

**ANALISIS STRUKTUR GEDUNG PENGADILAN TINGGI
TATA USAHA NEGARA MEDAN TERHADAP BEBAN
GEMPA**

SKRIPSI

OLEH:

**DANIEL PARULIAN SIHOTANG
218110036**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/12/25

Access From (repositori.uma.ac.id)11/12/25

ANALISIS STRUKTUR GEDUNG PENGADILAN TINGGI TATA USAHA NEGARA MEDAN TERHADAP BEBAN GEMPA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

DANIEL PARULIAN SIHOTANG
218110036



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Struktur Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha
Negara Medan terhadap Beban Gempa.
Nama : Daniel Parulian Sihotang
NPM : 218110036
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing

Hermansyah S.T., M.T
Pembimbing

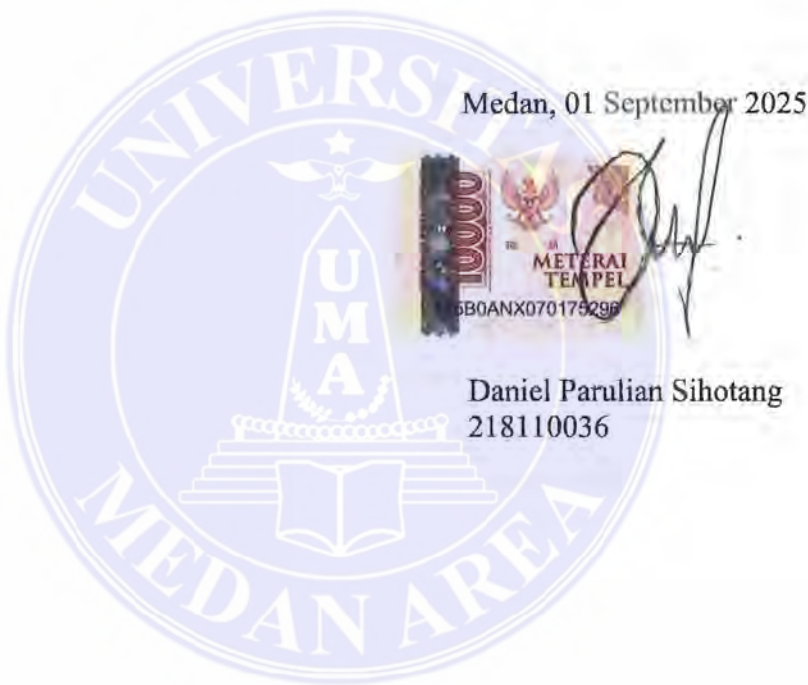
Dr. Endang Nuzulianto, S.T., M.T
Dekan

Ir. Tika Lilita Wulandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 01 September 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Daniel Parulian Sihotang
218110036

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Daniel Parulian Sihotang
NPM : 218110036
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Struktur Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan terhadap Beban Gempa. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 01 September 2025
Yang menandatangani

(Daniel Parulian Sihotang)

RIWAYAT HIDUP

Daniel Parulian Sihotang dilahirkan di Tebing Karimun, Kec.Karimun Kab.Karimun, Provinsi Kepulauan Riau Pada Tanggal 08 November 2003. Anak ke tiga dari tiga Bersaudara dari Ayah Ramsudin Sihotang dan Ibu Masni Manurung. Penulis lulus dari SMA Santo Yusup pada tahun 2021, terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area pada tahun ajaran 2021 dan pada tahun 2024, Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Revitalisasi Kawasan Lapangan Merdeka Medan (*Multi Years*).



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah struktur dengan judul Analisis Struktur Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan terhadap Beban Gempa. Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Hermansyah S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Ir. Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman Teknik Sipil 2021 yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, krtitik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.



Penulis

(Daniel Parulian Sihotang)

ABSTRAK

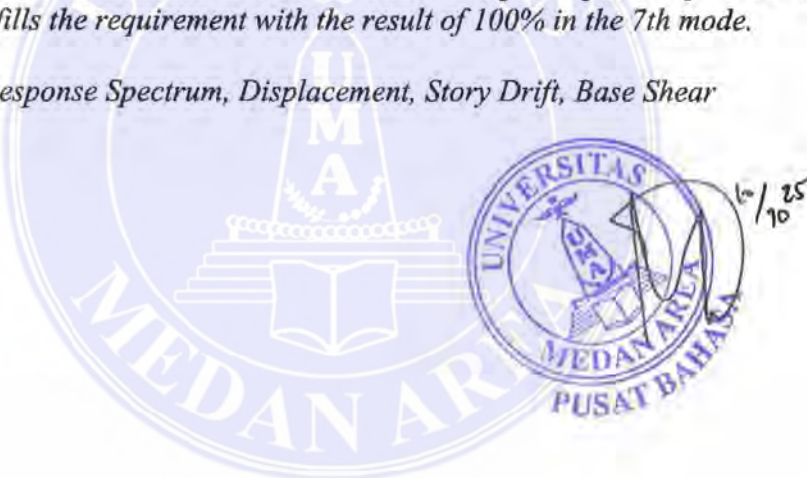
Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan, sebagai salah satu fasilitas hukum yang memiliki peran vital dalam penyelenggaraan keadilan di wilayah Sumatera Utara. Salah satu ancaman terbesar terhadap struktur gedung adalah beban gempa, terutama di daerah zona gempa aktif. Salah satu aspek dalam mendesain gedung bertingkat adalah analisis dinamis, yang melibatkan respons struktur terhadap beban gempa. Metode *response spectrum* adalah metode analisis struktur bangunan dengan menggunakan spektrum gempa yang digambarkan dalam bentuk kurva hubungan antara periode struktur bangunan dengan nilai percepatan bangunan itu sendiri ketika terkena beban gempa. Nilai *displacement* terbesar dari arah X sebesar 21,89497mm dan pada arah Y sebesar 17,363304 mm. Berdasarkan analisis *Story Drift* yang telah dilakukan didapatkan nilai *story drift* terbesar terdapat pada lantai dak. Pada lantai dak nilai *story drift* pada arah X sebesar 60,993 mm dan pada arah Y sebesar 50,002 mm. Berdasarkan analisis ragam *response spectrum* pada arah X dan Y menghasilkan nilai $V_{dinamik} \geq 100\% V_{statik}$ yaitu , dengan nilai arah X yaitu $V_{xdinamik}$ 4642,989 kN dan $V_{xstatik}$ 4642,913 kN, kemudian arah Y yaitu $V_{ydinamik}$ 4643,013 kN dan $V_{ystatik}$ 4642,913 kN. Nilai pada partisipasi massa ragam terkombinasi arah X dan Arah Y sudah memenuhi dengan hasil yaitu 100% pada mode ke 7.

Kata Kunci : Respon Spektrum, *Displacement*, *Story Drift*, *Base Shear*

ABSTRACT

The Administrative High Court Building of Medan, as one of the legal facilities, has a vital role in the implementation of justice in the North Sumatra region. One of the biggest threats to the structure of the building is the earthquake load, especially in active earthquake zone areas. One aspect in designing multi-storey buildings is dynamic analysis, which involves the structural response to earthquake loads. The response spectrum method was a method of structural analysis of buildings using an earthquake spectrum described in the form of a curve of correlation between the building structure period and the acceleration value of the building itself when exposed to earthquake loads. The largest displacement value from the X direction was 21.89497 mm and in the Y direction was 17.363304 mm. Based on the Story Drift analysis that had been carried out, the largest story drift value was found on the roof floor. On the roof floor, the story drift value in the X direction was 60.993 mm and in the Y direction was 50.002 mm. Based on the modal response spectrum analysis in the X and Y directions, it produced a value of $V_{dynamic} \geq 100\% V_{static}$, with the value in the X direction being $V_{xdynamic}$ 4642.989 kN and $V_{xstatic}$ 4642.913 kN, then in the Y direction being $V_{ydynamic}$ 4643.013 kN and $V_{ystatic}$ 4642.913 kN. The value in the combined mode mass participation of the X and Y directions fulfills the requirement with the result of 100% in the 7th mode.

Keywords : Response Spectrum, Displacement, Story Drift, Base Shear



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS..... | v |
| RIWAYAT HIDUP | vi |
| KATA PENGHANTAR..... | vii |
| ABSTRAK | viii |
| <i>ABSTRACT</i> | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR NOTASI..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4.1 Maksud Penelitian | 3 |
| 1.4.2 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Peneliti Terdahulu..... | 5 |
| 2.2 Gempa Bumi | 10 |
| 2.3 Struktur Beton Bertulang | 14 |
| 2.4 Jenis Beban Pada Struktur | 19 |
| 2.4.1 Beban Mati | 19 |
| 2.4.2 Beban Hidup..... | 20 |
| 2.4.3 Beban Angin..... | 21 |
| 2.4.4 Beban Gempa | 21 |
| 2.5 Metode Respon Spektrum..... | 21 |
| 2.6 Perencanaan Ketahanan Struktur Bangunan Gedung terhadap Gempa Berdasarkan SNI-1729-2019 | 22 |
| 2.6.1 Penentuan Gempa Rencana dan Kategori Gedung..... | 22 |
| 2.6.2 Kategori Desain Seismik | 24 |
| 2.6.3 Sistem Struktur dan Parameter Sistem (R , C_d , Ω_0) | 25 |
| 2.6.4 Parameter Percepatan Batuan Dasar..... | 29 |
| 2.6.5 Klasifikasi Situs..... | 31 |
| 2.6.6 Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral | 32 |
| 2.6.7 Spektrum Respons Desain..... | 33 |
| 2.6.8 Gaya Geser Dasar Seismik | 35 |
| 2.6.9 Periode Fundamental Struktur..... | 36 |
| 2.6.10 Distribusi Gaya Vertikal dan Horizontal Seismik | 38 |
| 2.6.11 Simpangan Antar Tingkat | 39 |
| 2.6.12 Efek P-Delta | 40 |

| | |
|--|----|
| 2.6.13 Kombinasi Pembebanan | 41 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 43 |
| 3.1 Deskripsi Penelitian | 43 |
| 3.2 Data Informasi Teknis Proyek | 43 |
| 3.2.1 Mutu Beton (f'_c)..... | 44 |
| 3.2.2 Mutu Baja Tulangan (F_y) | 44 |
| 3.2.3 Data Dimensi Kolom..... | 44 |
| 3.2.4 Balok | 45 |
| 3.2.5 Ring Balok..... | 46 |
| 3.2.6 Plat Lantai..... | 46 |
| 3.2.7 Data Elevasi Gedung | 46 |
| 3.3 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)..... | 47 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 48 |
| 4.1 Data Gempa | 48 |
| 4.2 Kategori Desain Seismik | 50 |
| 4.3 Faktor Reduksi Gempa | 50 |
| 4.4 Tahap Analisis Menggunakan SAP 2000 | 51 |
| 4.4.1 Mengatur <i>Grid System</i> | 51 |
| 4.4.2 <i>Define Material</i> | 52 |
| 4.4.3 <i>Section Properties</i> | 52 |
| 4.4.4 Taraf Penjepitan Lateral | 54 |
| 4.4.5 Pembuatan <i>3D Modelling</i> Struktur Bangunan..... | 55 |
| 4.4.6 <i>Input</i> beban mati | 56 |
| 4.4.7 <i>Input Load Patern</i> | 58 |
| 4.4.8 Beban Gempa | 58 |
| 4.4.9 Menentukan <i>Load Case</i> | 59 |
| 4.4.10 <i>Rigid Zone Factor</i> | 59 |
| 4.4.11 Diafragma..... | 60 |
| 4.4.12 <i>Load Combination</i> | 61 |
| 4.4.13 <i>Run analysis</i> | 61 |
| 4.5 Hasil Analisis Pada SAP..... | 62 |
| 4.5.1 Hasil Kombinasi Ragam Partisipasi Massa..... | 62 |
| 4.5.2 Evaluasi Beban Gempa | 63 |
| 4.5.3 Penentuan Periode | 64 |
| 4.5.4 <i>Displacement</i> | 65 |
| 4.5.5 Penskalaan Gaya..... | 67 |
| 4.5.6 Hasil <i>Run Analysis Mode</i> | 69 |
| 4.5.7 Simpangan Antar Tingkat | 71 |
| 4.6 PEMBAHASAN | 76 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 78 |
| 5.1 KESIMPULAN..... | 78 |
| 5.2 SARAN..... | 78 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 79 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|----------|---|----|
| Tabel 1 | Berat Sendiri Bahan Bangunan Dan Komponen Gedung | 20 |
| Tabel 2 | Beban Hidup Merata Pada Gedung Perkantoran | 21 |
| Tabel 3 | Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa | 22 |
| Tabel 4 | Faktor Keutamaan Gempa | 24 |
| Tabel 5 | Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek..... | 25 |
| Tabel 6 | Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik | 25 |
| Tabel 7 | Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk Sistem Gaya Gempa | 26 |
| Tabel 8 | Klasifikasi kelas situs..... | 31 |
| Tabel 9 | Koefisien situs, F_a | 32 |
| Tabel 10 | Koefisien situs, F_v | 33 |
| Tabel 11 | Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung | 37 |
| Tabel 12 | Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x | 37 |
| Tabel 13 | Simpangan Antar Tingkat Izin Δ_a | 40 |
| Tabel 14 | Mutu Beton Gedung Kantor Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan | 44 |
| Tabel 15 | Mutu tulangan baja pada proyek Gedung Kantor Pengadilan Tinggi.. | 44 |
| Tabel 16 | Tipe kolom | 44 |
| Tabel 17 | Tipe Balok..... | 45 |
| Tabel 18 | Tipe Ring balok..... | 46 |
| Tabel 19 | Tipe Plat Lantai..... | 46 |
| Tabel 20 | Elevasi Ketinggian Gedung | 46 |
| Tabel 21 | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode Pendek | 50 |
| Tabel 22 | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Pada Periode 1 detik | 50 |
| Tabel 23 | Parameter Struktur Beton Umum..... | 50 |
| Tabel 24 | Kombinasi Ragam Partisipasi Massa | 62 |
| Tabel 25 | <i>Displacement</i> Arah X..... | 65 |
| Tabel 26 | <i>Displacement</i> Arah Y..... | 65 |
| Tabel 27 | <i>Base Shear</i> sebelum Penskalaan Gaya..... | 67 |
| Tabel 28 | <i>Base Shear</i> setelah penskalaan gaya | 69 |
| Tabel 29 | Simpangan antar tingkat izin..... | 71 |
| Tabel 30 | <i>Story Drift</i> Arah X label 1 | 72 |
| Tabel 31 | Kontrol <i>Story Drift</i> Arah X Label 1 | 72 |
| Tabel 32 | <i>Story Drift</i> X label 2..... | 73 |
| Tabel 33 | Kontrol <i>Story Drift</i> Arah X Label 2 | 73 |
| Tabel 34 | <i>Story Drift</i> Rata Rata X..... | 74 |
| Tabel 35 | <i>Story Drift</i> Arah Y label 1 | 74 |
| Tabel 36 | Kontrol <i>Story Drift</i> Arah Y Label 1 | 75 |
| Tabel 37 | <i>Story Drift</i> Arah Y label 2..... | 75 |
| Tabel 38 | Kontrol <i>Story Drift</i> Arah Y Label 2 | 75 |
| Tabel 39 | <i>Story Drift</i> Rata Rata Arah Y | 76 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----------|--|----|
| Gambar 1 | Jenis Kolom | 16 |
| Gambar 2 | Struktur Balok | 18 |
| Gambar 3 | Pelat Lantai Satu Arah dan Dua Arah | 19 |
| Gambar 4 | SS Parameter Gerak Tanah Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget | 30 |
| Gambar 5 | S1 Parameter gerak tanah Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget | 30 |
| Gambar 6 | Spectrum Respons Desain | 35 |
| Gambar 7 | Penentuan Simpangan Antar Tingkat | 39 |
| Gambar 8 | lokasi penelitian | 43 |
| Gambar 9 | Diagram Alir | 47 |
| Gambar 10 | Respon <i>Spectrum</i> Gedung Pengadilan Tinggi Tata Negara Medan .. | 49 |
| Gambar 11 | <i>Edit Grid System Data</i> | 51 |
| Gambar 12 | <i>Edit Define Material</i> | 52 |
| Gambar 13 | <i>Frame Section Kolom</i> | 53 |
| Gambar 14 | <i>Frame Section Balok</i> | 53 |
| Gambar 15 | <i>Frame Section Pelat Lantai</i> | 54 |
| Gambar 16 | <i>Joint Assignment – Restraints</i> | 54 |
| Gambar 17 | <i>Modelling Struktur Bangunan</i> | 55 |
| Gambar 18 | <i>Distributed beban mati</i> | 56 |
| Gambar 19 | beban hidup | 57 |
| Gambar 20 | <i>Input Load Patern</i> | 58 |
| Gambar 21 | <i>Response Spectrum</i> | 58 |
| Gambar 22 | Menentukan <i>Load Case</i> | 59 |
| Gambar 23 | <i>Rigid Zone Factor</i> | 60 |
| Gambar 24 | Diafragma | 60 |
| Gambar 25 | <i>Load Combination</i> | 61 |
| Gambar 26 | <i>Run Analysis</i> | 62 |
| Gambar 27 | Nilai <i>Displacement</i> label 1 | 66 |
| Gambar 28 | Nilai <i>Displacement</i> Label 2 | 66 |
| Gambar 29 | <i>Run analysis mode 1</i> | 70 |
| Gambar 30 | <i>Run analysis mode 2</i> | 70 |
| Gambar 31 | <i>Run analysis mode 3</i> | 71 |
| Gambar 32 | Grafik Nilai Simpangan <i>Maximum</i> | 77 |

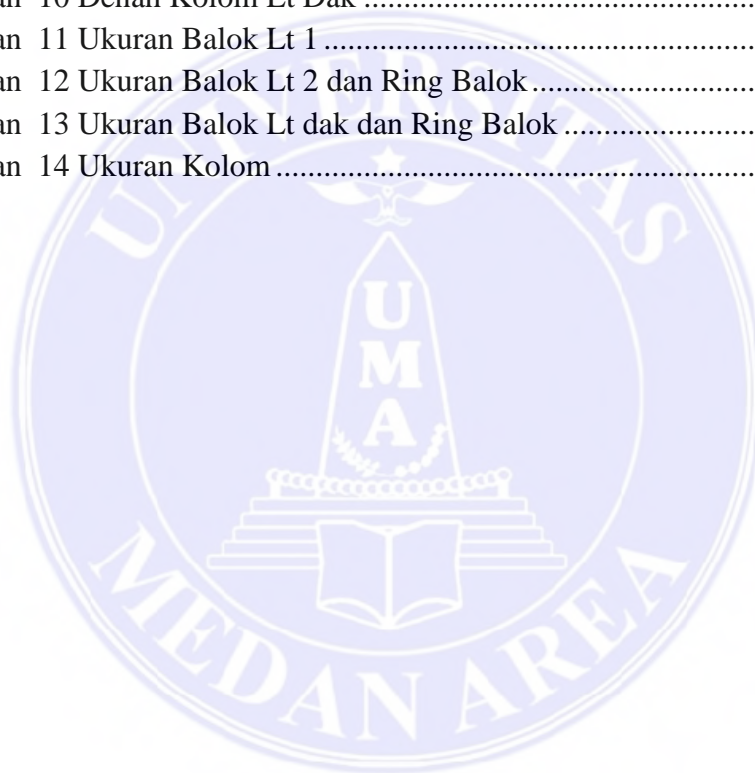
DAFTAR NOTASI

| | |
|-----------------|--|
| h_i dan h_x | = Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m). |
| h_{sx} | = Tinggi tingkat di bawah tingkat x , (mm). |
| Θ_{max} | = Koefisien stabilitas maksimum. |
| δ_{xe} | = Simpangan di tingkat- x yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis elastik. |
| C_d | = Faktor pembesaran simpangan lateral. |
| C_s | = Koefisien respons seismik yang ditentukan. |
| C_{vx} | = Faktor distribusi vertikal. |
| H_n | = Ketinggian struktur (m), |
| I_e | = Faktor keutamaan gempa. |
| L_r | = Beban Hidup diatap ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak. |
| P_x | = Beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat- x , (kN); bila menghitung faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0. |
| R | = Koefisien modifikasi respons. |
| S_1 | = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik. |
| S_{DS} | = Parameter percepatan respons spektral desain dalam rentang periode pendek. |
| $SS^{(a)}$ | = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisis |
| S_s | = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek. |

- T_L = Peta transisi periode panjang
- V_x = Gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan $x - 1$ (kN).
- w_i dan w_x = Bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x .
- D = Beban Mati termasuk Berat Tambahan.
- E = Beban Gempa
- K = Eksponen yang terkait dengan periode struktur
- L = Beban Hidup.
- T = Periode getar fundamental struktur.
- V = Gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur ('kN).
- W = Berat seismik efektif
- Δ = Impangan antar tingkat desain yang terjadi secara serentak dengan V_x (mm).
- β = Rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara Tingkat x dan $x - 1$. Rasio ini diizinkan secara konservatif diambil sebesar 1,0.

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|----|
| Lampiran 1 | Surat Pengantar Penelitian..... | 81 |
| Lampiran 2 | Surat Balasan Penelitian | 82 |
| Lampiran 3 | Surat Selesai Penelitian | 83 |
| Lampiran 4 | Denah lantai 1 | 84 |
| Lampiran 5 | Denah Lantai 2..... | 85 |
| Lampiran 6 | Denah Lantai Dak..... | 86 |
| Lampiran 7 | Denah Lantai Atap..... | 87 |
| Lampiran 8 | Denah Kolom Lantai 1 | 88 |
| Lampiran 9 | Denah Kolom Lt 2 | 89 |
| Lampiran 10 | Denah Kolom Lt Dak | 90 |
| Lampiran 11 | Ukuran Balok Lt 1 | 91 |
| Lampiran 12 | Ukuran Balok Lt 2 dan Ring Balok..... | 91 |
| Lampiran 13 | Ukuran Balok Lt dak dan Ring Balok | 92 |
| Lampiran 14 | Ukuran Kolom | 92 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung bertingkat, terutama gedung yang memiliki fungsi penting seperti gedung pengadilan, merupakan salah satu tantangan besar dalam dunia rekayasa struktur. Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan, sebagai salah satu fasilitas hukum yang memiliki peran penting dalam penyelenggaraan keadilan di wilayah Sumatera Utara. Suatu gedung harus memiliki sistem struktur yang mampu bertahan terhadap berbagai beban yang dapat mempengaruhi stabilitas dan keselamatan bangunan. Salah satu ancaman terbesar terhadap struktur gedung adalah beban gempa, terutama di daerah yang berada di zona gempa aktif seperti di Indonesia, termasuk Medan, Sumatera Utara.

Sebagai ibukota Provinsi Sumatera Utara, Medan terletak di wilayah yang tidak hanya rawan terhadap bencana alam lainnya, tetapi juga rentan terhadap potensi gempa bumi. Meskipun wilayah ini tidak termasuk dalam zona gempa terbesar di Indonesia, gempa yang berasal dari berbagai aktivitas tektonik di sekitarnya dapat tetap mempengaruhi kestabilan bangunan, termasuk bangunan bertingkat seperti gedung pengadilan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis kinerja sistem struktur gedung terhadap beban gempa untuk memastikan bahwa struktur tersebut mampu bertahan dan berfungsi dengan baik dalam menghadapi gempa, mengingat potensi kerusakan yang bisa terjadi jika struktur tidak dirancang atau dianalisis dengan tepat.

Sistem struktur gedung harus didesain dan dianalisis dengan tepat untuk memenuhi standar keselamatan dan kenyamanan pengguna gedung. Salah satu

aspek yang paling kritikal dalam desain gedung bertingkat adalah analisis dinamis, yang melibatkan respons struktur terhadap beban gempa. Dalam konteks ini, perlu dilakukan penelitian yang dapat memberikan gambaran secara komprehensif mengenai bagaimana respon struktur pada bangunan gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan ketika menerima beban gempa dengan mempertimbangkan aspek-aspek dinamis dan non-linear pada sistem struktur gedung.

Analisis struktur terhadap gempa merupakan langkah penting untuk menilai apakah desain struktur gedung yang ada saat ini sudah memenuhi persyaratan keselamatan yang ditetapkan dalam kode bangunan gempa yang berlaku, seperti SNI 1726:2019. Analisis tersebut juga akan mengidentifikasi potensi kerusakan pada elemen-elemen struktur dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan jika diperlukan. Selain itu, hasil analisis ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merencanakan upaya mitigasi risiko gempa dan perbaikan struktur di masa depan.

Melalui skripsi ini, penulis akan melakukan analisis struktur Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan terhadap beban gempa menggunakan perangkat lunak SAP2000, dengan mempertimbangkan data gempa yang relevan untuk wilayah Medan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana struktur gedung mampu menahan beban gempa.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang di dapat dari penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana kapasitas struktur dalam menahan beban – beban yang bekerja pada struktur tersebut ?
2. Bagaimana distribusi beban yang bekerja pada elemen-elemen struktur (seperti kolom, balok, dan dinding) pada struktur tersebut?
3. Bagaimana respon sistem kinerja pada struktur gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan terhadap gempa?

1.3 Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini adalah menganalisis kinerja struktur atas beton bertulang pada gedung dengan menggunakan SAP2000v14 berdasarkan peraturan pembebanan gempa SNI 1726 – 2019.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.4.1 Maksud Penelitian

Untuk menganalisis kinerja struktur dan seluruh beban – beban yang berkerja pada struktur bangunan Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan.

1.4.2 Tujuan Penelitian

untuk menganalisis struktur terhadap beban beban yang bekerja pada Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan pemahaman tentang perilaku struktur beton bertulang terhadap gempa.
2. Menilai Kinerja struktur terhadap beban gempa dan mengetahui repon maksimum struktur.
3. Menyediakan Rekomendasi Perbaikan atau Penguatan Struktur.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Berikut ini adalah hasil dari beberapa peneliti terdahulu :

1. Retno Mawarti, Dimas Langga C.G, M. Afif Shulhan, Iskandar Yasin (2022)

Dengan judul Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Terhadap Beban Gempa Respon Spektrum (Studi Kasus : Penelitian ini dilakukan pada Zona 2 Apartemen Yogyakarta dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan berdasarkan nilai *drift*, perpindahan (*displacement*), dan gaya geser dasar (*base shear*), serta untuk menilai kapasitas elemen struktur atas seperti balok, kolom, pelat lantai, dan dinding geser (*shear wall*).

Hasil analisis menunjukkan bahwa gedung ini telah memenuhi sejumlah parameter yang disyaratkan untuk bangunan tahan gempa. Hal ini ditunjukkan melalui pola mode getar, di mana mode pertama dan kedua merupakan gerakan translasi pada arah X dan Y, sementara mode ketiga menunjukkan deformasi rotasi. Rasio partisipasi massa modal mengindikasikan bahwa struktur mencapai akumulasi 90% pada mode bentuk ke-11 untuk arah X dan mode bentuk ke-18 untuk arah Y. Gaya geser dasar (*base shear*) yang dihasilkan telah memenuhi ketentuan, yaitu nilai V_t harus lebih besar dari 100% V . Sistem ganda pada struktur juga telah sesuai dengan ketentuan SNI 1726-2019, karena *shear wall*

hanya menahan 9,594% beban gempa pada arah X dan 69,005% pada arah Y. Secara keseluruhan, bangunan ini dinyatakan aman terhadap beban gempa rencana, baik ditinjau dari batas *drift*, efek P-Delta, kinerja batas layan, maupun kinerja batas *ultimit*. Selain itu, hasil evaluasi kapasitas elemen struktur atas seperti balok, kolom, pelat lantai, dan dinding geser menunjukkan bahwa semuanya berada dalam batas aman dan tidak memerlukan redesain, baik berdasarkan syarat gaya, dimensi geometris, maupun kapasitas terhadap lentur, geser, dan torsi.

Website :

<https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/renovasi/article/view/12818>

2. Ni Made Trangipani, I Gede Gegiranang Wiryadi, I Putu Agus Putra Wirawan, I Gede Oka Darmayasa (2022)
Dengan judul Analisis Perilaku Struktur Gedung Sekolah Dengan Metode Respon Spektrum Studi Kasus: Sman 9 Denpasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perilaku struktur Gedung Ruang Kelas SMAN 9 Denpasar terhadap gempa rencana. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai simpangan dan gaya geser pada berbagai jenis tangen serta mengevaluasi apakah nilai-nilai tersebut memenuhi persyaratan yang diatur oleh regulasi yang berlaku. Dari hasil penelitian, diketahui bahwa simpangan maksimum

maupun simpangan antar tingkat masih dalam batas aman karena berada di bawah nilai kontrol izin.

Berdasarkan pembahasan dan hasil analisis pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan mengenai perilaku struktur dengan menggunakan metode respon spektrum. Pertama, gaya geser maksimum yang diperoleh melalui metode ini adalah sebesar 927,43 kN pada arah X dan 913,88 kN pada arah Y. Kedua, simpangan yang terjadi akibat gempa rencana masih lebih rendah dibandingkan batas simpangan izin. Nilai simpangan terbesar pada arah X mencapai 14,228 mm, sementara batas simpangan izin adalah 61,2 mm. Pada arah Y, simpangan maksimum yang terjadi sebesar 18,24 mm dengan batas izin yang sama, yaitu 61,2 mm. Perbedaan simpangan antara arah X dan Y cukup kecil, namun secara keseluruhan simpangan pada arah X cenderung lebih besar dibandingkan arah Y. Hal ini disebabkan oleh bentuk bangunan yang memanjang ke arah Y, sehingga ketika gaya gempa bekerja pada arah X, bangunan lebih mudah mengalami goyangan dan simpangan yang lebih besar.

Website :

<https://ejournal.unmas.ac.id/index.php/jitumas/article/view/3940>

3. Raihan Daffa Hukama, Erizal (2023)

Dengan judul Analisis Kekuatan Struktur pada Bangunan 8 Lantai berdasarkan Respon Spektrum SNI 03-1726-2019 menggunakan SAP2000. Penelitian ini bertujuan untuk

melakukan pemodelan menggunakan *software* SAP2000 serta menganalisis kekuatan struktur pada bangunan 8 lantai terhadap gempa dengan mengacu pada SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Penelitian dilakukan dengan menggunakan tiga skenario dengan metode respon spektrum. Pengujian kuat tekan beton digunakan menggunakan *hammer test*. Penyesuaian *as built drawing* perlu dilakukan karena terdapat perbedaan antara gambar rencana dengan kondisi *existing*. Pada hasil identifikasi kegagalan struktur Gedung X terdapat kegagalan pada saat beban gempa diinputkan. Terdapat 2 frames yang mengalami *overstress* pada skenario tiga. Berdasarkan hasil analisis simpangan antar lantai dan efek P- Δ , Gedung X dinilai aman karena nilai yang didapat tidak melebihi simpangan izin dan batas stabilitas struktur. Rekomendasi ini bertujuan untuk perencanaan pembangunan berikutnya. Rekomendasi struktur berupa penambahan dimensi kolom yang awalnya 400 mm x 400 mm menjadi 500 mm x 500 mm, serta pembesaran diameter tulangan yang awalnya 22 mm menjadi 32 mm.

Website :

<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jsil/article/view/49294>

4. Epafroditus Tuwanakota, Christianto P Banten (2021)

Dengan Judul Analisis Kekuatan Struktur Berdasarkan Respon Spektrum Terhadap Gaya Gempa Yang Akan Datang Di Kota Sorong penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui kekuatan struktur berdasarkan respon spektrum terhadap gaya gempa di Kota Sorong. Metode yang digunakan penulis adalah metode kuantitatif yang diterapkan secara terencana dan sistematis untuk memperoleh solusi atas permasalahan dalam penelitian ini. Menurut Margono (2000), penelitian kuantitatif merupakan proses pencarian pengetahuan dengan menggunakan data berupa angka untuk mendapatkan informasi yang diinginkan. Setelah melakukan perencanaan menggunakan metode respon spektrum, peneliti menyimpulkan bahwa struktur kantor yang direncanakan berada dalam kondisi aman. Nilai simpangan pada arah X dan Y telah memenuhi persyaratan yang berlaku. Selain itu, kinerja struktur pada batas layan juga dinyatakan aman. Begitu pula dengan kinerja pada batas ultimit, di mana simpangan pada arah X dan Y (Δ_s) masih berada di bawah batas yang diizinkan, sehingga bangunan yang dirancang dapat dianggap aman.

Website :

<https://www.poltekstpaul.ac.id/jurnal/index.php/jkar/article/view/423>

2.2 Gempa Bumi

2.2.1 Definisi Gempa

Menurut Pujianto, (2007) gempa bumi adalah sebuah fenomena alam yang bisa terjadi akibat aktivitas manusia maupun proses alamiah. Kedua penyebab ini mengakibatkan tanah bergetar karena gelombang energi yang menyebar dari titik pusat gempa atau fokus. Energi tersebut timbul dari proses mekanis seperti tumbukan, gesekan, dan tarikan, atau dari proses kimia berupa ledakan yang disebabkan oleh reaksi kimia, kemudian energi ini menyebar ke segala arah melalui media tanah.

2.2.2 Jenis dan Klasifikasi Gempa

Jenis gempa bumi dikelompokkan berdasarkan beberapa jenis yaitu menurut proses terjadinya, menurut episentrum, menurut kedalaman episentrum, menurut jarak episentrum dan menurut lokasi episentrum (Hartuti,2009).

1. Jenis Gempa Menurut Proses Terjadinya

Jenis gempa bumi menurut proses terjadinya diklasifikasikan menjadi beberapa jenis baik dalam kategori tektonik, vulkanik, gempa bumi longsor, gempa bumi tumbukan, gempa bumi buatan yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Gempa tektonik merupakan gempa bumi yang terjadi akibat kenaikan dan penurunan litosfer mengakibatkan patahan pada kulit bumi dikarenakan tumbukan dari beberapa lempeng bumi.

- b. Gempa vulkanik merupakan gempa bumi akibat aktivitas magma yang bergerak dari perut bumi dan melakukan erupsi di gunung berapi.
 - c. Gempa bumi longsor merupakan gempa bumi akibat dari adanya runtuh pada lapisan kerak bumi biasanya runtuh terjadi di pegunungan atau tebing yang sangat curam.
 - d. Gempa bumi tumbukan merupakan gempa bumi akibat gaya gravitasi bumi yang akan menarik setiap benda yang berada disekitarnya misalnya akibat tumbukan meteor dan benda angkasa lainnya.
 - e. Gempa buatan merupakan gempa yang terjadi akibat aktivitas manusia misalnya karena ledakan nuklir atau aktivitas industri lainnya.
2. Jenis Gempa Menurut Bentuk Episentrum
- a. Gempa sentral yaitu gempa yang episentrumnya berbentuk titik
 - b. Gempa linear yaitu gempa yang episentrumnya berbentuk garis.
3. Jenis Gempa Menurut Kedalaman Hiposentrumnya
- Gempa bumi diklasifikasikan juga berdasarkan kedalaman hiposentrumnya dengan klasifikasi sebagai berikut:
- a. Gempa bumi dalam yaitu gempa bumi yang terjadi dengan

kedalaman hiposentrum > 300 km di bawah permukaan bumi.

- b. Gempa bumi menengah yaitu gempa bumi yang terjadi dengan kedalaman hiposentrum berkisar antara 60 km sampai dengan 300 km berada di bawah permukaan bumi.
- c. Gempa bumi dangkal yaitu gempa bumi dengan kedalaman hiposentrumnya < 60 km di bawah permukaan bumi.

4. Jenis Gempa Menurut Jarak Episentrum(Pusat Gempa)

Gempa bumi diklasifikasikan berdasarkan jarak episentrum dengan klasifikasi sebagai berikut:

- a. Gempa sangat jauh merupakan gempa bumi dengan klasifikasi episentrumnya > 10.000 km dari pusat pencatat gempa.
- b. Gempa jauh merupakan gempa bumi dengan jarak episentrum berada diantara 10.000 km dari pusat stasiun pencatat gempa.
- c. Gempa lokal merupakan gempa bumi yang diklasifikasikan dengan jarak episentrum < 10.000 km dari stasiun pencatat gempa.

5. Jenis Gempa Menurut Lokasi Episentrum

- a. Gempa daratan merupakan gempa yang lokasi episentrumnya berada di daratan permukaan bumi.

- b. Gempa lautan merupakan gempa dengan lokasi episentrumnya berada di lautan yang berpotensi untuk terjadinya tsunami.

2.2.3 Sumber Energi Gempa

Menurut Pujiyanto, (2007) menjelaskan tentang sumber gempa antara lain sebagai berikut:

1. Pergerakan Lempeng Tektonik (*Tectonic Movement*)

Gerakan Tektonik adalah pergerakan lempeng-lempeng tektonik di bumi yang menyebabkan lempeng-lempeng tersebut saling bertabrakan, bergeser, saling menarik, atau kombinasi dari ketiganya. Gempa yang terjadi akibat proses ini dikenal sebagai gempa tektonik. Saat dua lempeng bertabrakan, bergeser, atau saling tarik, terjadi akumulasi energi. Pergerakan lempeng ini dipicu oleh gaya penggerak, yaitu aliran magma panas yang membentuk siklus yang disebut *conective flow*.

2. Sumber Panas Bumi

- a. Tumbukan antar material pada rotasi Nebula (awan, gas, hidrogen, helium, debu, dan material-material lainnya)
- b. Proses memadatnya/menyusutnya bumi karena adanya gaya gravitasi, sebagaimana diketahui bahwa tekanan batuan akibat gaya gravitasi akan menimbulkan panas.
- c. Reaksi kimia akibat disintegrasi zat-zat *radioactive* seperti uranium dan thorium yang ada didalam bumi. Reaksi kimia

atas zat-zat *radioactive* tersebut telah berlangsung milyaran tahun sehingga mengakibatkan akumulasi panas.

3. Material Bumi

Material berat di dalam bumi umumnya cenderung tenggelam ke inti bumi dan menyimpan panas dalam jumlah besar. Akibatnya, panas tersebut memicu terjadinya pergerakan.

4. Aktifitas Meletusnya Gunung Berapi (*Volcanic Eruption*)

Letusan gunung berapi juga dapat memicu terjadinya gempa bumi. Ketika kedalaman melebihi 250 km, suhu batuan bisa mencapai sekitar 1400°C. Pada suhu ini, batuan mulai mencair dan membentuk lapisan asthenosfer dan litosfer yang cenderung lebih lemah. Kondisi ini memungkinkan terbentuknya retakan atau pecahan di wilayah tersebut. Melalui retakan-retakan ini, magma dapat naik ke permukaan, menyebabkan batuan di sekitarnya ikut mencair dan bercampur dengan magma, hingga akhirnya mencapai permukaan bumi sebagai lava. Proses pergerakan magma menuju permukaan, baik secara lambat, cepat, maupun dalam pola yang fluktuatif dan dinamis, dapat menimbulkan getaran pada tanah yang dikenal sebagai gempa vulkanik (*volcanic earthquake*)

2.3 Struktur Beton Bertulang

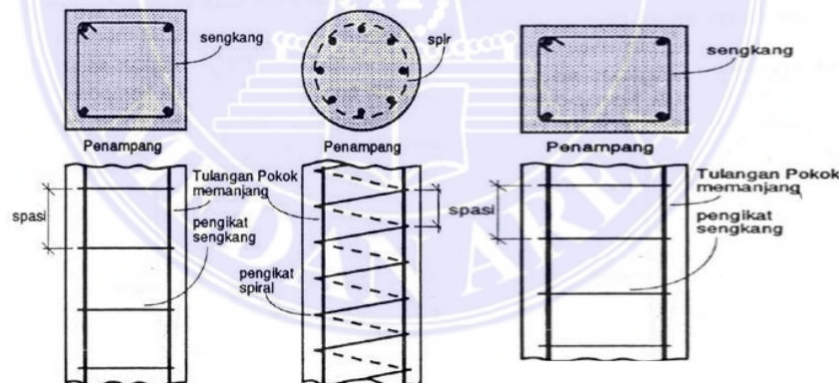
Dalam SNI 1726:2019, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat kasar, agregat halus, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton normal adalah beton dengan berat jenis antara 2200-2500 kg/m³ yang menggunakan *agregat* alam, baik yang dipecah

maupun tidak, tanpa tambahan bahan lain. Campuran bahan-bahan tersebut disusun dengan perbandingan tertentu untuk menghasilkan beton dengan kekuatan yang diinginkan. Beton memiliki karakteristik tegangan tekan hancur yang tinggi namun tegangan tarik hancur yang rendah. Proses kimia antara semen dan air menghasilkan panas yang disebut hidrasi, di mana air berperan sebagai pelumas untuk mengurangi gesekan antar butiran sehingga beton mudah dipadatkan. Namun, kelebihan air di atas jumlah yang diperlukan akan menyebabkan butiran semen semakin berjauhan, sehingga mengurangi kekuatan beton. Tulangan adalah bagian dalam beton bertulang yang memiliki kuat tarik yang baik sehingga dapat menambah kuat tarik beton, tulangan terbuat dari baja, baik itu polos ataupun ulir dengan berbagai diameter. Pada bangunan gedung bertingkat, memiliki struktur beton bertulang sebagai berikut :

1. Kolom

menurut Sudarmoko (1996), Kolom adalah elemen struktur tekan yang memiliki peran vital dalam kestabilan suatu bangunan. Kegagalan pada kolom dapat menjadi titik kritis yang berpotensi menyebabkan runtuhnya lantai dan bahkan menyebabkan keruntuhan total bangunan. Kolom biasanya terdiri dari material besi dan beton, yang memiliki sifat saling melengkapi — besi unggul dalam menahan gaya tarik, sementara beton kuat dalam menahan gaya tekan. Jika dilihat berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya, adapun jenis kolom terbagi menjadi tiga kategori. Di antaranya adalah sebagai berikut:

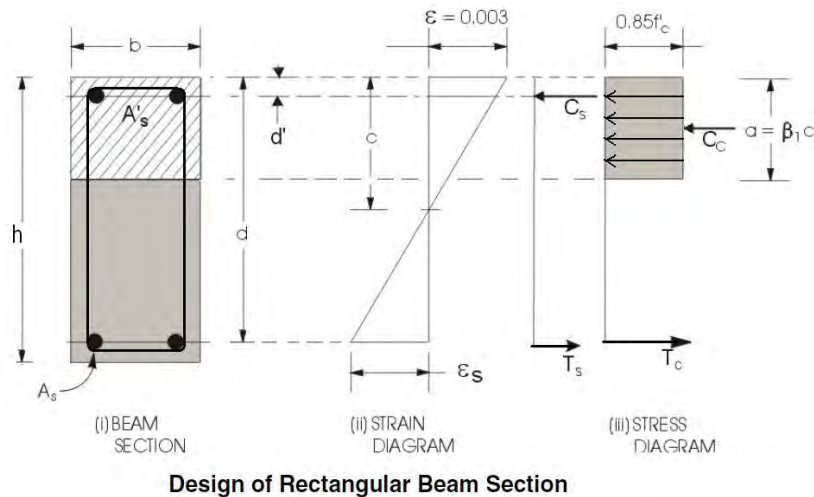
- a. Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan menyengkang.
- b. Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan menyengkang berbentuk spiral. Adapun Tulangan spiral berfungsi untuk meningkatkan kapasitas kolom dalam menyerap deformasi dalam jumlah besar sebelum mengalami keruntuhan, sehingga dapat mencegah kerusakan menyeluruh pada struktur bangunan sebelum redistribusi momen dan tegangan terjadi. Kolom komposit, yaitu gabungan antara beton dan profil baja sebagai pengganti tulangan di dalamnya.



Gambar 1 Jenis Kolom (Sudarmoko, 1996)

2. Balok

Balok adalah elemen struktural yang berfungsi meneruskan beban dari pelat lantai ke kolom sebagai penopang vertikal. Biasanya, balok dicor secara monolit bersama pelat dan dipasang tulangan di bagian atas serta bawah secara struktural. Balok terutama mengalami dua jenis gaya, yaitu gaya tekan dan gaya tarik, yang disebabkan oleh lenturan maupun gaya lateral (Wahyudi L dan Rahim, 1999). Saat balok dengan bentang sederhana menerima beban yang menimbulkan momen lentur, balok tersebut akan mengalami deformasi atau regangan lentur. Pada momen lentur positif, tegangan tekan muncul di bagian atas penampang, sementara tegangan tarik terjadi di bagian bawah. Tegangan-tegangan ini harus ditahan oleh balok, dengan tegangan tekan di atas dan tegangan tarik di bawah (Dipohusodo, 1994). Karena beton memiliki keterbatasan dalam menahan tegangan tarik, kapasitas balok untuk menahan lentur dihitung dengan mempertimbangkan penguatan tulangan baja pada area yang menerima tegangan tarik agar balok menjadi kuat terhadap lentur.



Gambar 2 Struktur Balok (Dipohusodo, 1994)

3. Plat

Sudarmoko (1996), Pelat lantai Merupakan elemen struktural penting yang mendistribusikan beban gravitasi ke balok dan kolom. Pelat lantai dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama berdasarkan arah pembebanannya:

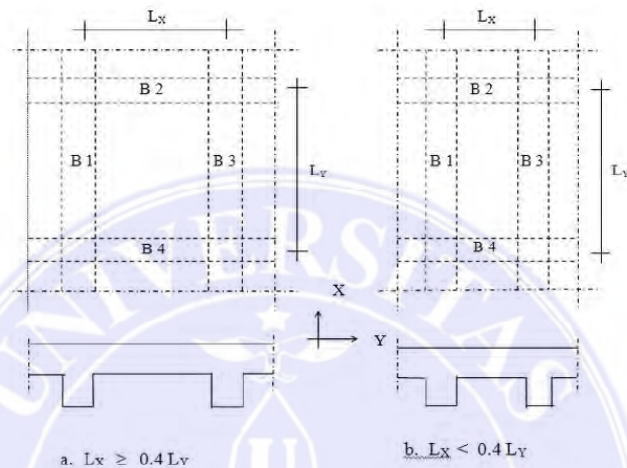
a. Pelat Satu Arah

Pelat satu arah adalah pelat yang ditumpu pada dua sisi yang saling berhadapan. Beban yang diterima pelat ditransfer ke balok-balok penumpu yang sejajar dengan arah panjang pelat. Pelat ini umumnya digunakan untuk bentangan yang relatif pendek dan memiliki rasio panjang sisi (l_y/l_x) lebih besar dari 2, sehingga beban lebih dominan diterima oleh sisi pendek pelat.

b. Pelat Dua Arah

Pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu pada keempat sisinya. Beban yang diterima pelat ditransfer ke balok-

balok penumpu yang saling tegak lurus. Pelat ini digunakan untuk bentangan yang lebih besar dengan rasio panjang sisi (l_y/l_x) kurang dari 2, sehingga beban diterima secara merata pada kedua arah.



Gambar 3 Pelat Lantai Satu Arah dan Dua Arah (Sudarmoko, 1996)

2.4 Jenis Beban Pada Struktur

2.4.1 Beban Mati

Beban mati merupakan berat keseluruhan bahan konstruksi bangunan yang sudah terpasang, seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, kladding gedung, serta komponen arsitektural dan struktural lainnya, termasuk juga peralatan yang terpasang seperti derek dan sistem pengangkut material (SNI 1727:2020). Menurut SNI 1727:2020, dalam menentukan beban mati untuk perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya. Jika tidak ada data yang jelas, maka nilai yang dipakai adalah yang disetujui oleh pihak berwenang.. Diambil dari SNI 1727:2020 tentang beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan Dan Komponen Gedung (Pasal C3. 1. SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.)

| No | Material Bangunan | Berat |
|----|--|---------------------------|
| | Bahan Bangunan | (kN/m³) |
| 1 | Baja | 77,3 |
| 2 | Batu Alam | 15,1 |
| 3 | Beton | 22 |
| 4 | Beton bertulang | 23,6 |
| 5 | Kayu (Kelas Satu) | 10 |
| 6 | Kerikil, koral | 16,5 |
| 7 | Pasangan bata merah | 17 |
| 8 | Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung | 22 |
| 9 | Pasangan batu cetak | 22 |
| 10 | Pasir (kering udara sampai lembab) | 16 |
| 11 | Pasir (jenuh air) | 18 |
| | Komponen Gedung | (kN/m³) |
| 12 | Adukan dari semen (2cm) | 0,42 |
| 13 | Dinding pasangan bata merah (satu batu/ setengah batu) | 4,50/2 |
| 14 | Dinding Batako | 2/3 |
| 15 | Mekanikal & Elektrikal | 0,4 |
| 16 | Penggantung langit-langit | 0,04 |
| 17 | Lain-lain | 0,4 |
| 18 | Penutup atap dari ubin semen Portland dan beton (1cm) | 0,24 |

2.4.2 Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang timbul akibat aktivitas pengguna dan penghuni bangunan atau struktur lainnya, yang tidak termasuk beban konstruksi maupun beban lingkungan seperti angin, hujan, gempa, banjir, atau beban mati (SNI 1727:2020).

Berdasarkan SNI 1727:2020, perencanaan gedung dan struktur lainnya harus menggunakan beban hidup maksimum yang diperkirakan akan terjadi akibat aktivitas pengguna dan fungsi bangunan. Namun demikian, nilai beban tersebut tidak boleh lebih rendah dari batas minimum beban merata yang telah ditentukan dalam standar.

Tabel 2 Beban Hidup Merata Pada Gedung Perkantoran (Pasal 4. 3. 1. SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.)

| No | Penggunaan Beban Hidup Merata (Kantor) | Beban kN/m ² |
|----|---|----------------------------|
| 1 | Ruang kantor | 2,4 |
| 2 | Koridor di atas lantai pertama | 3,83 |
| 3 | Koridor lantai pertama | 4,79 |
| 4 | Tangga dan Jalan Keluar | 4,79 |
| 5 | Atap | 0,96 |
| 6 | Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebutkan dalam 3 | 300 |
| 7 | Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebutkan dalam 4 s/d 7 | 500 |

2.4.3 Beban Angin

Menurut SNI 1727:2020, Beban angin merupakan gaya yang bekerja pada seluruh atau sebagian bagian bangunan akibat perbedaan tekanan udara. Beban ini dihitung dengan mempertimbangkan adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan) yang bekerja secara tegak lurus terhadap permukaan bangunan yang dianalisis. Nilai tekanan tersebut dinyatakan dalam satuan kg/m².

2.4.4 Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban statis ekuivalen yang dikenakan pada bangunan atau bagian dari bangunan untuk mensimulasikan dampak dari gerakan tanah saat terjadi gempa bumi. Apabila pengaruh gempa dianalisis secara dinamis, maka beban gempa merujuk pada gaya-gaya internal dalam struktur yang timbul akibat pergerakan tanah tersebut (Juwana, 2005).

2.5 Metode Respon Spektrum

Metode *response spectrum* adalah teknik analisis struktur bangunan yang memanfaatkan spektrum gempa, yang berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara periode getaran struktur dengan percepatan yang dialami bangunan saat terkena beban gempa.

2.6 Perencanaan Ketahanan Struktur Bangunan Gedung terhadap Gempa Berdasarkan SNI-1729-2019

2.6.1 Penentuan Gempa Rencana dan Kategori Gedung

Untuk berbagai risiko struktur bangunan gedung dan non gedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan gempa. Ie, khusus untuk struktur bangunan yang bersebelahan, maka struktur bangunan yang bersebelahan tersebut harus didesain sesuai dengan kategori (SNI 1726-2019). Untuk menentukan risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa (SNI 1726:2019 tabel 3)

| Jenis Pemanfaatan | Kategori Risiko |
|---|-----------------|
| Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk antara lain: | |
| <ul style="list-style-type: none"> – Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan – Fasilitas sementara – Rumah jaga dan struktur kecil lainnya | I |
| Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam Kategori II, III, IV. | |
| Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: | |
| <ul style="list-style-type: none"> – Perumahan – Rumah Ruko dan Rumah Kantor – Pasar – Gedung Perkantoran – Gedung Apartemen / Rumah Susun – Pusat perbelanjaan / mall – Bangunan Industri – Fasilitas Manufaktur – Pabrik | II |
| Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: | |
| <ul style="list-style-type: none"> – Bioskop | III |

-
- Gedung Pertemuan
 - Stadion
 - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat
 - Fasilitas Penitipan Anak
 - Penjara
 - Bangunan Untuk Orang Jompo

Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:

- Pusat pembangkit listrik biasa
- Fasilitas penanganan air
- Fasilitas penanganan Limbah
- Pusat telekomunikasi

Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.

Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:

- Bangunan bangunan monumental
- Gedung sekola dan fasilitas pendidikan
- Rumah ibadah
- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat
- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat
- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya
- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat
- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat
- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat.

IV

Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.

Kategori risiko struktur bangunan harus menentukan faktor keutamaan gempa dengan menggunakan nilai sesuai dengan kategori risiko yang sudah ditetapkan dalam suatu perhitungan untuk menentukan faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini (SNI 1726, 2019).

Tabel 4 Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2019 tabel 4)

| Kategori Risiko | Faktor Keutamaan Gempa I_e |
|-----------------|------------------------------|
| I atau II | 1,0 |
| III | 1,25 |
| IV | 1,50 |

2.6.2 Katagori Desain Seismik

Struktur harus ditetapkan dalam kategori desain seismik tertentu. Struktur dengan kategori risiko I, II, atau III yang berada di lokasi dengan parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik (S_1) sama dengan atau lebih dari 0,75, harus diklasifikasikan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E. Sedangkan struktur dengan kategori risiko IV yang terletak di area dengan nilai S_1 sama dengan atau lebih dari 0,75, harus digolongkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F. Masingmasing bangunan dan struktur harus ditetapkan kedalam kategori desain seismik yang lebih parah, dengan mengacu terlepas dari nilai periode fundamental getaran struktur, T (SNI 1726:2019) dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6 berikut.

Tabel 5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek (SNI 1726:2019 tabel 8)

| Nilai S_{DS} | Kategori Risiko | | |
|----------------------------|-----------------|----------|----|
| | I atau II | atau III | IV |
| $S_{DS} < 0,167$ | A | | A |
| $0,167 \leq S_{DS} < 0,33$ | B | | C |
| $0,33 \leq S_{DS} < 0,50$ | C | | D |
| $0,50 \leq S_{DS}$ | D | | D |

Tabel 6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik (SNI 1726:2019 tabel 9)

| Nilai S_{D1} | Kategori Risiko | | |
|-----------------------------|-----------------|----------|----|
| | I atau II | atau III | IV |
| $S_{D1} < 0,067$ | A | | A |
| $0,067 \leq S_{D1} < 0,133$ | B | | C |
| $0,133 \leq S_{D1} < 0,20$ | C | | D |
| $0,20 \leq S_{D1}$ | D | | D |

2.6.3 Sistem Struktur dan Parameter Sistem (R , C_d , Ω_0)

Sistem utama yang bertugas menahan gaya seismik lateral dan vertikal harus sesuai dengan salah satu tipe yang tercantum dalam Tabel 12 Pasal 7.2.2 SNI 1726:2019. Setiap sistem diklasifikasikan berdasarkan jenis elemen vertikal yang menahan gaya seismik lateral. Sistem struktur yang dipilih harus mematuhi batasan sistem dan ketinggian struktur yang ditentukan. Dalam perhitungan geser dasar, gaya desain elemen, dan simpangan antar tingkat desain, harus digunakan koefisien modifikasi respons (R), faktor kuat lebih sistem (Ω_0), dan faktor pembesaran simpangan lateral (C_d) yang sesuai sebagaimana tercantum dalam Tabel 12 Pasal 7.2.2 SNI 1726:2019.

Tabel 7 Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk Sistem Gaya Gempa (Tabel 12 Pasal 7.2.2 SNI 1726:2019)

| Sistem pemikul gaya seismik | Koefisien modifikasi respon, R^a | Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b | Faktor pembesaran defleksi, C_d^c | Batasan sistem struktur dan Batasan tinggi struktur, h_n (m) ^d | | | | |
|--|------------------------------------|--|-------------------------------------|---|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | Kategori desain seismik | | | | |
| | | | | B | C | D ^e | E ^e | F ^f |
| A. Sistem dinding penumpu | | | | | | | | |
| 1. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h} | 5 | 2½ | 5 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 2. Dinding geser beton bertulang biasa ^g | 4 | 2½ | 4 | TB | TB | TI | TI | TI |
| 3. Dinding geser beton polos didetail ^g | 2 | 2½ | 2 | TB | TI | TI | TI | TI |
| 4. Dinding geser beton polos biasa ^g | 1½ | 2½ | 1½ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 5. Dinding geser pracetak menengah ^g | 4 | 2½ | 4 | TB | TB | 12 ⁱ | 12 ⁱ | 12 ⁱ |
| 6. Dinding geser pracetak biasa ^g | 3 | 2½ | 3 | TB | TI | TI | TI | TI |
| 7. Dinding geser batu bata bertulang khusus | 5 | 2½ | 3½ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 8. Dinding geser batu bata bertulang menengah | 3½ | 2½ | 2¼ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 9. Dinding geser batu bata bertulang biasa | 2 | 2½ | 1¾ | TB | 48 | TI | TI | TI |
| 10. Dinding geser batu bata polos didetail | 2 | 2½ | 1¾ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 11. Dinding geser batu bata polos biasa | 1½ | 2½ | 1¼ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 12. Dinding geser batu bata prategang | 1½ | 2½ | 1¾ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa | 2 | 2½ | 2 | TB | 10 | TI | TI | TI |
| 14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa | 1½ | 2½ | 1½ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja | 6½ | 3 | 4 | TB | TB | 20 | 20 | 20 |
| 16. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, Atau Dengan lembaran baja | 6½ | 3 | 4 | TB | TB | 20 | 20 | 20 |
| 17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya | 2 | 2½ | 2 | TB | TB | 10 | TI | TI |
| 18. Sistem dinding rangka ringan (baja canai dingin) menggunakan bresing strip datar | 4 | 2 | 3½ | TB | TB | 20 | 20 | 20 |
| B. Sistem rangka bangunan | | | | | | | | |
| 1. Rangka baja dengan bresing eksentris | 8 | 2 | 4 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus | 6 | 2 | 5 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |

| | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa | 3¼ | 2 | 3¼ | TB | TB | 10 ^j | 10 ^j | TF ^j |
| 4. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h} | 6 | 2½ | 5 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 5. Dinding geser beton bertulang biasa ^g | 5 | 2½ | 4½ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 6. Dinding geser beton polos detail ^g | 2 | 2½ | 2 | TB | TI | TI | TI | TI |
| 7. Dinding geser beton polos biasa ^g | 1½ | 2½ | 1½ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 8. Dinding geser pracetak menengah ^g | 5 | 2½ | 4½ | TB | TB | 12 ⁱ | 12 ⁱ | 12 ⁱ |
| 9. Dinding geser pracetak biasag | 4 | 2½ | 4 | TB | TI | TI | TI | TI |
| 10. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris | 8 | 2 | 4 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 11. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus | 5 | 2 | 4 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 12. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa | 3 | 2 | 4½ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit | 6½ | 2½ | 5½ | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 14. Dinding geser baja dan beton komposit khusus | 6 | 2½ | 5 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 15. Dinding geser baja dan beton komposit biasa | 5 | 2½ | 4½ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 16. Dinding geser batu bata bertulang khusus | 5½ | 2½ | 4 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 17. Dinding geser batu bata bertulang menengah | 4 | 2½ | 4 | TB | TB | TI | TI | TI |
| 18. Dinding geser batu bata bertulang biasa | 2 | 2½ | 2 | TB | 48 | TI | TI | TI |
| 19. Dinding geser batu bata polos didetail | 2 | 2½ | 2 | TB | TI | TI | TI | TI |
| 20. Dinding geser batu bata polos biasa | 1½ | 2½ | 1¼ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 21. Dinding geser batu bata prategang | 1½ | 2½ | 1¾ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimasukkan untuk tahanan geser | 7 | 2½ | 4½ | TB | TB | 22 | 22 | 22 |
| 23. Dinding rangka ringan (baja canai digin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser atau dengan lembaran baja | 7 | 2½ | 4½ | TB | TB | 22 | 22 | 22 |
| 24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya | 2½ | 2½ | 2½ | TB | TB | 10 | TB | TB |
| 25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk | 8 | 2½ | 5 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| 26. Dinding geser plat baja khusus | 7 | 2 | 6 | TB | TB | 48 | 48 | 30 |
| C. Sistem rangka pemikul momen | | | | | | | | |
| 1. Rangka baja pemikul momen khusus | 8 | 3 | 5½ | TB | TB | TB | TB | TB |
| 2. Rangka batang baja pemikul momen khusus | 7 | 3 | 5½ | TB | TB | 40 | 30 | TI |

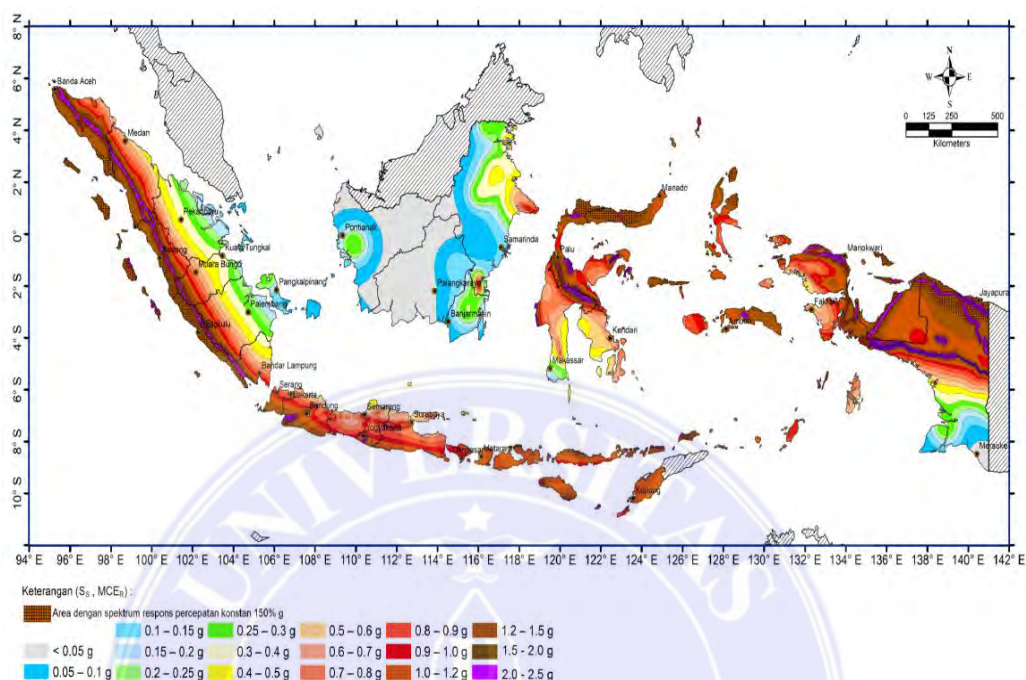
| | | | | | | | | |
|--|----|----------------|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 3. Rangka baja pemikul momen menengah | 4½ | 3 | 4 | TB | TB | 10 ^k | TI ^k | TI ^k |
| 4. Rangka baja pemikul momen biasa | 3½ | 3 | 3 | TB | TB | TI ^l | TI ^l | TI ^l |
| 5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m | 8 | 3 | 5½ | TB | TB | TB | TB | TB |
| 6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah | 5 | 3 | 4½ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa | 3 | 3 | 2½ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momem khusus | 8 | 3 | 5½ | TB | TB | TB | TB | TB |
| 9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momem menengah | 5 | 3 | 4½ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 10. Rangka baja dan beton komposit terkekang persial pemikul momen | 6 | 3 | 5½ | 48 | 48 | 30 | TI | TI |
| 11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momem biasa | 3 | 3 | 2½ | TB | TI | TI | TI | TI |
| 12. Rangka baja canai dingin oemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ | 3½ | 3 ^o | 3½ | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik yang ditetapkan | | | | | | | | |
| 1. Rangka baja dengan bresing eksentris | 8 | 2½ | 4 | TB | TB | TB | TB | TB |
| 2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus | 7 | 2½ | 5½ | TB | TB | TB | TB | TB |
| 3. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h} | 7 | 2½ | 5½ | TB | TB | TB | TB | TB |
| 4. Dinding geser beton bertulang biasa ^g | 6 | 2½ | 5 | TB | TB | TI | TI | TI |
| 5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris | 6 | 2½ | 4 | TB | TB | TB | TB | TB |
| 6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris khusus | 6 | 2½ | 5 | TB | TB | TB | TB | TB |
| 7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit | | 2½ | 6 | TB | TB | TB | TB | TB |
| 8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus | 7 | 2½ | 6 | TB | TB | TB | TB | TB |
| 9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa | 6 | 2½ | 5 | TB | TB | TI | TI | TI |
| 10. Dinding geser batu bata bertulang khusus | | 3 | 5 | TB | TB | TB | TB | TB |
| 11. Dinding geser batu bata bertulang menengah | 4 | 3 | 3½ | TB | TB | TI | TI | TI |
| 12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk | 8 | 2½ | 5 | TB | TB | TB | TB | TB |
| 13. Dinding geser pelat baja khusus | 8 | 2½ | 6½ | TB | TB | TB | TB | TB |

| | | | | | | | | | |
|--|-------|----|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik yang ditetapkan | | | | | | | | | |
| 1. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus ^p | 6 | 2½ | 5 | TB | TB | 10 | TI | TI | |
| 2. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h} | 6½ | 2½ | 5 | TB | TB | 48 | 30 | 30 | |
| 3. Dinding geser batu bata bertulang biasa | 3 | 3 | 2½ | TB | 48 | TI | TI | TI | |
| 4. Dinding geser batu bata bertulang menengah | 3½ | 3 | 3 | TB | TB | TI | TI | | |
| 5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus | 5½ 4½ | 2½ | 4½ | TB | TB | 48 | 30 | TI | |
| 6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris biasa | 3½ | 2½ | 3 | TB | TB | TI | TI | TI | |
| 7. Dinding geser baja dan beton komposit biasa | 5 | 3 | 4½ | TB | TB | TI | TI | TI | |
| 8. Dinding geser beton bertulang biasa ^g | 5½ | 2½ | 4½ | TB | TB | TI | TI | TI | |
| F. Sistem interaktif dinding geser rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa^g | | | | | | | | | |
| 4½ | 2½ | 4 | TB | TI | TI | TI | TI | TI | |
| G. Sistem kolom kantilever detail untuk memenuhi persyaratan untuk : | | | | | | | | | |
| 1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus | 2½ | 1¼ | 2½ | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| 2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa | 1¼ | 1¼ | 1¼ | 10 | 10 | TI ^l | TI ^l | TI ^l | |
| 3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m | 2½ | 1¼ | 2½ | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| 4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah | 1½ | 1¼ | 1½ | 10 | 10 | TI | TI | TI | |
| 5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa | 1 | 1¼ | 1 | 10 | TI | TI | TI | TI | |
| 6. Rangka Kayu | 1½ | 1½ | 1½ | 10 | 10 | 10 | TI | TI | |
| H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk system kolom kantilever. | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | 3 | TB | TB | TI | TI | TI | | |

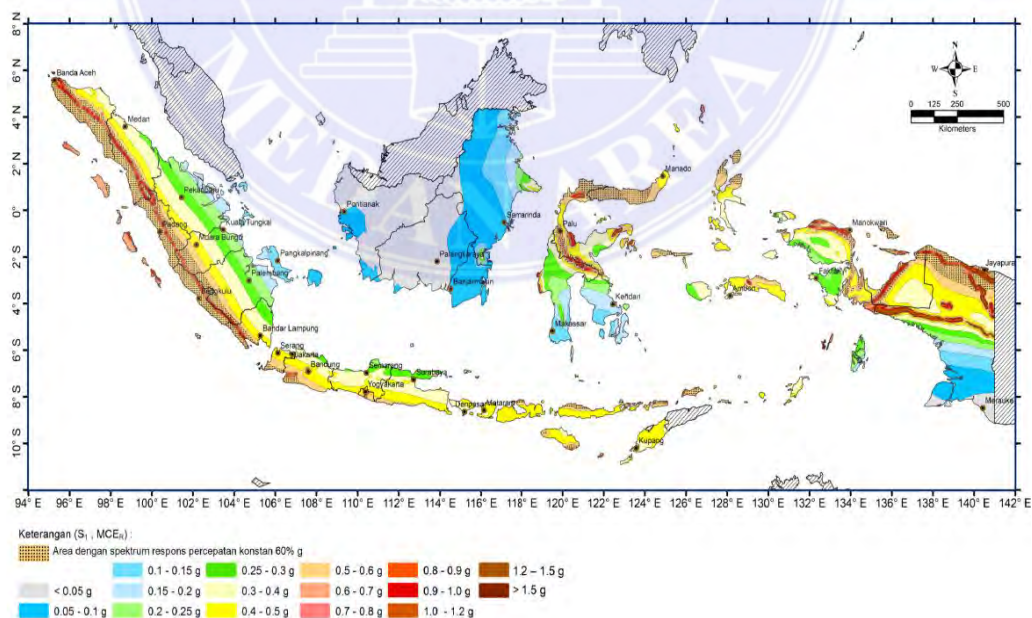
2.6.4 Parameter Percepatan Batuan Dasar

Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada Pasal 15 dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 tahun (MCE_R , 2%)

dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Untuk Nilai S_s dan S_1 dapat dilihat pada gambar 4 dan 5 berikut.



Gambar 4 S_s Parameter Gerak Tanah Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (Sumber: SNI 1726 : 2019)



Gambar 5 S_1 Parameter gerak tanah Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (Sumber: SNI-1726-2019)

2.6.5 Klasifikasi Situs

Klasifikasi suatu situs diperlukan untuk menetapkan kriteria desain seismik, termasuk faktor-faktor amplifikasi yang memengaruhi bangunan. Dalam menentukan kriteria desain seismik untuk bangunan di atas permukaan tanah, atau dalam menghitung besarnya amplifikasi percepatan gempa dari batuan dasar ke permukaan tanah, situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Profil tanah pada lokasi tersebut perlu disesuaikan dengan klasifikasi yang tercantum dalam Tabel 8 berikut :

Tabel 8 Klasifikasi kelas situs (SNI 1726:2019 tabel 5)

| Kelas Situs | \bar{v}_s (m/detik) | \bar{N} atau \bar{N}_{ch} | \bar{s}_u (kPa) |
|--|---|-------------------------------|-------------------|
| SA (batuan keras) | >1500 | N/A | N/A |
| SB (batuan) | 750 sampai 1500 | N/A | N/A |
| SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak) | 350 sampai 750 | >50 | ≥ 100 |
| SD (tanah sedang) | 175 sampai 350 | 15 sampai 50 | 50 sampai 100 |
| SE (tanah lunak) | < 175 | <15 | < 50 |
| Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : | | | |
| 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralisir $\bar{s}_u < 25$ kPa | | | |
| SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1) | Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> – Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah. – Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m). – Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$). Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa | | |

2.6.6 Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral

Berdasarkan SNI 1726:2019 Untuk menentukan respons spektral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan 1 detik. Faktor amplifikasi ini mencakup faktor amplifikasi getaran yang berkaitan dengan percepatan pada periode getaran pendek (F_a) serta faktor amplifikasi yang mewakili percepatan pada periode 1 detik (F_v). Parameter respons spektral percepatan untuk periode pendek (S_{Ms}) dan periode 1 detik (S_{M1}), yang telah disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus dihitung menggunakan rumus berikut ini :

$$S_{Ms} = F_a S_s \quad (2.1)$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \quad (2.2)$$

Keterangan :

S_s = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek.

S_1 = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik.

Untuk tabel koefisien F_a dan F_v dapat dilihat pada tabel 9 dan 10.

Tabel 9 Koefisien situs, F_a (SNI 1726:2019 tabel 6)

| Kelas Situs | Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s | | | | | |
|-------------|---|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------|
| | $S_s \leq 0,25$ | $S_s = 0,5$ | $S_s = 0,75$ | $S_s = 1,0$ | $S_s = 1,25$ | $S_s \geq 1,5$ |
| SA | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| SB | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| SC | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| SD | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| SE | 2,4 | 1,7 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,8 |
| SF | $S_s^{(a)}$ | | | | | |

Catatan :

$SS^{(a)}$ = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisis respons situs spesifikasi.

Tabel 10 Koefisien situs, F_v (SNI 1726:2019 tabel 7)

| Kelas Situs | Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1 | | | | | |
|-------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | $S_1 \leq 0,1$ | $S_1 = 0,2$ | $S_1 = 0,3$ | $S_1 = 0,4$ | $S_1 = 0,5$ | $S_1 \geq 0,6$ |
| SA | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| SB | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| SC | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| SD | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,7 |
| SE | 4,2 | 3,3 | 2,8 | 2,4 | 2,2 | 2,0 |
| SF | $SS^{(a)}$ | | | | | |

Catatan :

$SS^{(a)}$ = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisis respons situs spesifikasi.

2.6.7 Spektrum Respons Desain

Menurut SNI 1726:2019, apabila spektrum respons desain diperlukan sesuai dengan ketentuan dalam tata cara ini dan digunakan metode gerakan tanah berdasarkan karakteristik situs, maka kurva spektrum respons desain harus disusun sesuai dengan aturan berikut :

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_o , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan 4 berikut ini.

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o} \right) \quad (2.3)$$

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_o dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} ;

3. Untuk periode lebih besar dari T_s tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_1 , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan 5 berikut ini :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2.4)$$

4. Untuk periode lebih besar dari T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan 6 berikut ini :

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (2.5)$$

Keterangan :

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain periode pendek.

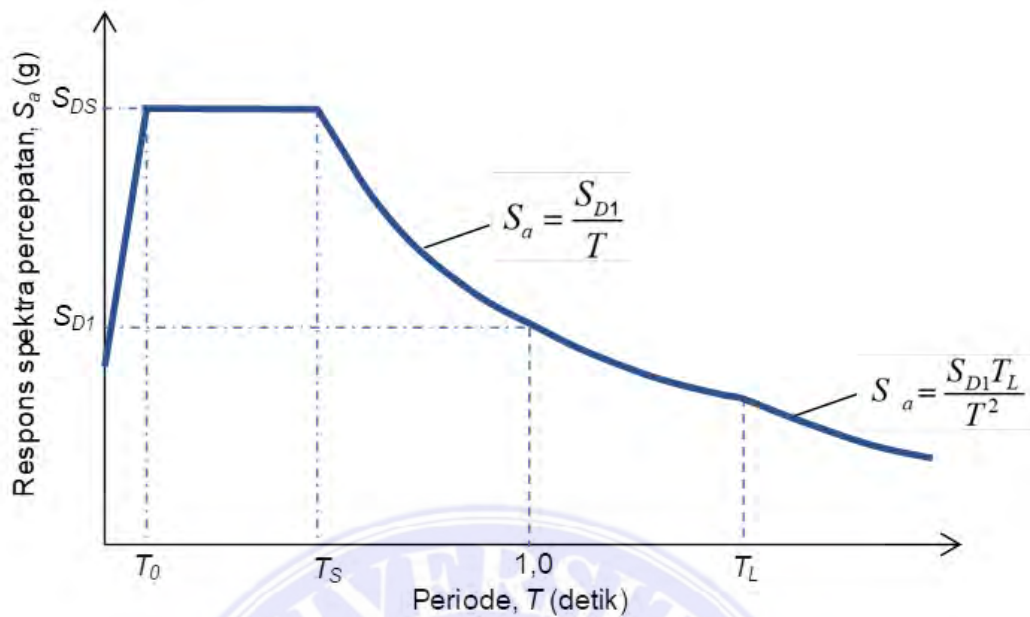
S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik.

T = periode getar fundamental struktur.

$$T_o = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{DS}}{S_{D1}}$$

T_L = Peta transisi periode panjang yang ditunjukkan pada Gambar 6 yang diambil (sesuai dengan SNI 1726, 2019 pada gambar 3).



Gambar 6 Spectrum Respons Desain (SNI 1726, 2019)

2.6.8 Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar adalah gaya lateral atau total gaya desain yang muncul akibat beban gempa di tingkat dasar bangunan. Gaya ini kemudian didistribusikan secara vertikal ke seluruh lantai sepanjang tinggi struktur sebagai gaya gempa lateral yang bekerja pada setiap tingkat bangunan (Cornelis et al., 2014).

Sesuai dengan SNI 1726:2019 Gaya geser dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s W \quad (2.6)$$

Keterangan :

C_s = koefisien respons seismik yang ditentukan.

W = berat seismik efektif

Untuk menentukam koefisien respon seismik, C_s harus sesuai dengan persamaan (2.6)

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{T_e}\right)} \quad (2.7)$$

Keterangan :

S_{DS} = parameter percepatan respons spektral desain dalam rentang periode pendek.

R = koefisien modifikasi respons.

I_e = faktor keutamaan gempa.

Adapun Syarat yang harus diperhatikan ketika menghitung nilai C_s sebagai berikut :

Untuk $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (2.8)$$

Untuk $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (2.9)$$

C_s harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \quad (2.10)$$

Untuk struktur yang ada di daerah tertentu, dimana S_{S1} sama dengan atau lebih besar dari 0,6g. Maka C_s harus tidak kurang dari :

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (2.11)$$

Keterangan :

S_1 = Parameter percepatan respons spektral maksimum.

2.6.9 Periode Fundamental Struktur

Periode fundamental struktur, T , pada arah yang dianalisis harus ditentukan berdasarkan karakteristik struktur serta sifat deformasi dari elemen-elemen pemikul melalui analisis yang andal. Nilai T ini tidak boleh melampaui hasil kali antara koefisien batas atas periode (C_u), sebagaimana tercantum dalam

Tabel 17, dan periode pendekatan struktur, T_a . Mengacu pada SNI 1726:2019, nilai koefisien batas atas untuk periode yang dihitung dapat ditemukan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (SNI 1726:2019 tabel 17)

| Parameter percepatan respons spectral desain pada 1 detik, S_{D1} | Koefisien C_u |
|---|-----------------|
| $\geq 0,4$ | 1,4 |
| 0,3 | 1,4 |
| 0,2 | 1,5 |
| 0,15 | 1,6 |
| $\leq 1,0$ | 1,7 |

Periode fundamental pendekatan (T_a), dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut (SNI 1726, 2019):

$$T_a = C_t h_n^x \quad (2.12)$$

Keterangan :

H_n adalah ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan. Untuk nilai pendekatan C_t dan x dapat dilihat pada tabel 12 berikut ini.

Tabel 12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x (SNI 1726:2019 tabel 18)

| Tipe Struktur | C_t | x |
|---|--------|------|
| Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik: | | |
| – Rangka baja Pemikul Momen | 0,0724 | 0,8 |
| – Rangka beton Pemikul Momen | 0,0466 | 0,9 |
| Rangka baja dengan bresing eksentris | 0,0731 | 0,75 |
| Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk | 0,0731 | 0,75 |
| Semua sistem struktur lainnya | 0,0488 | 0,75 |

2.6.10 Distribusi Gaya Vertikal dan Horizontal Seismik

Gaya seismik lateral, F_x , (kN) di sebarang tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$F_x = C_{vx} V \quad (2.13)$$

Dan

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (2.14)$$

Keterangan :

C_{vx} = faktor distribusi vertikal.

V = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur ('kN).

w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x .

h_i dan h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m).

K = eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut:

untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, $k = 1$

untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, $k = 2$

untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, $k = 2$ atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2.

Gaya geser tingkay horizontal seismik disemua tingkat V_x (kN), harus ditentukan dari persamaan berikut:

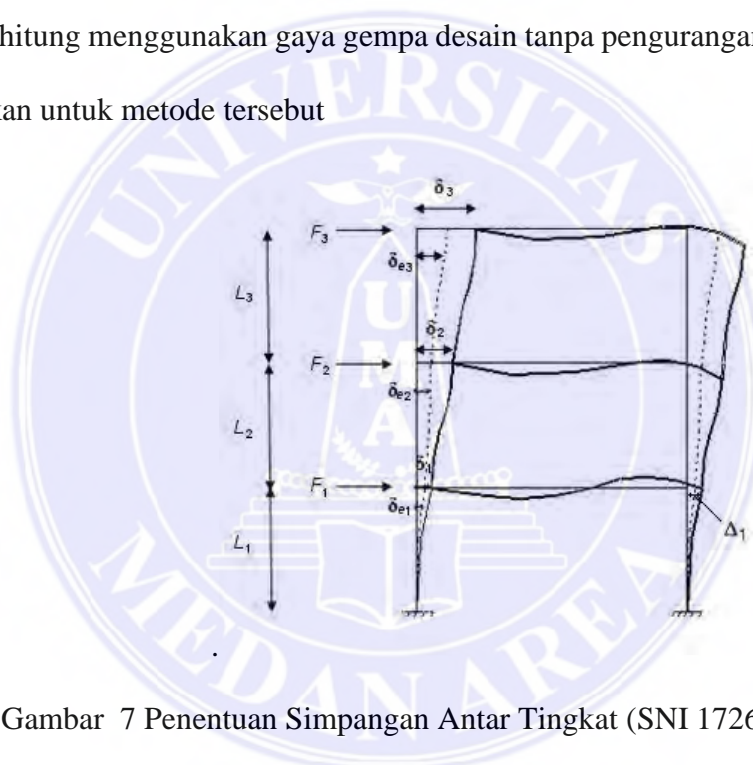
$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i \quad (2.15)$$

Keterangan :

F_i adalah bagian dari geser dasar seismik (V) pada tingkat ke- i (kN).

2.6.11 Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan SNI 1726:2019 Perhitungan simpangan antar tingkat desain (Δ) dilakukan dengan menghitung selisih simpangan pada pusat massa antara lantai di atas dan lantai di bawah, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7. Jika pusat massa tidak berada dalam satu garis vertikal, maka diperbolehkan untuk menentukan simpangan pada dasar lantai berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa lantai di atasnya. Apabila metode desain tegangan izin digunakan, maka Δ harus dihitung menggunakan gaya gempa desain tanpa pengurangan yang biasanya diterapkan untuk metode tersebut



Gambar 7 Penentuan Simpangan Antar Tingkat (SNI 1726:2019)

Simpangan antar tingkat desain, Δ , harus dihitung sebagai selisih terbesar dari simpangan titik-titik yang segaris secara vertikal di sepanjang salah satu bagian tepi struktur, di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Simpangan pusat massa di tingkat-x (δ_x) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (2.16)$$

Keterangan :

C_d = faktor pembesaran simpangan lateral.

δ_{xe} = simpangan di tingkat-x yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis elastik.

I_e = faktor keutamaan gempa.

Sesuai dengan SNI 1726:2019 simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin Δ_a seperti yang didapatkan pada tabel 13 dibawah ini.

Tabel 13 Simpangan Antar Tingkat Izin Δ_a (SNI 1726-2019 tabel 20)

| Struktur | Kategori Risiko | | |
|---|-----------------|---------------|---------------|
| | I atau II | III | IV |
| Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat. | $0,025h_{sx}^c$ | $0,02h_{sx}$ | $0,015h_{sx}$ |
| Struktur dinding geser kantilever batu bata | $0,010h_{sx}$ | $0,010h_{sx}$ | $0,010h_{sx}$ |
| Struktur dinding geser batu bata lainnya | $0,007h_{sx}$ | $0,007h_{sx}$ | $0,007h_{sx}$ |
| Semua struktur lainnya | $0,020h_{sx}$ | $0,015h_{sx}$ | $0,010h_{sx}$ |

2.6.12 Efek P-Delta

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (Θ) seperti ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,10:

$$\Theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \quad (2.17)$$

Keterangan :

P_x = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat-x, (kN); bila menghitung faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0.

Δ = simpangan antar tingkat desain yang terjadi secara serentak dengan V_x (mm).

I_e = faktor keutamaan gempa.

V_x = gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan $x - 1$ (kN).

h_{sx} = tinggi tingkat di bawah tingkat x , (mm).

C_d = faktor pembesaran defleksi

Untuk koefisien stabilitas (θ) disyaratkan tidak boleh melebihi θ_{max} yang ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$\theta_{max} = \frac{0,5}{\beta_{cd}} \leq 0,025 \quad (2.18)$$

Keterangan :

β = rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara Tingkat x dan $x - 1$. Rasio ini diizinkan secara konservatif diambil sebesar 1,0.

θ_{max} = koefisien stabilitas maksimum.

2.6.13 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1726:2019 pada struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus didesain sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor yang sesuai dengan dengan kombinasi pembebanan berikut.

1. 1,4DL
2. 1,4DL + 1,6LL
3. 1,2DL + 1,0LL + 1,0EX + 0,3EY
4. 1,2DL + 1,0LL + 1,0EX - 0,3EY
5. 1,2DL + 1,0LL - 1,0EX + 0,3EY
6. 1,2DL + 1,0LL - 1,0EX - 0,3EY
7. 1,2DL + 1,0LL + 0,3EX + 1,0EY
8. 1,2DL + 1,0LL + 0,3EX - 1,0EY
9. 1,2DL + 1,0LL - 0,3EX + 1,0EY

$$10. \quad 1,2DL + 1,0LL - 0,3EX - 1,0EY$$

Keterangan :

D = Beban Mati termasuk Berat Tambahan.

L = Beban Hidup.

L_r = Beban Hidup diatap ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.

E = Beban Gempa



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Penelitian

Proyek Pembangunan kantor Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan ini berlokasi di Jalan setia budi kelurahan tj. Sari kecamatan medan selayang, kota medan, sumatera utara. lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8 lokasi penelitian (*google earth*, 2025)

3.2 Data Informasi Teknis Proyek

Informasi mengenai spesifikasi material sangat krusial dalam sebuah penelitian karena membantu pemodelan agar lebih sesuai dengan kondisi nyata di lapangan, sehingga analisis yang dilakukan menjadi lebih tepat. Spesifikasi material ditetapkan saat tahap perencanaan, kemudian hasil perencanaan tersebut dijadikan pedoman pelaksanaan di lapangan. Untuk proses analisis, dibutuhkan sejumlah data teknis proyek yang akurat dan data material yang aktual. Data struktur dan data gempa yang digunakan pada pada proyek Gedung Kantor Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Mutu Beton (f'_c)

Mutu Beton menjadi hal yang sangat di utamakan dan sesuai yang dibutuhkan dalam Struktur bangunan, mulai dari mutu beton pondasi, kolom, balok, dan plat lantai. Untuk mutu beton pada proyek Gedung Kantor Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan dapat kita lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 14 Mutu Beton Gedung Kantor Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan (Data Proyek, 2025)

| Jenis Beton | Mutu Beton | |
|-----------------------|--------------|-------------|
| | F_c' (MPa) | E_c (MPa) |
| Pondasi Tiang Pancang | 45 | 31528,56 |
| Pilecap | 25 | 23500 |
| Kolom | 25 | 23500 |
| Balok | 25 | 23500 |
| Plat Lantai | 25 | 23500 |

3.2.2 Mutu Baja Tulangan (F_y)

Menurut data perencanaan proyek, tulangan baja yang digunakan dalam struktur terbagi menjadi dua jenis, yakni tulangan baja ulir dan tulangan baja polos. Spesifikasi mutu untuk kedua jenis tulangan baja tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 15 Mutu tulangan baja pada proyek Gedung Kantor Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan (Data Proyek, 2025)

| Jenis Tulangan Baja | Mutu baja (F_y) MPa |
|---------------------|-------------------------|
| Tulangan Baja Ulir | 420 |
| Tulangan Baja Polos | 280 |

3.2.3 Data Dimensi Kolom

Berikut adalah Tipe Kolom yang digunakan pada proyek Gedung Kantor Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan

Tabel 16 Tipe kolom (Data Proyek, 2025)

| No | Jenis kolom | Dimensi (mm) |
|----|-------------------|--------------|
| 1 | Kolom K1 (Lt 1) | 450 x 450 |
| 2 | Kolom K1 (Lt 2) | 450 x 450 |
| 3 | Kolom K1 (Lt Dak) | 450 X 450 |
| 4 | Kolom K2 (LT 1) | 400 x 400 |
| 5 | Kolom K2 (Lt 2) | 400 x 400 |
| 6 | Kolom K2 (Lt Dak) | 400 x 400 |

| | | |
|----|--------------------|-----------|
| 7 | Kolom K3 (Lt 1) | 400 x 400 |
| 8 | Kolom K3 (Lt 2) | 400 x 400 |
| 9 | Kolom K3 (Lt DAK) | 400 x 400 |
| 10 | Kolom K4 (Lt Dak) | 250 X 250 |
| 11 | Kolom K4A (Lt Dak) | 250 X 250 |

3.2.4 Balok

Balok adalah elemen struktur bangunan yang memiliki sifat lentur, sehingga mampu menahan gaya geser dan momen lentur serta menyalurkannya ke kolom. Selain berperan sebagai penyalur beban, balok juga berfungsi mengikat kolom agar tetap tegak dan tidak bergeser. Berdasarkan gambar rencana proyek, terdapat berbagai jenis balok yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 17 Tipe Balok (Data Proyek, 2025)

| No | Tipe Balok | Dimensi Balok (mm) |
|----|------------|--------------------|
| 1 | Balok G1 | 250 x 500 |
| 2 | Balok G1A | 250 x 500 |
| 3 | Balok G1B | 250 x 500 |
| 4 | Balok G2 | 300 x 600 |
| 5 | Balok G3 | 400 x 800 |
| 6 | Balok G4 | 250 x 500 |
| 7 | Balok G4A | 250 x 500 |
| 8 | Balok G5 | 300 x 600 |
| 9 | Balok G6 | 250 x 400 |
| 10 | Balok G7 | 300 x 650 |
| 11 | Balok G8 | 300 x 600 |
| 12 | Balok B1 | 250 x 500 |
| 13 | Balok B1A | 250 x 500 |
| 14 | Balok B1B | 250 x 500 |
| 15 | Balok B1C | 400 X 400 |
| 16 | Balok B2 | 250 x 400 |
| 17 | Balok B2A | 250 x 400 |
| 18 | Balok B2B | 250 x 500 |
| 19 | Balok B3 | 250 x 400 |
| 20 | Balok B3A | 250 x 500 |
| 21 | Balok B3B | 250 x 500 |
| 22 | Balok B4 | 250 x 400 |
| 23 | Balok B5 | 200 x 350 |
| 24 | Balok B6 | 250 x 500 |
| 25 | Balok B7 | 300 x 650 |
| 26 | Balok CG1 | 200 x 500 |
| 27 | Balok CG2 | 300 x 600 |

| | | |
|----|-----------|-----------|
| 28 | Balok CG3 | 200 x 350 |
| 29 | Balok CB1 | 200 x 400 |
| 30 | Balok CB2 | 200 x 400 |

3.2.5 Ring Balok

Tipe Ring Balok yang digunakan sebagai berikut :

Tabel 18 Tipe Ring balok (Data Proyek, 2025)

| No | Tipe Ring Balok | Dimensi |
|----|-----------------|-----------|
| 1 | Ring Balok G2 | 200 x 500 |
| 2 | Ring Balok G4 | 200 x 400 |
| 3 | Ring Balok CG1 | 200 x 400 |
| 4 | Ring Balok CG2 | 200 x 350 |
| 5 | Ring Balok B1 | 200 x 400 |
| 6 | Ring Balok B2 | 200 x 350 |
| 7 | Ring Balok RB1 | 250 x 500 |
| 8 | Ring Balok RB2 | 200 x 400 |
| 9 | Ring Balok RB3 | 200 x 300 |

3.2.6 Plat Lantai

Adapun jenis plat lantai yang digunakan pada proyek Gedung Pengadilan

Tinggi Tata Usaha Medan sebagai berikut :

Tabel 19 Tipe Plat Lantai (data proyek, 2025)

| No | Tipe Plat Lantai | Ketebalan |
|----|------------------|-----------|
| 1 | S1 | 120 |
| 2 | S2 | 130 |
| 3 | S3 | 150 |
| 4 | S4 | 120 |

3.2.7 Data Elevasi Gedung

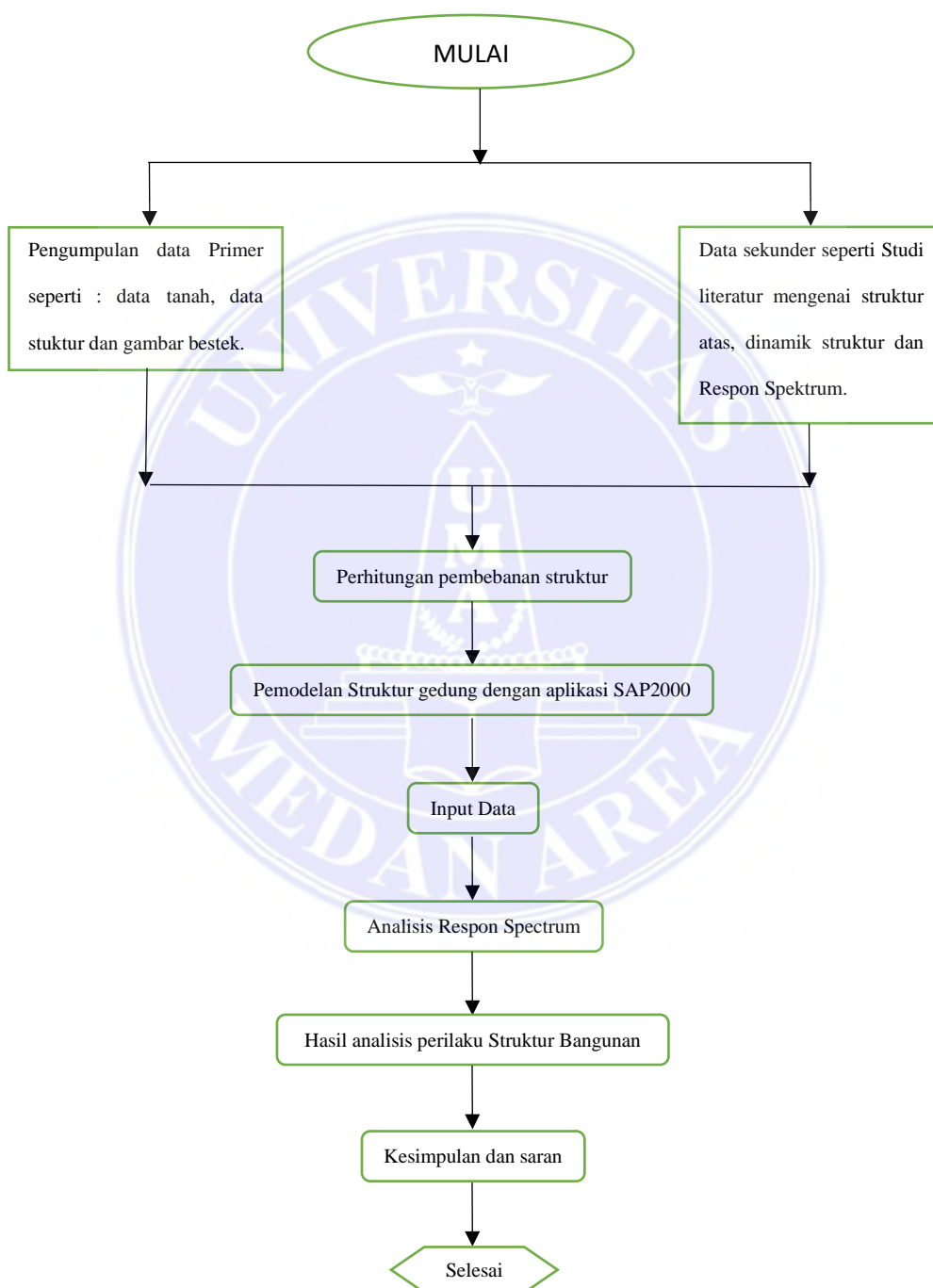
Data elevasi gedung diperoleh dari data yang telah diperoleh, yaitu berupa shop drawing. Elevasi tiap lantai dan total tinggi bangunan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 20 Elevasi Ketinggian Gedung (data proyek, 2025)

| No | Lantai | Elevasi Tiap Lantai (m) | Tinggi Bangunan (m) |
|----|-------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | Lantai 1 | 4 | 4 |
| 2 | Lantai 2 | 4 | 8 |
| 3 | Lantai Dak | 1,627 | 9,627 |
| 4 | Lantai Atap | 3026 | 11,026 |

3.3 Diagram Alir (*Flowchart*)

Diagram alir atau *flowchart* adalah diagram yang menampilkan susunan kegiatan dari awal sampai dengan selesai, yang dihubungkan dengan arah panah, sehingga diagram alir dibutuhkan pada setiap penelitian.



Gambar 9 Diagram Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil analisis perhitungan struktur dengan beban-beban yang bekerja, maka dapat disimpulkan nilai *Displacement* dari arah X sebesar 21,89497 mm dan pada arah Y sebesar 17,363304 mm. Berdasarkan analisis ragam *response spectrum* pada arah X dan Y menghasilkan nilai $V_{dinamik} \geq 100\% V_{statik}$ yaitu , dengan nilai arah X yaitu $V_{xdinamik}$ 4642,989 kN dan $V_{xstatik}$ 4642,913 kN, kemudian arah Y yaitu $V_{ydinamik}$ 4643,013 kN dan $V_{ystatik}$ 4642,913 kN. Pada lantai dak nilai *story drift* pada arah X sebesar 60,993 mm dan pada arah Y sebesar 50,002 mm. Nilai *story drift* dikatakan aman karena nilainya lebih kecil dari pada simpangan izin yang telah ditentukan, Sehingga struktur bangunan gedung tersebut mampu menahan beban dan aman ketika terjadinya gempa.

5.2 SARAN

1. Dalam perencanaan struktur gedung analisis gempa sangat diperlukan dalam menghitung kekuatan pada struktur dikarenakan wilayah indonesia termasuk zona gempa yang sangat tinggi.
2. Untuk perencanaan struktur gedung sebaiknya mengacu kepada peraturan SNI yang sesuai dengan standart perencanaan gedung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariq, I. S., Zhafira, T., Mawada, D. E. S., & Widorini, T. ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG IGD TERPADU KRMT WONGSONEGORO KOTA SEMARANG.
- Aritonang, R. V. (2020). *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Senggang Spiral Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hartawan, I. (2024). *Perencanaan Struktur Gedung Parkir Bertingkat dan Lapangan Olahraga Kantor Wilayah BRI Denpasar Menggunakan Aplikasi SAP 2000* (Doctoral dissertation, Universitas Mahasaraswati Denpasar).
- Hartuti, E. R. (2009). Buku pintar gempa. Diva Press.
- Hukama, R. D. (2023). Analisis Kekuatan Struktur Pada Bangunan 8 Lantai Berdasarkan Respon Spektrum SNI 03-1726-2019 Menggunakan SAP2000. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(3), 127-136.
- Mawarti, R., Galuh, D. L. C., Shulhan, M. A., & Yasin, I. (2022). Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Terhadap Beban Gempa Respon Spektrum (Studi Kasus: Zona 2 Apartemen Yogyakarta). *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 7(1), 70-82.
- MEKANIK, S. F. D. (2024). Struktur Beton. *Struktur Beton*, 33.
- Opi, I. C., & Sompie, S. R. (2022). Rancang Bangun Game Edukasi Tanggap Bencana Gempa Dan Tsunami.
- Perancangan dan Analisis Kolom Beton Bertulang karya Sudarmoko (1996)
- Siringo-Ringo, J. (2023). Analisis Struktur Kolom Bulat Beton Bertulang dengan Software SAP 2000 pada Proyek Vihara Prasadha Jinadhammo Medan.

SNI 1726 2019. (2019). Sni-1726-2019-PersyaratanBeton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung.

SNI 1727 2020. (2020). Sni 1727-2020-Peraturan Pembebanan Minimum

SNI 1729 2020. (2020). Sni 1727-2020-Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

Struktur Beton Bertulang, Istimawan Dipohusodo, 1994

Trangipani, N. M., Wiryadi, I. G. G., Wirawan, I. P. A. P., & Darmayasa, I. G. O.

(2022). Analisis Perilaku Struktur Gedung Sekolah dengan Metode Respon Spektrum Studi Kasus: SMAN 9 Denpasar. Jurnal Ilmiah Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar (JITUMAS), 2(1), 21-28.

Tuwanakota, E. (2021). ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR BERDASARKAN RESPON SPEKTRUM TERHADAP GAYA GEMPA YANG AKAN DATANG DI KOTA SORONG. Jurnal Karkasa, 7(2), 62-71.

DAFTAR LAMPIRAN



UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate ☎ (061) 7360168, Medan, 20223
Kampus II : Jalan Seiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A ☎ (061) 42402994, Medan, 20122
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 178/FT/01.10/III/2025 25 Maret 2025
Lamp : -
Hal : Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir

Yth. Pimpinan PT. Biro Bangunan Selaras
Jl. Abdul Hamid No. 49
Di
Medan

Dengan hormat,
Kami mohon kesediaan Bapak/Tbu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

| NO | NAMA | NPM | PRODI |
|----|--------------------------|-----------|--------------|
| 1 | DANIEL PARULIAN SIHOTANG | 218110036 | Teknik Sipil |

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Tbu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :

“Analisis Kinerja Sistem Struktur Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan terhadap Beban Gempa”

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.



Tembusan :
1. Ka. BPMPP
2. Mahasiswa
3. File

Dr. Eng. Supriatno, ST, MT

Lampiran 1 Surat Pengantar Penelitian



PT. BIRO BANGUNAN SELARAS
KONSULTAN & PERENCANA TEKNIK PEMBANGUNAN
Jalan Abdul Hamid No. 49 Medan - 20118

Telepon / Faximili : (061) 4145120 - Email : ptbbs49@gmail.com

Medan, 26 April 2025

Nomor : 005/BBS-UMA/IV/2025
Lampiran : -
Hal : Surat Pemberitahuan Penerimaan Mahasiswa Penelitian di Proyek Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan

**Kepada Yth, Dekan Fakultas Teknik
Universitas Medan Area
di Medan**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan surat Dekan Fakultas Teknik UMA Nomor 178/FT/01.10/III/2025 perihal Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir di Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan, maka bersama surat ini kami sampaikan bahwa yang bernama di bawah ini:

| No | NAMA | NPM | PRODI |
|----|--------------------------|-----------|--------------|
| 1 | DANIEL PARULIAN SIHOTANG | 218110036 | TEKNIK SIPIL |

dapat diterima untuk melaksanakan penelitian di Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan, dengan judul penelitian **"Analisis Kinerja Sistem Struktur Gedung Pengadilan Tinggi Tata Usaha Negara Medan terhadap Beban Gempa."**

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.



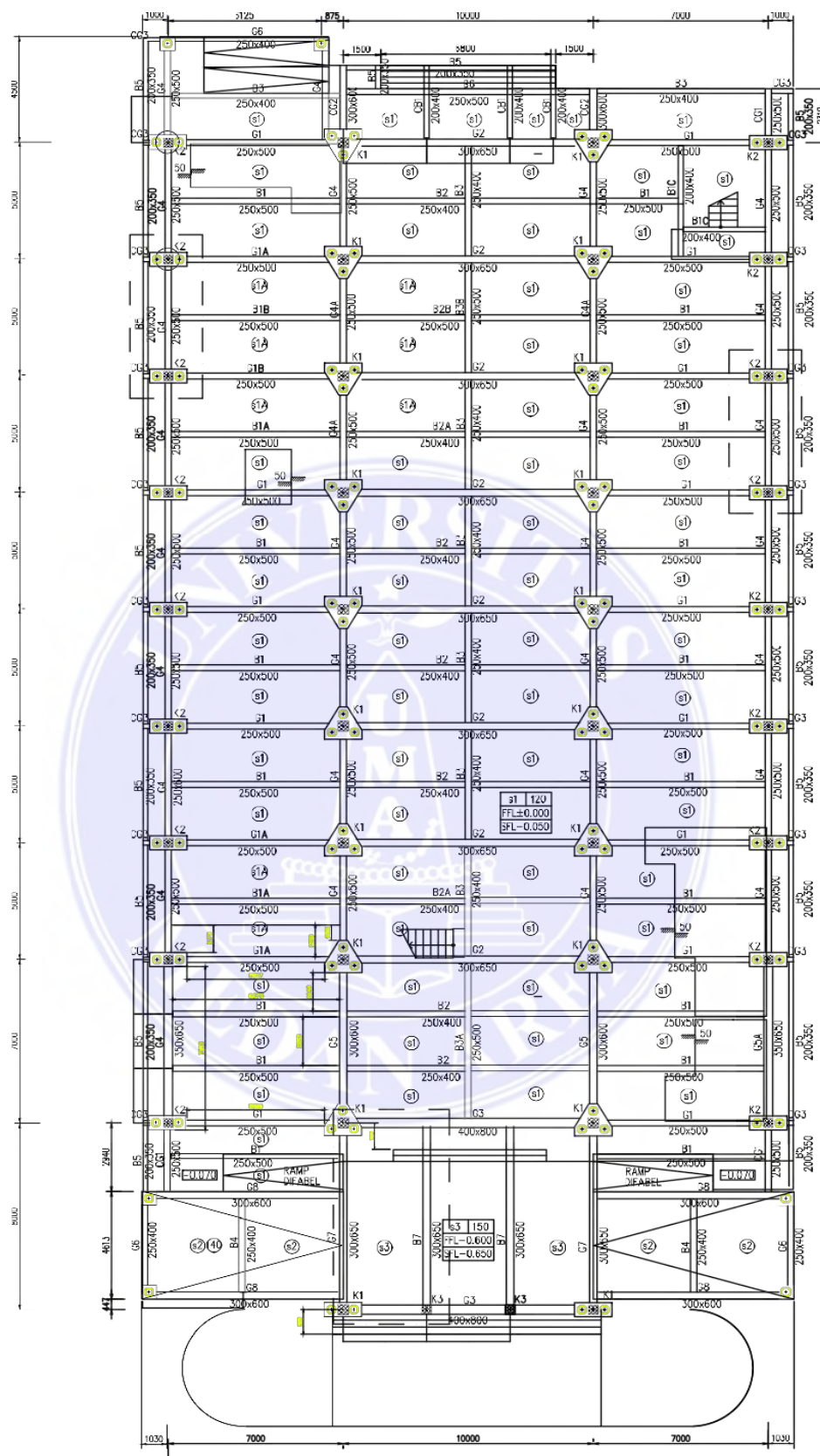
PT. Biro Bangunan Selaras
I. Suranto S.T., M.T., IPM
Team Leader

Tembusan, Yth :
Ketua Program Studi Teknik Sipil FT UMA

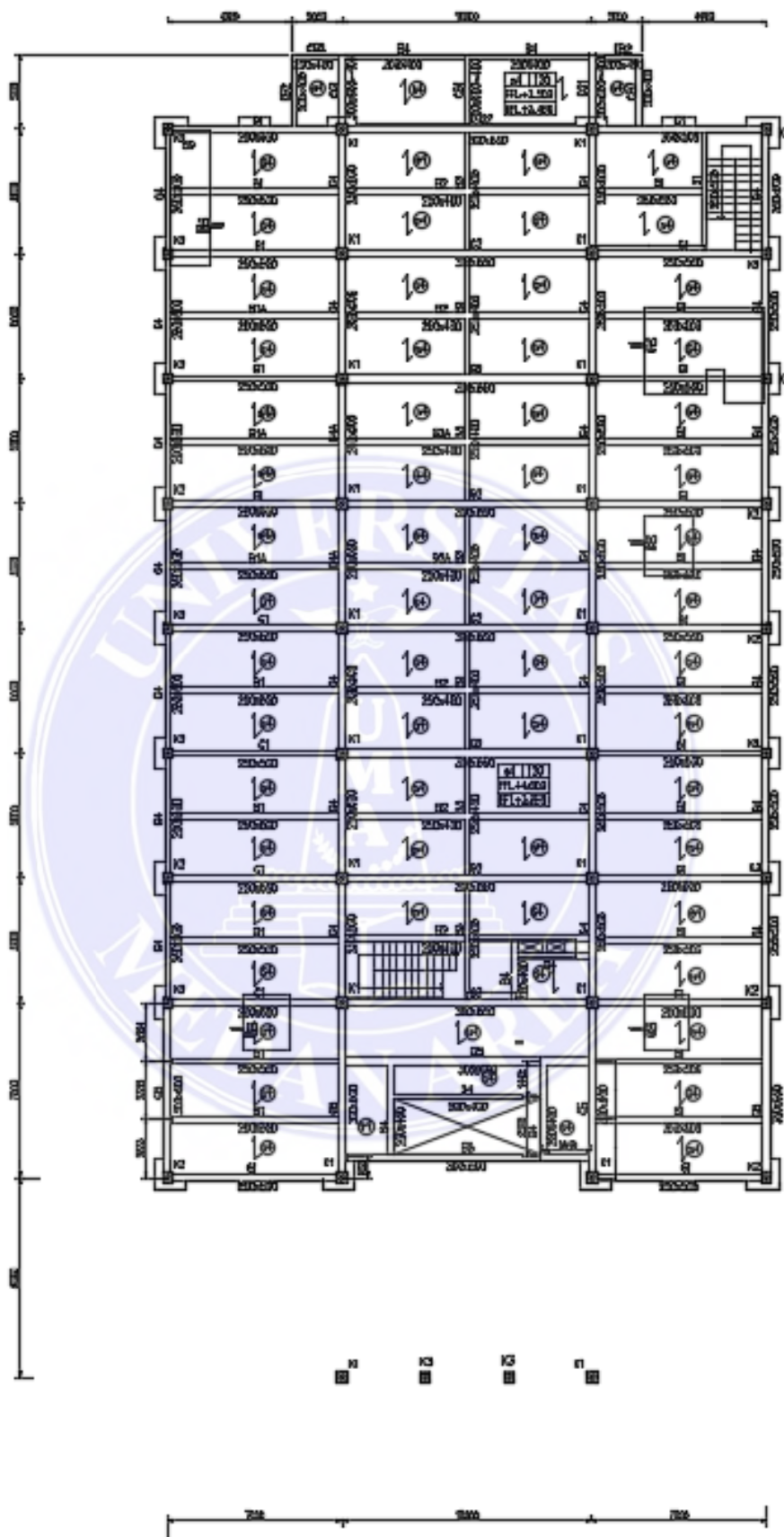
Lampiran 2 Surat Balasan Penelitian



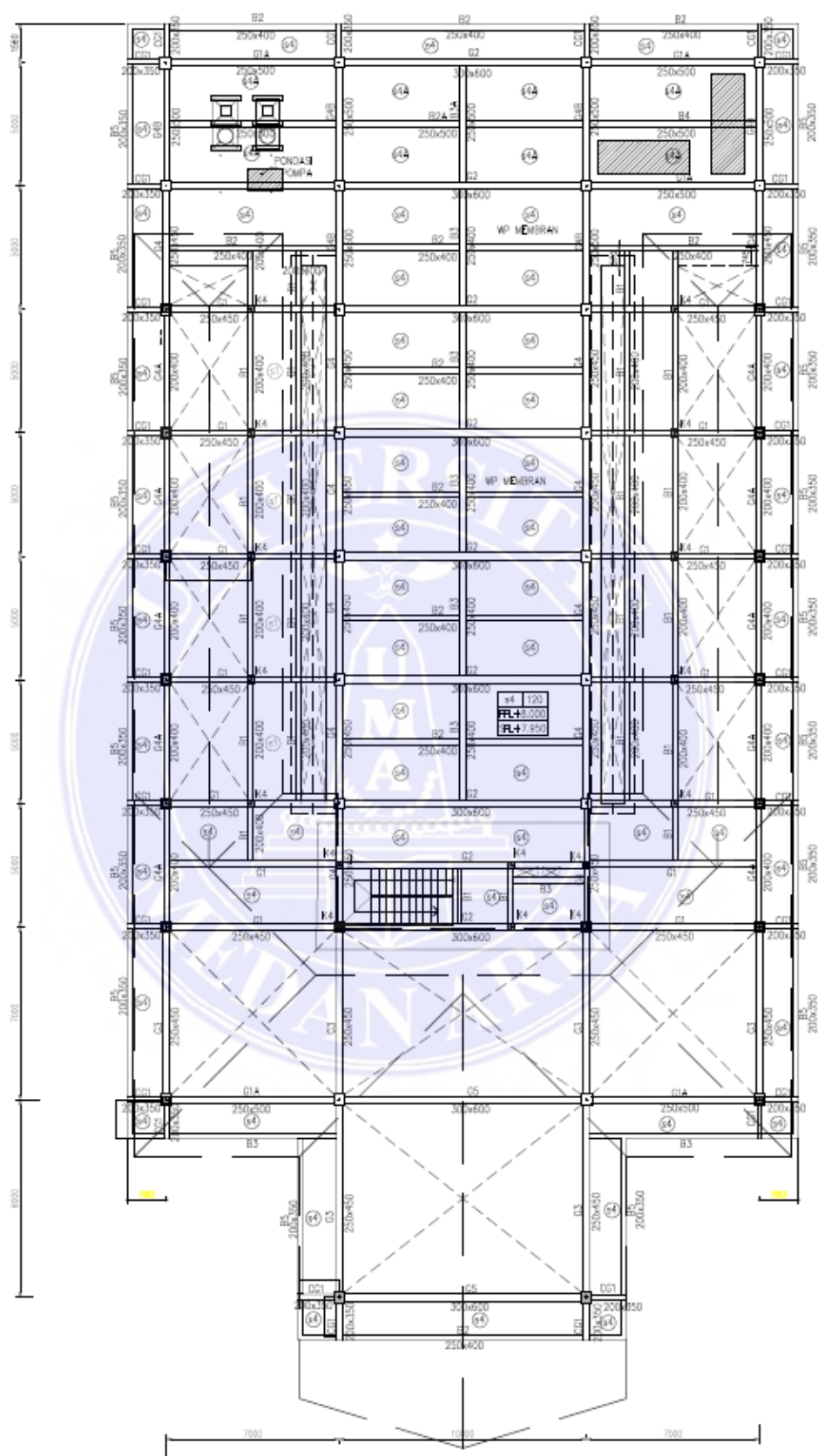
Lampiran 3 Surat Selesai Penelitian



Lampiran 4 Denah lantai 1

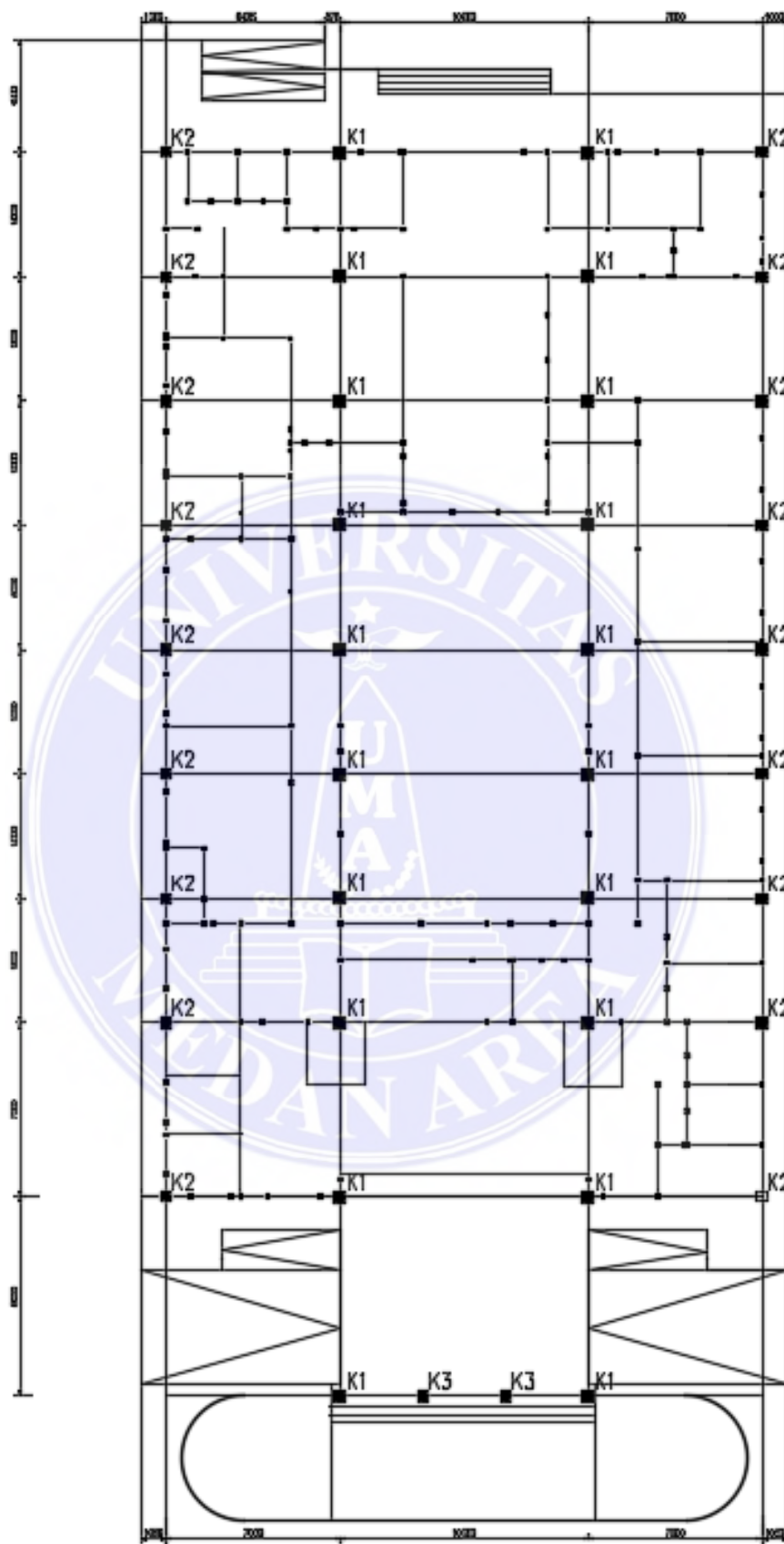


Lampiran 5 Denah Lantai 2

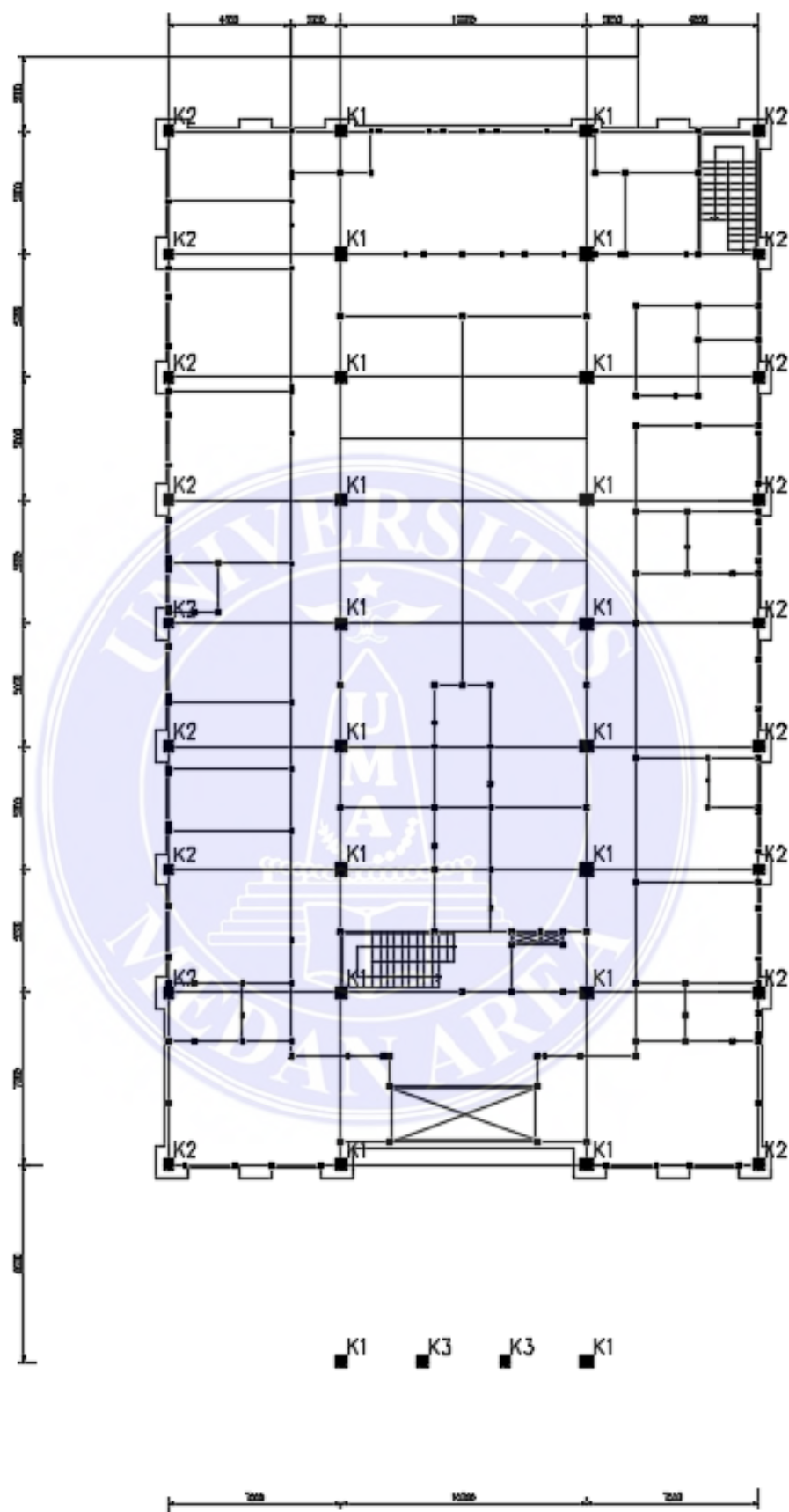


Lampiran 6 Denah Lantai Dak

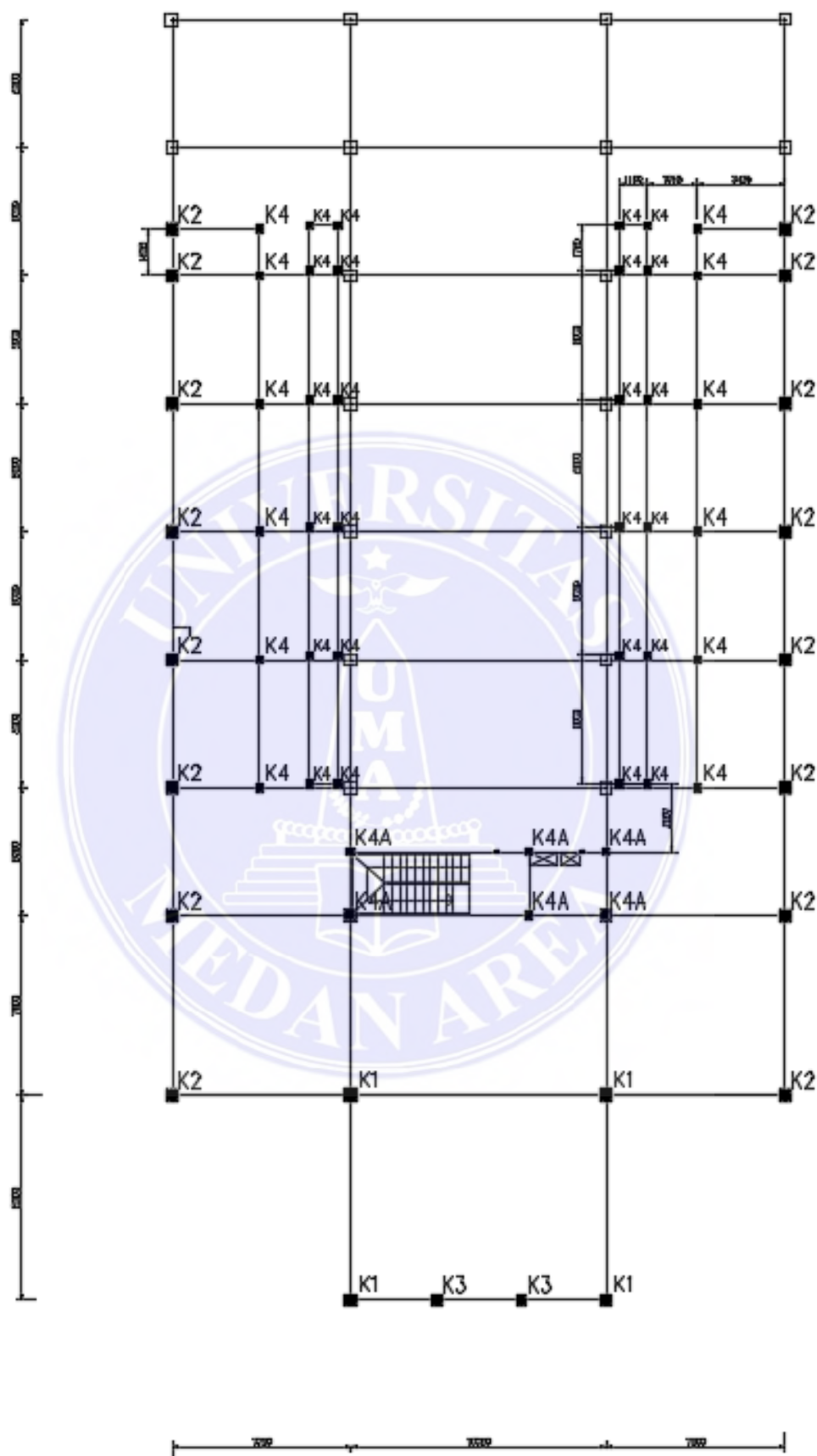
Lampiran 7 Denah Lantai Atap



Lampiran 8 Denah Kolom Lantai 1



Lampiran 9 Denah Kolom Lt 2



Lampiran 10 Denah Kolom Lt Dak

TABEL BALOK LT.1

| TYPE BALOK | G1 (250x500) | | | G1A (250x500) | | | G1B (250x500) | | |
|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|------------|------------|
| | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 |
| | | | | | | | | | |
| | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 |

| TYPE BALOK | G2 (300x650) | | | G3 (400x800) | | | G4 (250x500) | | | G4A (250x500) | | | G5 (300x800) | | |
|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|--------------|------|--|
| | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | | |

| TYPE BALOK | G5A (300x650) | | | G6 (250x400) | | | G7 (300x630) | | | G8 (300x600) | | | B1 (250x500) | | |
|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------|--|
| | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | | |

| TYPE BALOK | B1A (250x500) | | | B1B (250x500) | | | B1C (200x400) | | | B2 (250x400) | | | B2A (250x400) | | |
|------------|---------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|---------------|---------|--|
| | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP. | CHIT | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | | |


| TYPE BALOK | B2B (250x500) | | | B3 (250x400) | | | B3A (250x500) | | | B3B (250x500) | | | CB1 (200x400) | | |
|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|------|--|
| | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP. | CHIT | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | | |

| TYPE BALOK | B4 (230x400) | | | B5 (200x350) | | | B6 (250x500) | | | B7 (300x650) | | | CG1 (250x500) | | | CG2 (300x800) | | | CG3 (200x350) | | |
|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|------------|------------|---------------|--|--|
| | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP. | CHIT | TUMP. | CHIT | TUMP. | CHIT | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | | | |

Lampiran 11 Ukuran Balok Lt 1

TABEL BALOK LT.2

| TYPE BALOK | G1 (250x500) | | | G1A (250x500) | | | G2 (300x800) | | |
|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| LANTA | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 |
| MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 |



| TYPE BALOK | G4 (250x300) | | | G4A (250x500) | | | G5 (300x800) | | | B1 (250x500) | | |
|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| LANTA | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 |
| MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 |

| TYPE BALOK | B1A (250x500) | | | B2 (250x400) | | | B2A (250x400) | | | B3 (250x400) | | |
|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| LANTA | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 |
| MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 |

| TYPE BALOK | B4 (200x400) | | | B5 (300x800) | | |
|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| LANTA | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 |
| MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 |

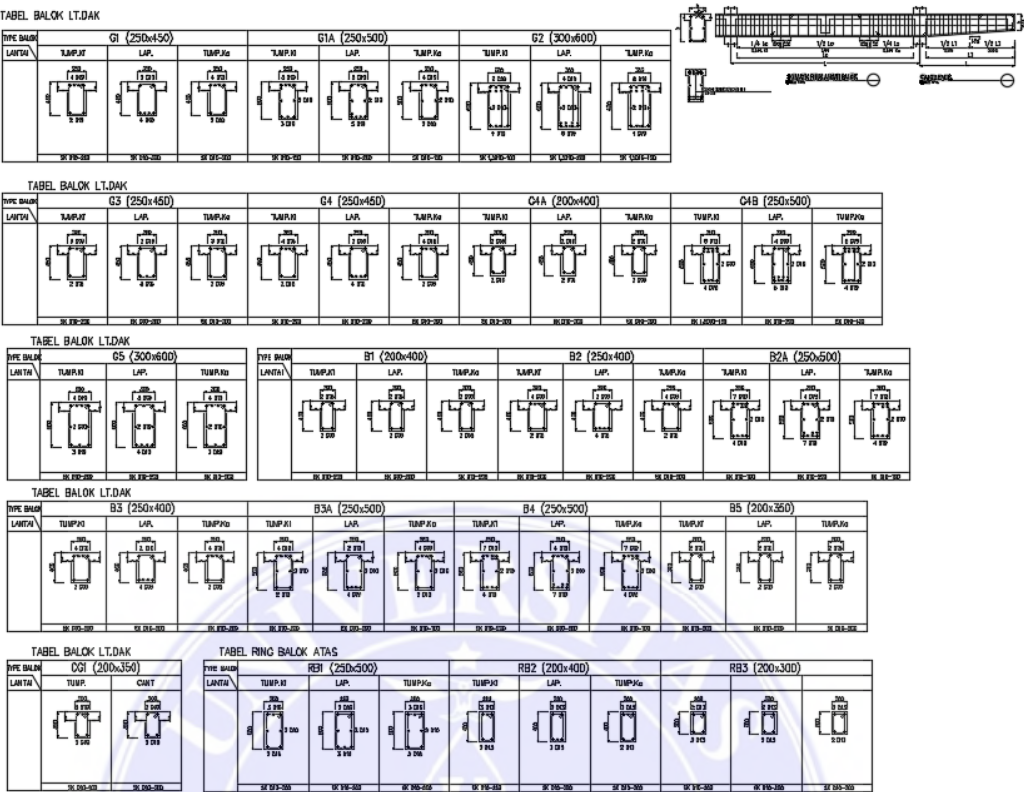
TABEL RING BALOK ATAS

| TYPE BALOK | G2 (250x500) | | | G4 (200x400) | | | CG1 (200x400) | | |
|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|---------------|------------|------------|
| LANTA | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 |
| MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 |

TABEL RING BALOK BAWAH

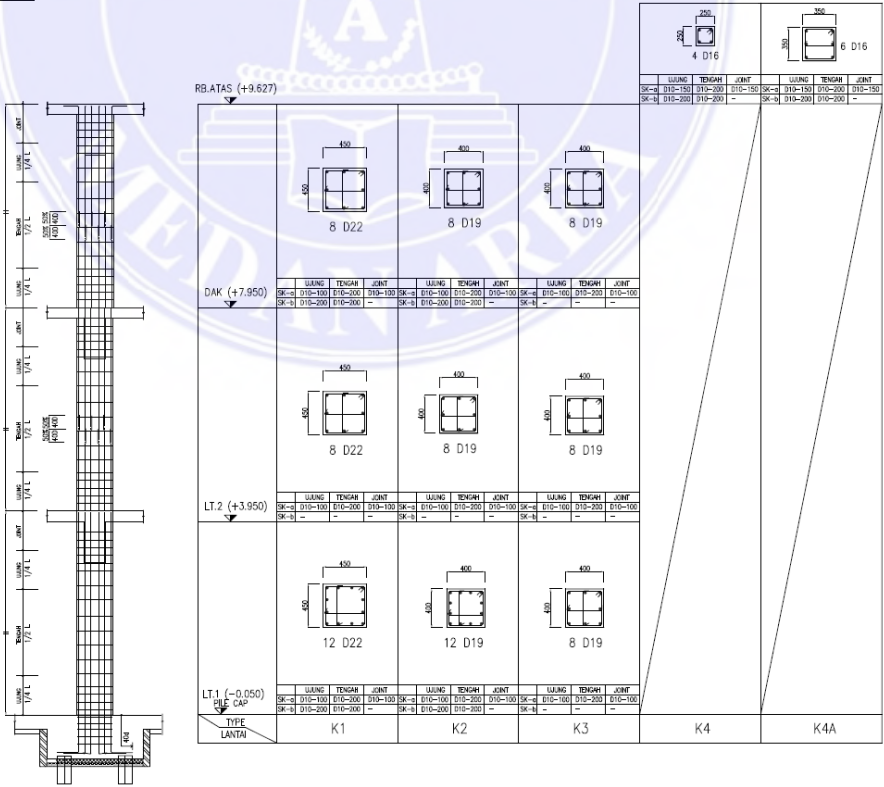
| TYPE BALOK | CG2 (200x350) | | | B1 (200x400) | | | B2 (200x350) | | |
|------------|---------------|------------|------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| LANTA | TUMP.J1 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 | TUMP.J3 | LAP. | TUMP.J2 |
| MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 | MT 250-250 |

Lampiran 12 Ukuran Balok Lt 2 dan Ring Balok



Lampiran 13 Ukuran Balok Lt dak dan Ring Balok

SHOP DRAWING



Lampiran 14 Ukuran Kolom