit untuk Perencanaan Fondasi 215
Tabel 9. 4 Pemeriksaan Daya Dukung Kelompok Tiang 221
Tabel 9. 5 Pemeriksaan Daya Dukung Individu Tiang 223
Tabel 9. 6 Pemeriksaan Geser Dua Arah 226
Tabel 9. 7 Rekapitulasi Penulangan *Pile Cap* arah X dan Y 229

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data dari survei Kementerian Kesehatan (Kemenkes) Tahun 2019 tentang Profil Kesehatan Indonesia, *bed to population ratio* di Indonesia adalah sebesar 1,17 per 1.000 penduduk. Artinya, Indonesia hanya memiliki 1 tempat tidur rumah sakit per 1.000 penduduknya. Dan untuk di Kalimantan Barat sendiri bed to population ratio sebesar 1,03 per 1.000 penduduk dan menempati posisi ke-9 terbawah dari seluruh provensi yang ada di Indonesia. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), meskipun tidak memiliki aturan mengenai rasio ideal, merekomendasikan setiap negara memiliki bed to population ratio sebesar 5:1.000, atau 5 tempat tidur perawatan di rumah sakit untuk setiap 1.000 penduduk. Oleh karena itu, pembangunan rumah sakit menjadi prioritas dalam pemenuhan fasilitas kesehatan.

Berkaitan dengan uraian di atas, dalam tugas akhir ini penulis merencanakan pembangunan rumah sakit yang berlokasi di Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat, sehingga data-data yg digunakan dalam tugas akhir ini adalah data-data di kawasan tersebut. Perencanaan yg dilakukan adalah gedung Rumah Sakit 6 lantai dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (untuk fungsi bangunan kesehatan) sesuai peraturan dan SNI terbaru.

Kabupaten Mempawah dalam zona gempa ringan.. Berdasarkan data katalog gempa dari Survei Geologi Amerika Serikat, jumlah gempa yang terjadi di Kalimantan Barat dan sekitarnya selama periode 1973 sampai dengan 2013 adalah sebanyak delapan kali. Gempa tertinggi yang pernah tercatat pada radius 500 kilometer dari kota Pontianak adalah pada tahun 1994 dengan kekuatan gempa sekuat 5,3 magnitudo. Setiap bangunan khusunya bangunan tinggi harus memperhitungkan parameter gaya gempa, agar dapat mengantisipasi besarnya kerusakan dan kerugian akibat gempa. Oleh karena itulah, perencanaan gedung Rumah Sakit 6 Lantai ini harus memperhitungkan beban gempa.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari Tugas Akhir ini berdasarkan latar belakang yang sudah dibahas adalah:

1. Apa saja dasar dan tahapan dalam perrencanaan struktur beton gedung Rumah Sakit 6 Lantai berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI)?
2. Bagaimana merancang struktur beton gedung Rumah Sakit 6 Lantai dengan sistem rangka pemikul momen khusus sesuai ketetapan yang berlaku?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami dasar dan tahapan dalam perhitungan struktur gedung rumah sakit berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI).
2. Dapat merancang struktur beton struktur beton gedung Rumah Sakit 6 Lantai dengan sistem rangka pemikul momen khusus sesuai ketetapan yang berlaku.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mahasiswa mendapat pengalaman dalam menghitung/merencanakan struktur bangunan beton Rumah Sakit 6 lantai.
2. Mahasiswa mengetahui tahapan dalam perencanaaan struktur bangunan beton Rumah Sakit 6 lantai.
3. Mahasiswa mampu mengembangkan pemahaman dalam penggunaan program analisis struktur untuk menganalisis gaya-gaya dalam.
4. Mahasiswa dapat menggambarkan hasil desain dalam bentuk gambar kerja beserta detailnya.

1.5 Batasan Masalah

1. Denah bangunan yang dirancang mengacu pada kebutuhan fungsi rumah sakit.
2. Perancangan meliputi: balok, kolom, pelat, dan tangga.
3. Perancangan dan perhitungan struktur mengacu pada peraturan/standar yang berlaku dan terbaru.
4. Tidak mencakup perhitungan utilitas gedung dan anggaran biaya.

5. Perencanaan lift hanya menghitung kebutuhan lift dan beban lift yang akan digunakan sebagai beban terpusat.

1.6 Sistematika Penulisan

. Sistematika dari penulisan tugas akhir ini adalah memberikan gambaran secara umum mengenai keseluruhan bab yang akan dibahas. Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang permasalahan yang menjadi latar belakang dalam pengambilan judul tugas akhir yang akan dibahas oleh penulis, termasuk tujuan dan lingkup pembahasan.

BAB II DATA DAN SPESIFIKASI DESAIN BANGUNAN

Bab ini berisi data dan spesifikasi bangunan berupa denah bangunan, dan potongan bangunan, serta mutu-mutu bahan yang akan digunakan dalam perencanaan bangunan.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang digunakan dalam perhitungan struktur gedung berdasarkan buku-buku referensi dan standar yang berlaku di Indonesia.

BAB IV METODOLOGI PERHITUNGAN

Bab ini membahas mengenai tahapan dan alur dalam melakukan perhitungan struktur gedung yang terdiri dari preliminary design, analisis dan pemodelan struktur, perancangan struktur sekunder, perancangan struktur utama, perancangan struktur bawah, serta diagram alir perhitungan.

BAB V PRELIMINARY DESIGN

Bab ini membahas mengenai perkiraan awal dimensi balok, tebal pelat lantai, kolom, serta tangga berdasarkan analisis dan SNI.

BAB VI ANALISIS DAN PEMODELAN STRUKTUR

Bab ini membahas mengenai pemodelan struktur yang mencakup struktur utama dan sekunder bangunan, melakukan penetapan terhadap beban-beban yang bekerja pada elemen struktur beserta kombinasinya untuk memperoleh gaya dalam

yang terjadi, serta dilakukan analisis struktur menggunakan software analisis struktur berbasis elemen hingga.

BAB VII PEMERIKSAAN PERILAKU STRUKTUR

Bab ini membahas mengenai tinjauan dan pemeriksaan perilaku struktur terhadap analisis struktur akibat beban yang bekerja pada struktur gedung terkait.

BAB VIII PERENCANAAN TULANGAN

Bab ini membahas mengenai perancangan tulangan pada setiap elemen struktur bangunan yang ada, meliputi penulangan pelat lantai, balok, kolom, dan tangga pada Gedung Rumah Sakit 6 Lantai.

BAB IX PENUTUP

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dari seluruh pembahasan yang dilakukan pada tugas akhir ini beserta pemberian saran yang berguna dalam pengembangan perancangan struktur gedung beton bertulang yang didesain tahan terhadap pengaruh gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi literatur dan sumber data yang dipergunakan sebagai acuan ataupun pendukung dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

LAMPIRAN

Berisi data tanah, gambar desain detail struktur beserta penulangannya, beserta gambar-gambar kerja struktur bangunan Gedung Rumah Sakit 6 Lantai