

**PERENCANAAN BANGUNAN GEDUNG SEBAGAI STRUKTUR
PENAHAN GEMPA MENGGUNAKAN DUAL SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN *SHEAR WALL*
BERDASARKAN SNI 1726:2019 DAN SNI 2847:2019
(Studi Kasus : Gedung Rumah Sakit Gigi Mulut
Universitas Brawijaya Malang)**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik

Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

IRWAN HIDAYAT

201910340311098

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN


Judul : Perencanaan Bangunan Gedung Sebagai Struktur Penahan Gempa Menggunakan Dual Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Shear Wall Berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 (Studi Kasus: Gedung Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Brawijaya Malang).

Nama : Irwan Hidayat


NIM : 201910340311098

Pada hari Sabtu, 16 Maret 2024, telah diuji oleh tim penguji:

1. Ir. Erwin Rommel, M.T.

Dosen Penguji I 

2. Aulia Indira Kumalasari, S.T., M.T.

Dosen Penguji II 

Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Rofikatul Karimah, M.T. 

Rizki Amalia Tri Cahyani, S.T., M.T. 

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Sulianto, M.T. 

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irwan Hidayat

NIM : 201910340311098

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan secara sungguh-sungguh dan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul “PERENCANAAN BANGUNAN GEDUNG SEBAGAI STRUKTUR PENAHAN GEMPA MENGGUNAKAN DUAL SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAB SHEAR WALL BERDASARKAN SNI 1726:2019 (Studi Kasus : Gedung Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Brawijaya Malang)” adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. 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, baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan secara sadar. Apabila dikemudian hari terdapat atau ditemukan ketidaksesuaian dalam pernyataan, saya bersedia mendapatkan sanksi akademik sesuai aturan yang berlaku.

Malang, 15 April 2024

Yang menyatakan,



Irwan Hidayat

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis junjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan berjudul “Perencanaan Bangunan Gedung Sebagai Struktur Penahan Gempa Menggunakan Dual Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan *Shear Wall* Berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 (Studi Kasus : Gedung Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Brawijaya Malang)”.

Skripsi ini disusun sebagai syarat utama untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Diharapkan skripsi ini mampu memberikan pemahaman publik dan akademisi yang lebih baik terkait topik yang dibahas dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat pihak yang telah memberikan motivasi dan bantuan kepada penulis. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, atas karunia dan ridhonya yang diberikan selama ini hingga dapat terselesainya laporan tugas akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Sulianto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Bapak Dr. Ir. Moh. Abduh, ST., MT., IPM., ACPE., ASEAN Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Ibu Rofikatul Karimah, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah menyempatkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Rizki Amalia Tri Cahyani, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah menyempatkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen dan Staff Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.

7. Kedua orang tua dan kakak yang saya cintai yang telah memberi doa dan dukungan hingga terselesainya laporan tugas akhir ini.
8. Keluarga besar Laboratorium MATC yang telah mendukung, menghibur, dan menjadi tempat bercerita selama proses perkuliahan.
9. Seluruh teman-teman yang turut memberikan dukungan dan bantuan.
10. Ro'yatul Maula Septiana selaku kekasih saya yang telah menemani dalam proses pengerjaan hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini dikarenakan ketebatasan ilmu yang penulis miliki. Supaya tidak mengurangi rasa hormat dengan segala kerendahan hati, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan bermanfaat untuk kesempurnaan skripsi ini melalui email pribadi penulis irwanhidayat1503@gmail.com.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat dijadikan penambah wawasan ilmu pengetahuan dan dapat dikembangkan untuk memperlancar penyusunan laporan tugas akhir kedepannya.

Malang, 19 Maret 2024



Irwan Hidayat

ABSTRAK

Gedung Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Brawijaya berlokasi di Jl. Kedokteran Gigi, Ketawanggede, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang Jawa Timur. Gedung ini memiliki 8 lantai dengan elevasi top + 32.10 meter. Bangunan ini difungsikan sebagai fasilitas pelayanan rumah sakit gigi mulut oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya. Dalam perencanaan ini menggunakan sistem struktur dual system atau sistem ganda (kombinasi SRPMK dan shear wall). Bangunan gedung ini memiliki 4 titik perletakan shear wall, 2 titik dengan panjang 3,3 meter dan 2 titik lainnya 8,4 meter. Penggunaan shear wall ini guna memaksimalkan kemampuan struktur dalam menahan gaya yang terjadi akibat gempa. Perencanaan struktur pada bangunan ini menggunakan sistem Respons Spectrum Analysis dan mengacu pada peraturan SNI 1726:2019 tentang tata cara ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung, SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, dan SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Dalam proses perhitungan menggunakan bantuan software ETABS guna mendapatkan output nilai gaya dalam pada setiap komponen struktur. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa struktur, didapatkan spesifikasi dimensi komponen struktur yang meliputi tebal pelat lantai dan atap yaitu 12 cm dengan diameter tulangan $\varnothing 10$. Dimensi balok anak memanjang 25/50 dan melintang 20/30 digunakan tulangan pokok diameter D16 dan diameter $\varnothing 10$ untuk tulangan geser. Dimensi balok induk memanjang dan melintang 30/60 digunakan tulangan pokok diameter D19, serta diameter $\varnothing 10$ untuk tulangan geser. Dimensi kolom 70/70 digunakan tulangan pokok D25, $\varnothing 10$ untuk tulangan geser, dan $\varnothing 16$ untuk pengekang. Serta digunakan shear wall dengan tebal 35 cm dengan spesifikasi tulangan D16 pada arah longitudinal dan transversal, serta tulangan pengekang D13.

Kata Kunci: SRPMK, *shear wall*, struktur beton bertulang, struktur penahan gempa.

ABSTRACT

The Building of the Dental Hospital at Brawijaya University is located at Jl. Kedokteran Gigi, Ketawanggede, Lowokwaru District, Malang City, East Java. The building consists of 8 floors with a top elevation of +32.10 meters. It serves as a facility for oral dental hospital services under the Faculty of Dentistry at Brawijaya University. The structural design employs a dual system or combined system (SRPMK and shear wall). The building has 4 shear wall placement points, 2 with a length of 3.3 meters and the other 2 with a length of 8.4 meters. The use of shear walls aims to maximize the structure's ability to withstand seismic forces. The structural planning of the building involves the use of Response Spectrum Analysis system, referring to the regulations SNI 1726:2019 for earthquake resistance procedures for building structures, SNI 2847:2019 for structural concrete requirements for buildings, and SNI 1727:2020 for minimum design loads and criteria for buildings and other structures. The calculation process utilizes the ETABS software to obtain force values in each structural component. Based on the calculation results and structural analysis, specifications for the dimensions of structural components are obtained. These include the floor and roof slab thickness of 12 cm with Ø10 reinforcement bars. The longitudinal and transverse dimensions of the secondary beams are 25/50 and 20/30, respectively, using primary reinforcement bars with a diameter of D16 and Ø10 for shear reinforcement. The primary beams have dimensions of 30/60 with primary reinforcement bars of diameter D19, and Ø10 for shear reinforcement. The column dimensions are 70/70 with primary reinforcement bars of diameter D25, Ø10 for shear reinforcement, and Ø16 for confinement. Additionally, shear walls with a thickness of 35 cm are used, reinforced with D16 bars in both longitudinal and transverse directions, as well as D13 confinement reinforcement.

Keywords: *SRPMK, shear wall, reinforced concrete structure, seismic resistant structure.*

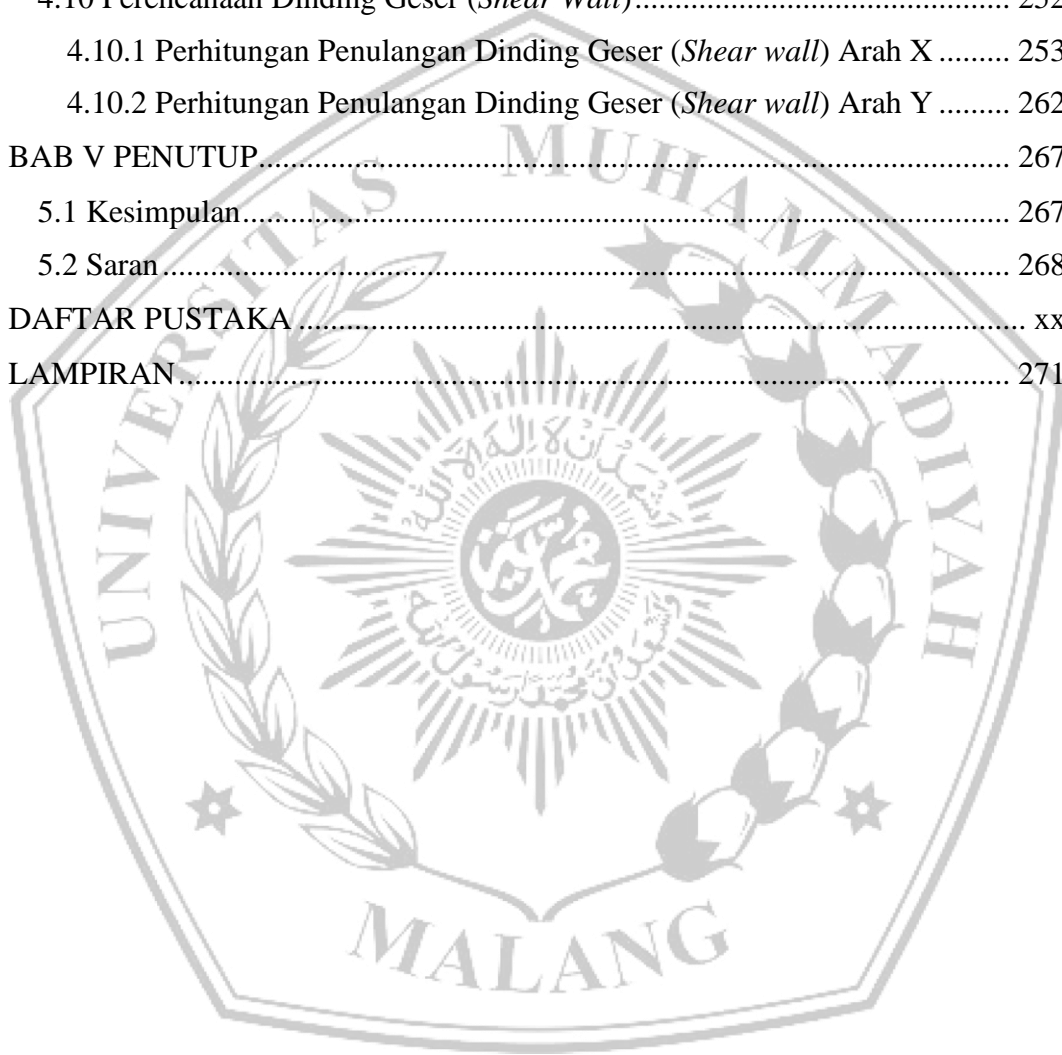
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR KETERANGAN LOLOS PLAGIASI.....	xxii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Perencanaan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Perencanaan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Konsep Struktur Bangunan Tahan Gempa.....	5
2.2 Konstruksi Beton Bertulang pada Bangunan Gedung.....	7
2.2.1 Beton Bertulang	7
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton Bertulang	7
2.3 Elemen Struktur Beton Bertulang	9
2.3.1 Balok Beton Bertulang.....	10
2.3.2 Kolom Beton Bertulang	21
2.3.3 Pelat Beton Bertulang	31
2.4 Teori Dasar Gempa Bumi.....	37
2.5 Pembebanan Struktur	37
2.5.1 Ketentuan Perencanaan Pembebanan	38
2.5.2 Kombinasi Beban (<i>Combination Load</i>).....	40
2.6 Analisa Struktur Tahan Gempa	42

2.6.1 Kategori Resiko Gempa dan Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	42
2.6.2 Menentukan Klasifikasi Situs	44
2.6.3 Parameter Respon Spektral Desain	45
2.6.4 Menentukan Parameter Percepatan Gempa (SMS dan SM1)	46
2.6.5 Parameter Percepatan Spektral Desain	47
2.6.6 Kategori Desain Seismik	48
2.6.7 Parameter Koefisien Modikasi Respon (R), Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0), Faktor Pembesaran Defleksi (C_d)	48
2.6.8 Gaya Dasar Seismik	50
2.6.9 Distribusi Beban Vertikal dan Horizontal Gaya Gempa pada Struktur	51
2.6.10 Menghitung <i>Drift Ratio</i>	52
2.6.11 Menghitung <i>Drift Storey</i>	52
2.6.12 Efek P-Delta	54
2.7 Sistem Penahan Gempa	55
2.7.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	55
2.7.2 Dinding Struktural (<i>Structural Wall System</i>)	67
2.7.3 Sistem Ganda (<i>Dual System</i>)	72
BAB III METODE PERENCANAAN	74
3.1 Lokasi Perencanaan	74
3.2 Pengumpulan Data	74
3.2.1 Data Umum Bangunan	74
3.2.2 Gambar Struktur Gedung	76
3.2.3 Studi Literatur	83
3.3 Tahap Perencanaan	83
3.3.1 Pemodelan Struktur	83
3.3.2 Pra Dimensi (<i>Preliminary Design</i>)	83
3.3.3 Analisa Pembebanan Struktur	83
3.4 Analisa dan Perencanaan Struktur	84
3.4.1 Penulangan Elemen Struktur Lentur	86
3.4.2 Perencanaan Penulangan Kolom	87
3.4.3 Perencanaan Gedung	88

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	89
4.1 Perencanaan Dimensi Struktural Gedung	89
4.1.1 Perencanaan Dimensi Balok	89
4.1.2 Perencanaan Dimensi Kolom.....	90
4.1.3 Perencanaan Dimensi Pelat.....	91
4.1.4 Perencanaan Dimensi Dinding Struktural.....	92
4.2 Perencanaan Pembebanan Pelat	93
4.2.1 Pembebanan Pelat Lantai.....	93
4.2.2 Pembebanan Pelat Atap	93
4.3 Perhitungan Pelat.....	94
4.3.1 Perhitungan Momen Ultimate Pelat.....	95
4.3.2 Distribusi Momen Longitudinal pada <i>Equivalent Rigid Frame</i>	97
4.3.3 Distribusi Momen pada Daerah <i>Column Strip</i>	98
4.3.4 Perhitungan Tulangan Pelat.....	99
4.4 Perencanaan Balok Anak.....	105
4.4.1 Balok Anak BA1 Arah Memanjang.....	105
4.4.2 Balok Anak BA2 Arah Melintang	126
4.5 Permodelan Struktur dan Analisa Statika	150
4.5.1 Permodelan Struktur	150
4.5.2 <i>Input</i> Pembebanan.....	154
4.5.3 Perhitungan Gaya Gempa Dasar Seismik.....	160
4.5.4 Hasil Analisa Menggunakan Aplikasi Etabs	161
4.6 Perhitungan Stabilitas Struktur.....	164
4.6.1 Perhitungan <i>Drift Storey</i>	164
4.6.2 Perhitungan <i>Drift Ratio</i>	165
4.7 Perencanaan Balok Induk.....	168
4.7.1 Balok Induk BI Lantai 1 - 3 Memanjang.....	170
4.7.2 Balok Induk BI' Lantai 1 – 3 Melintang.....	184
4.8 Perencanaan Kolom.....	206
4.8.1 Penulangan Kolom Lantai 1 Interior	208
4.8.2 Pengecekan Desain Tulangan Kolom Lantai 1 Interior Menggunakan <i>Software spColumn</i>	218

4.8.3 Penulangan Kolom Lantai 1 Eksterior.....	219
4.8.4 Pengecekan Desain Tulangan Kolom Lantai 1 Eksterior Menggunakan <i>Software spColumn</i>	230
4.9 Cek Perhitungan <i>Strong Column Weak Beam</i> (SCWB).....	233
4.9.1 Hubungan Balok Kolom Tinjauan Internal	233
4.9.2 Hubungan Balok Kolom Tinjauan Eksternal.....	242
4.10 Perencanaan Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>).....	252
4.10.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser (<i>Shear wall</i>) Arah X	253
4.10.2 Perhitungan Penulangan Dinding Geser (<i>Shear wall</i>) Arah Y	262
BAB V PENUTUP.....	267
5.1 Kesimpulan.....	267
5.2 Saran.....	268
DAFTAR PUSTAKA.....	xx
LAMPIRAN.....	271



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Koefisien distribusi untuk bentang ujung	9
Tabel 2. 2 Batasan Nilai Regangan	12
Tabel 2. 3 Momen inersia penampang	30
Tabel 2. 4 Ketebalan minimum pelat solid satu arah non-prategang.....	32
Tabel 2. 5 Batasan lendutan pelat	32
Tabel 2. 6 Persyaratan tulangan dan suhu minimal pada pelat	33
Tabel 2. 7 Ketebalan minimum pelat tanpa balok dalam.....	35
Tabel 2. 8 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung.....	38
Tabel 2. 9 Beban Hidup Lantai Rumah Sakit	39
Tabel 2. 10 Nilai Faktor Keutamaan Gempa	39
Tabel 2. 11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Periode Pendek.....	40
Tabel 2. 12 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Periode 1 Detik.....	40
Tabel 2. 13 Kombinasi Beban Metode Ultimit	40
Tabel 2. 14 Kategori Risiko Gedung Untuk Gempa	42
Tabel 2. 15 Faktor Keutamaan Gempa	44
Tabel 2. 16 Klasifikasi Situs	44
Tabel 2. 17 Koefisien Situs, F_a	46
Tabel 2. 18 Koefisien Situs, F_v	47
Tabel 2. 19 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Periode Pendek.....	48
Tabel 2. 20 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Periode 1 Detik.....	48
Tabel 2. 21 Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Seismik	48
Tabel 2. 22 Batasan Drift Ratio.....	52
Tabel 2. 23 Simpangan Antar Tingkat Izin (Δa)	54
Table 4. 1 Rekapitulasi Dimensi Balok	90

Table 4. 2 Rekapitulasi Tebal Pelat	92
Table 4. 3 Koefisien Distribusi Untuk Bentang Ujung	94
Table 4. 4 Rekapitulasi Momen Ultimate Pelat Lantai	95
Table 4. 5 Rekapitulasi Momen Ultimate Pelat Atap	96
Table 4. 6 Rekapitulasi Distribusi Momen Longitudinal pada Equivalent Rigid Frame.....	98
Table 4. 7 Rekapitulasi Distribusi Momen pada Daerah Column Strip.....	99
Table 4. 8 Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai Tipe A	103
Table 4. 9 Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai Tipe B	103
Table 4. 10 Rekapitulasi Tulangan Pelat Atap Tipe A	104
Table 4. 11 Rekapitulasi Tulangan Pelat Atap Tipe B.....	104
Table 4. 12 Rekapitulasi Pembebanan Balok Anak Lantai Memanjang.....	108
Table 4. 13 Rekapitulasi Pembebanan Balok Anak Atap Memanjang	108
Table 4. 14 Rekapitulasi Momen dan Gaya Lintang Balok Anak Arah Memanjang.....	108
Table 4. 19 Rekapitulasi Pembebanan Balok Anak Lantai Melintang	130
Table 4. 20 Rekapitulasi Pembebanan Balok Anak Atap Melintang.....	130
Table 4. 21 Rekapitulasi Momen dan Gaya Lintang Balok Anak Arah Melintang	130
Table 4. 26 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Balok Anak BA1 Arah Memanjang.....	147
Table 4. 27 Rekapitulasi Perhitungan Sengkang Balok Anak BA1 Arah Memanjang.....	148
Table 4. 28 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Balok Anak BA2 Arah Melintang	148
Table 4. 29 Rekapitulasi Perhitungan Sengkang Balok Anak BA2 Arah Melintang	149
Table 4. 30 Rekapitulasi Berat Sendiri Struktur	155
Table 4. 31 Rekapitulasi Beban Hidup Struktur	155
Table 4. 32 Faktor Keutamaan Gempa	156
Table 4. 33 Rekapitulasi Perhitungan Respons Spektrum	158

Table 4. 34 Hasil Base Shear dari Aplikasi Etabs.....	160
Table 4. 35 Rekapitulasi Simpangan Struktur Model.....	161
Table 4. 36 Rekapitulasi Simpangan Struktur Model.....	161
Table 4. 37 Rekapitulasi Gaya Dalam Struktur Model.....	163
Table 4. 38 Rekapitulasi Gaya Dalam Struktur Model.....	163
Table 4. 39 Rekapitulasi Drift Storey	164
Table 4. 40 Rekapitulasi Drift Story	164
Table 4. 41 Rekapitulasi Drift Ratio	166
Table 4. 42 Rekapitulasi Drift Ratio	166
Table 4. 43 Rekapitulasi Dipakai Momen dan Gaya Geser Terbesar Arah Memanjang.....	170
Table 4. 44 Rekapitulasi Dipakai Momen dan Gaya Geser Terbesar Melintang.....	184
Table 4. 45 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk Lantai 7 – Ring Balok (Lanjutan).....	200
Table 4. 46 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk Lantai 4 - 6	201
Table 4. 47 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk Lantai 4 – 6 (Lanjutan).....	202
Table 4. 48 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk Lantai 1 - 3	203
Table 4. 49 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk Lantai 1 – 3 (Lanjutan).....	204
Table 4. 50 Rekapitulasi Gaya Dalam pada Kolom.....	208
Table 4. 51 Tabel Luas Tulangan.....	211
Table 4. 52 Tabel Luas Tulangan.....	223
Table 4. 53 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Kolom	231
Table 4. 54 Rekapitulasi Momen Plastis pada Balok Arah X dan arah Z.....	236
Table 4. 55 Rekapitulasi Momen Plastis pada Balok Arah X dan arah Z.....	245
Table 4. 56 Rekapitulasi Output Dinding Geser Arah X	253
Table 4. 57 Rekapitulasi Output Dinding Geser Arah Y	253
Table 4. 58 Rekapitulasi Kebutuhan Boundary Element.....	260
Table 4. 59 Rekapitulasi Tulangan Dinding Geser Arah X (Memanjang).....	266
Table 4. 60 Rekapitulasi Tulangan Dinding Geser Arah Y (Melintang)	266

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Tegangan Regangan Balok Penampang Persegi Tulangan Tunggal	14
Gambar 2. 2 Diagram Tegangan Regangan Balok Penampang Persegi Tulangan Rangkap.....	17
Gambar 2. 3 Diagram Tegangan Regangan Balok Penampang Persegi Tulangan Rangkap Kondisi Sudah Luluh	18
Gambar 2. 4 Diagram Tegangan Regangan Balok Penampang Persegi Tulangan Rangkap Kondisi Belum Luluh.....	20
Gambar 2. 5 Diagram Tegangan Regangan Kolom dengan Kondisi Seimbang (balance).....	24
Gambar 2. 6 Diagram Tegangan Regangan Kolom dengan Kondisi Tarik	25
Gambar 2. 7 Diagram Tegangan Regangan Kolom dengan Kondisi Tekan.....	26
Gambar 2. 8 Nomogram Faktor Panjang Tekuk Kolom Portal	29
Gambar 2. 9 Pelat satu arah	31
Gambar 2. 10 Pelat dua arah	34
Gambar 2. 11 Peta Zonasi Gempa di Indonesia.....	37
Gambar 2. 12 Parameter S_s Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget (MCE_R).....	45
Gambar 2. 13 Parameter S_s Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko Tertarget (MCE_R).....	46
Gambar 2. 14 Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	53
Gambar 2. 15 Contoh sengkang tertutup (hoop) yang dipasang maksimum spasai horizontal penumpu batang longitudinal.....	58
Gambar 2. 16 Contoh penulangan transversal pada kolom.....	61
Gambar 2. 17 Desain HBK pada joint dengan empat pengekang.....	64
Gambar 2. 18 Luasan efektif HBK dengan empat balok pengekang.....	65
Gambar 2. 19 (a) <i>Bearing wall</i> , (b) <i>Frame wall</i> , (c) <i>Core wall</i>	68
Gambar 2. 20 Persyaratan komponen batas (boundary element).....	69
Gambar 2. 21 Tulangan geser pada dinding struktural	71

Gambar 2. 22 Sistem Ganda (Dual System)	73
Gambar 3. 1 Denah Lantai 1 dan 2	76
Gambar 3. 2 Denah Lantai 3 - 6.....	77
Gambar 3. 3 Denah Lantai 7	78
Gambar 3. 4 Denah Lantai Rooftop	79
Gambar 3. 5 Denah Lantai Ring Balok Atap	80
Gambar 3. 6 Portal Arah Memanjang	81
Gambar 3. 7 Portal Arah Melintang.....	82
Gambar 3. 8 Hierarki Kontrol Kapasitas Elemen pada Gedung	85
Gambar 3. 9 Diagram Alir Perencanaan Tulangan Elemen Struktur Lentur	86
Gambar 3. 10 Diagram Alir Perencanaan Tulangan Kolom.....	87
Gambar 3. 11 Diagram Alir Perencanaan Gedung.....	88
Gambar 4. 1 Diagram Momen Pelat	94
Gambar 4. 2 Distribusi Tegangan Regangan pada Pelat Memanjang Tumpuan	100
Gambar 4. 3 Distribusi Tegangan Regangan pada Pelat Melintang Lapangan..	102
Gambar 4. 4 Distribusi Beban Pelat pada Balok Anak	105
Gambar 4. 5 Diagram Momen Balok Anak Memanjang	109
Gambar 4. 6 Diagram Moment pada Daerah Tumpuan.....	109
Gambar 4. 7 Tabel Luas Tulangan.....	110
Gambar 4. 8 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Memanjang Tumpuan	111
Gambar 4. 9 Diagram Moment pada Daerah Lapangan	112
Gambar 4. 10 Tabel Luas Tulangan.....	113
Gambar 4. 11 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Memanjang Lapangan.....	114
Gambar 4. 12 Diagram Geser pada Daerah Tumpuan	115
Gambar 4. 13 Diagram Geser pada Daerah Lapangan.....	116
Gambar 4. 14 Diagram Momen Balok Anak Memanjang	117
Gambar 4. 15 Diagram Moment pada Daerah Tumpuan.....	118
Gambar 4. 16 Tabel Luas Tulangan.....	119

Gambar 4. 17 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Memanjang	
Tumpuan	120
Gambar 4. 18 Diagram Moment pada Daerah Lapangan	120
Gambar 4. 19 Tabel Luas Tulangan.....	121
Gambar 4. 20 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Memanjang	
Lapangan.....	123
Gambar 4. 21 Diagram Geser pada Daerah Tumpuan	124
Gambar 4. 22 Diagram Geser pada Daerah Tumpuan	125
Gambar 4. 23 Diagram Momen Balok Anak Melintang.....	131
Gambar 4. 24 Diagram Moment pada Daerah Tumpuan.....	131
Gambar 4. 25 Tabel Luas Tulangan.....	132
Gambar 4. 26 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Melintang	
Tumpuan	133
Gambar 4. 27 Diagram Moment pada Daerah Lapangan	133
Gambar 4. 28 Tabel Luas Tulangan.....	135
Gambar 4. 29 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Melintang	
Lapangan.....	136
Gambar 4. 30 Diagram Geser pada Daerah Tumpuan	137
Gambar 4. 31 Gambar 4. 32 Diagram Geser pada Daerah Lapangan.....	138
Gambar 4. 33 Diagram Momen Balok Anak Melintang.....	139
Gambar 4. 34 Diagram Moment pada Daerah Tumpuan.....	139
Gambar 4. 35 Tabel Luas Tulangan.....	140
Gambar 4. 36 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Melintang	
Tumpuan	142
Gambar 4. 37 Diagram Moment pada Daerah Lapangan	142
Gambar 4. 38 Tabel Luas Tulangan.....	143
Gambar 4. 39 Distribusi Tegangan Regangan pada Balok Anak Melintang	
Lapangan.....	144
Gambar 4. 40 Diagram Geser pada Daerah Tumpuan	145
Gambar 4. 41 Gambar 4. 42 Diagram Geser pada Daerah Lapangan.....	146
Gambar 4. 43 Permodelan Struktur Menggunakan Software Etabs	150

Gambar 4. 44	Tampilan Jendela Wall Properties pada Etabs	151
Gambar 4. 45	Tampilan Jendela Wall Properties Data	151
Gambar 4. 46	Denah Penempatan Shear Wall	152
Gambar 4. 47	Isometri Penempatan Shear Wall	152
Gambar 4. 48	Mode Shape 1 Arah Sumbu X.....	153
Gambar 4. 49	Mode Shape 2 Arah Sumbu Y.....	153
Gambar 4. 50	Mode Shape 3 Arah Puntir	154
Gambar 4. 51	Peta Lokasi	156
Gambar 4. 52	Output Aplikasi Puskim Desain Spektra Indonesia 2019	157
Gambar 4. 53	Kurva Spectrum Respons Lokasi Bangunan	159
Gambar 4. 54	Grafik Simpangan Kombinasi Pembebanan $1,2D + E + L$	162
Gambar 4. 55	Grafik Simpangan Kombinasi Pembebanan $0,9D - E$	162
Gambar 4. 56	Grafik Drift Storey Kombinasi Pembebanan $1,2D + E + L$	165
Gambar 4. 57	Grafik Drift Storey Kombinasi Pembebanan $0,9D - E$	165
Gambar 4. 58	Grafik Drift Ratio Kombinasi Pembebanan $1,2D + E + L$	166
Gambar 4. 59	Grafik Drift Ratio Kombinasi Pembebanan $0,9D - E$	167
Gambar 4. 60	Diagram Momen pada Portal Arah Memanjang	168
Gambar 4. 61	Diagram Momen pada Portal Arah Melintang	168
Gambar 4. 62	Diagram Geser pada Portal Arah Memanjang	169
Gambar 4. 63	Diagram Geser pada Portal Arah Melintang	169
Gambar 4. 64	Tinjauan Diagram Momen pada Portal Grid 6.....	170
Gambar 4. 65	Tinjauan Diagram Momen pada Portal Grid 6.....	171
Gambar 4. 66	Diagram Momen Tumpuan Negatif	171
Gambar 4. 67	Tabel Luas Tulangan.....	172
Gambar 4. 68	Distribusi Tegangan Regangan pada Tumpuan Negatif	173
Gambar 4. 69	Diagram Momen Tumpuan Positif.....	174
Gambar 4. 70	Tabel Luas Tulangan.....	175
Gambar 4. 71	Distribusi Tegangan Regangan pada Tumpuan Positif	176
Gambar 4. 72	Diagram Momen Lapangan.....	176
Gambar 4. 73	Tabel Luas Tulangan	178
Gambar 4. 74	Distribusi Tegangan Regangan pada Lapangan	179

Gambar 4. 75 Diagram Geser Tumpuan	180
Gambar 4. 76 Diagram Geser Lapangan.....	181
Gambar 4. 77 Tinjauan Diagram Momen Pada Portal I	185
Gambar 4. 78 Tinjauan Diagram Momen Pada Portal I	185
Gambar 4. 79 Diagram Momen Tumpuan Negatif	186
Gambar 4. 80 Table Luas Tulangan.....	187
Gambar 4. 81 Distribusi Tegangan Regangan pada Tumpuan Negatif	188
Gambar 4. 82 Diagram Momen Tumpuan Positif.....	188
Gambar 4. 83 Tabel Luas Tulangan.....	189
Gambar 4. 84 Distribusi Tegangan Regangan pada Tumpuan Positif.....	191
Gambar 4. 85 Diagram Momen Lapangan.....	191
Gambar 4. 86 Tabel Luas Tulangan.....	192
Gambar 4. 87 Distribusi Tegangan Regangan pada Lapangan.....	193
Gambar 4. 88 Diagram Geser Tumpuan	195
Gambar 4. 89 Diagram Geser Lapangan.....	195
Gambar 4. 90 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk Lantai 7 – Ring Balok....	199
Gambar 4. 91 Rekapitulasi Penulangan Balok Induk	205
Gambar 4. 92 Titik Tinjau Perhitungan Kolom	206
Gambar 4. 93 Hasil Maksimal Moment Arah X.....	206
Gambar 4. 94 Hasil Maksimal Moment Arah Y.....	207
Gambar 4. 95 Hasil Maksimal Nilai Geser	207
Gambar 4. 96 Skema Analisis Momen Inersia Penampang Balok dan Kolom .	209
Gambar 4. 97 Nomogram Portal Bergoyang.....	210
Gambar 4. 98 Diagram Tegangan dan Regangan pada Kolom Kondisi Seimbang	213
Gambar 4. 99 Gaya Geser Kolom.....	216
Gambar 4. 100 Diagram Interakasi Kolom Lantai 1 Interior.....	219
Gambar 4. 101 Skema Analisis Momen Inersia Penampang Balok dan Kolom	220
Gambar 4. 102 Nomogram Portal Bergoyang.....	221
Gambar 4. 103 Diagram Tegangan dan Regangan pada Kolom Kondisi Seimbang	224

Gambar 4. 104 Gaya Geser Kolom	227
Gambar 4. 105 Diagram Interaksi Kolom Lantai 1 Interior.....	230
Gambar 4. 106 Sketsa Detail Penulangan Kolom.....	232
Gambar 4. 107 Rencana Strong Column Weak Beam dengan Empat Balok Pengekang	233
Gambar 4. 108 Rencana Strong Column Weak Beam dengan Empat Balok Pengekang	235
Gambar 4. 109 Analisis Kapasitas Momen HBK pada Joint Arah X	237
Gambar 4. 110 Analisis Kapasitas Momen HBK pada Joint Arah Y	238
Gambar 4. 111 Analisis Gaya Geser HBK pada Joint Arah X	239
Gambar 4. 112 Analisis Gaya Geser HBK pada Joint Arah Y	240
Gambar 4. 113 Rencana Strong Column Weak Beam dengan Tiga Balok Pengekang	242
Gambar 4. 114 Rencana Strong Column Weak Beam dengan Tiga Balok Pengekang	244
Gambar 4. 115 Analisis Kapasitas Momen HBK pada Joint Arah X	246
Gambar 4. 116 Analisis Kapasitas Momen HBK pada Joint Arah Y	247
Gambar 4. 117 Analisis Gaya Geser HBK pada Joint Arah X	248
Gambar 4. 118 Analisis Gaya Geser HBK pada Joint Arah Y	249
Gambar 4. 119 Hubungan Balok Kolom Internal	251
Gambar 4. 120 Hubungan Balok Kolom eksternal	251
Gambar 4. 121 Penempatan Dinding Geser pada Analisa Struktur	252
Gambar 4. 122 Output Gaya Momen, Gaya Geser, dan Beban Gempa pada Bangunan	252
Gambar 4. 123 Dinding Geser (Shear Wall).....	253
Gambar 4. 124 Distribusi Tegangan Regangan Kondisi Seimbang.....	257
Gambar 4. 125 Sketsa Penulangan pada Shear Wall dan Boundary Element ...	260
Gambar 4. 126 Dinding Geser (Shear Wall).....	262

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan dan Penjelasan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Lesmana, Y., (2020). *Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019 (Edisi Pertama)*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y., (2021). *Handbook Analisa dan Desain Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang (SRPMB, SRPMM & SRPMK) Berdasarkan SNI 2847:2019 & 1726:2019 (Edisi Pertama)*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y., (2020). *Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019 (Edisi Pertama)*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y., (2020). *Handbook Prosedur Analisa Beban Gempa Struktur Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 1726:2019 (Edisi Pertama)*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Mosley, W. H., & Bungey, J. H., (1987). *Reinforced Concrete Design*. Departement of Civil Engineering University of Liverpool.
- Usman, A. dan Harsoyo, Y.A., (2019). *Redesain Kolom Segiempat ke Kolom Lingkaran Pada Gedung Kejaksaan Tinggi Riau*. *Semesta Teknika*, 22(2), pp.153-167.
- Andreas, S., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S., (2015). *Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Variasi Ratio Tulangan Tarik*. *Jurnal Sipil Statik* Maret, 3(3), 175–182.

- Sudarsana, I.K., Budiwati, I.A. dan Suryantari, N.W.N., (2014). *Perilaku Dinamis Struktur Gedung dengan Denah Lengkung*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol, 18(2).
- Imran, I., & Hendrik, F., (2009). *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Bandung: ITB Bandung.
- Anggraini, R., (2019). *Analisis Sambungan Balok Kolom Beton Bertulang Pada Daerah Rawan Gempa (Studi Kasus : Gedung Pasar Inpres Blok IV Kota Padang)*. Jurnal REKAYASA, 19.
- ACI 318M-14. (2014). *The Reinforced Concrete Design Handbook*. American Code Institute.



LEMBAR KETERANGAN LOLOS PLAGIASI



SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Irwan Hidayat

NIM : 201910340311098

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	5	%	≤ 10%
BAB 2	15	%	≤ 25%
BAB 3	25	%	≤ 35%
BAB 4	10	%	≤ 15%
BAB 5	2	%	≤ 5%
Naskah Publikasi	19	%	≤ 20%

Malang, 30 Maret 2024

Sandi Wahyudiono, ST., MT

