



**PERENCANAAN STRUKTUR KANTOR PABRIK PAKAN
UDANG**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi S1 Teknik Sipil.*

SKRIPSI

Oleh

Dicky Rizaldo Rengga Ardana

211910301060

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
S1 TEKNIK SIPIL
JEMBER
2025**

PERSEMBAHAN

Dengan limpahan rahmat Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang, terimakasih atas berkah dan karunia yang telah engkau berikan sehingga mendapatkan kelancaran dalam proses menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis menyadari bahwa dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat bermanfaat bagi penulis. Dengan menyebut nama Allah Tuhan Yang Maha Esa, penulis mempersembahkan hasil penelitian ini sebagai wujud terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Ayah Supriyono dan Ibu Endah Purwati (Almh), yang telah membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang dan kesabaran serta dukungan doa yang tiada henti.
2. Kedua saudara saya Kakak Lusiana Rabela Sari dan Adik Danda Ramadhan Prayoga Ardana serta kerabat yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu memberi motivasi dan semangat untuk meraih keberhasilan dan kesuksesan.
3. Kepada diri saya sendiri Dicky Rizaldo Rengga Ardana, yang telah mampu bertahan dan berjuang dalam menempuh pendidikan S1 Teknik Sipil hingga berhasil meraih gelar Sarjana Teknik. Perjalanan ini penuh dengan tantangan, namun saya berhasil melaluinya dengan tekad dan usaha yang tak pernah padam sebagai bentuk penghormatan dan pemenuhan harapan dari ibu dan ayah tercinta. Harapan saya semoga pencapaian ini menjadi awal dari perjalanan hidup yang lebih baik.
4. Sahabat saya Angga Fadilah Majid terimakasih atas bantuan dan dukungan selama ini dan tetap menjadi sahabat dikala susah senang menjalani hidup serta teman-teman dekat saya yaitu, Arul, Eka, Adhitya, Ikhwan, yang saling memberikan dukungan, bantuan dan motivasi selama mulainya masa perkuliahan hingga tamat.

MOTTO

“Niat, usaha dan doa tidak akan berkhianat”

(Penulis)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dicky Rizaldo Rengga Ardana

NIM : 211910301060

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Perencanaan Struktur Kantor Pabrik Pakan Udang* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Juli 2025

Yang menyatakan,



Dicky Rizaldo Rengga Ardana

NIM.211910301060

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Perencanaan Struktur Kantor Pabrik Pakan Udang* telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 10 Juli 2025

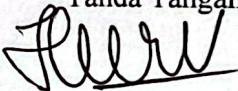
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

NIP : 196612281999031002

Tanda Tangan


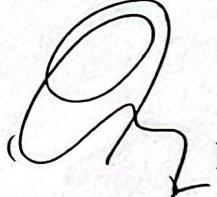
()

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Ir. Erno Widayanto, S.T.,M.T.

NIP : 197004191998031002



2. Penguji Anggota

Nama : Ir. Nanin Meyfa Utami, S.T.,M.T.

NIP : 198605112023212029



ABSTRACT

This structural planning study for a shrimp feed factory office building aims to enhance the author's knowledge in Civil Engineering, particularly in building design. The objectives include developing a comprehensive office building plan and applying SAP2000 and Building Information Modeling (BIM) Level 2 software to visualize structural elements in 2D and 3D, perform quantity take-off, and conduct clash detection. The structural system employed is the Special Moment Resisting Frame System (SMRFS), designed to withstand seismic loads through the strong column–weak beam concept, allowing significant plastic deformations without loss of structural strength. Structural analysis is conducted using the Dynamic Response Spectrum Method, enabling evaluation of the structure's response to seismic loads based on the design response spectrum. The building is planned with dimensions of 25 x 13 meters, with space requirements and user capacity determined to support the company's operations. Structural analysis involves appropriate loading to design cross-sections and reinforcement, followed by checks to ensure structural safety. The analysis results indicate that the planned structure is safe. SAP2000 software is utilized for structural modeling and analysis by inputting loads and checking preliminary cross-section designs. BIM is used for final modeling of each structural element, clash detection, and quantity take-off. No clashes were found in this planning, and the total volume of concrete material for all elements is 291.26 m³. The required reinforcement amounts are: D16 at 13,234.81 kg, D13 at 3,988.08 kg, D12 at 3,508.6 kg, D10 at 32,630.52 kg, and Ø10 at 7,928.41 kg. These results can serve as a reference for preparing the Budget Plan (RAB).

Keywords: *Structural planning, SMRFS, Dynamic Response Spectrum Method, SAP2000, BIM Level 2, clash detection, quantity take-off.*

RINGKASAN

Penelitian ini mengkaji perencanaan struktur gedung kantor berlantai tiga yang akan digunakan sebagai pusat operasional pabrik pakan udang di Kabupaten Banyuwangi. Latar belakang studi ini didasari oleh kebutuhan perusahaan akan infrastruktur kantor yang lebih terintegrasi dan efisien dalam mendukung kegiatan operasional, menggantikan bangunan lama yang kurang optimal dari sisi fungsi dan lokasi. Gedung baru ini dirancang agar mampu memenuhi syarat kekuatan, kenyamanan, dan ketahanan terhadap gempa sesuai dengan standar nasional, yakni SNI 1726:2019 (gempa), SNI 2847:2019 (beton struktural), dan SNI 1727:2020 (pembebanan). Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), yang dirancang tahan terhadap gaya lateral gempa dengan konsep *strong column-weak beam*, yang mengutamakan kolom lebih kuat daripada balok. Analisis struktur dilakukan dengan Metode *Respons Spektrum Dinamis*, yang mempertimbangkan data spektral dari lokasi pembangunan dan memungkinkan struktur dianalisis lebih akurat terhadap pengaruh gempa. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan *software* SAP2000, yang digunakan untuk menghitung beban-beban seperti beban mati, beban hidup, beban angin, serta beban gempa. Data hasil analisis digunakan untuk menentukan dimensi dan kebutuhan tulangan dari elemen-elemen struktur seperti kolom, balok, pelat, tangga, dan pondasi. Selain itu, perangkat lunak *BIM (Building Information Modeling)* Revit digunakan untuk membuat visualisasi model 3D, mengecek *clash detection*, serta menghitung volume material dalam proses *quantity take-off*. Bangunan direncanakan memiliki dimensi 25×13 meter dan tinggi 12 meter (3 lantai). Hasil perencanaan awal (*preliminary design*) menunjukkan dimensi struktur sebagai berikut: kolom utama 40×40 cm, balok induk 30×40 cm, balok anak 25×35 cm, pelat lantai 12,5 cm, pelat atap 12,5 cm, serta pondasi menggunakan *bore pile* berdiameter 20 cm dengan *pile cap* berukuran 1×1 m dan tebal 50 cm. Perhitungan validasi dilakukan antara hasil manual dengan *software* SAP2000 untuk memastikan keakuratan gaya internal seperti momen, gaya geser, dan gaya aksial

dengan toleransi di bawah 10%. Beban gempa diperhitungkan menggunakan parameter spektrum percepatan ($SDS = 0,67$ dan $SD1 = 0,47$) berdasarkan data lokasi. Struktur masuk dalam Kategori Desain Seismik D dan Risiko II, sehingga pemilihan sistem SRPMK dianggap tepat. Hasil analisis modal partisipasi menunjukkan bahwa 97% massa struktur terlibat, memenuhi syarat ($>90\%$). Simpangan antar lantai juga telah memenuhi batas izin sesuai ketentuan SNI. Berdasarkan hasil BIM Revit, tidak ditemukan clash antar elemen struktur. Volume total beton yang dibutuhkan adalah $291,26 \text{ m}^3$, dengan kebutuhan tulangan:

$$D16 = 13.234,81 \text{ kg}$$

$$D13 = 3.988,08 \text{ kg}$$

$$D12 = 3.508,60 \text{ kg}$$

$$D10 = 32.630,52 \text{ kg}$$

$$\emptyset 10 = 7.928,41 \text{ kg}$$

Jumlah ini dapat dijadikan sebagai rekomendasi awal untuk penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Perencanaan struktur ini tidak hanya memastikan keamanan dan ketahanan bangunan terhadap beban gravitasi dan lateral, tetapi juga mendukung efisiensi operasional dengan tata ruang kantor yang terorganisir dan optimal.

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi perencanaan struktur pada bangunan industri yang tidak hanya aman dan ekonomis, tetapi juga terintegrasi dengan teknologi modern melalui pendekatan BIM dan perangkat lunak analisis struktur. Dengan pendekatan komprehensif yang menggabungkan ketentuan teknis, pemodelan digital, dan validasi desain, hasil dari perencanaan ini dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pembangunan infrastruktur industri yang berkelanjutan dan efisien.

PRAKATA

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, karunia, dan hidayahnya-Nya sehingga diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perencanaan Struktur Kantor Pabrik Pakan Udang” sebagai salah satu syarat kelulusan menjadi Sarjana Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan tugas akhir ini terdapat banyak pihak yang turut memberikan kontribusi. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Ketut Aswatama Wiswamitra, S.T.,M.T. sebagai Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Ir. Krisnamurti, M. T. sebagai Dosen Pembimbing Utama.
4. Bapak Dr. Ir. Erno Widayanto, S.T.,M. T. sebagai Dosen Penguji Utama dan Ibu Ir. Nanin Meyfa Utami, S.T.,M.T. sebagai Dosen Penguji Anggota.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat serta materi yang tiada hentinya.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Jember yang turut membantu dan memberikan semangat saat proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, Penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Jember, 10 Juli 2025



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Beton Bertulang.....	5
2.3 Standart Perencanaan.....	5
2.4 Ketentuan Perencanaan Pembebanan	6
2.4.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	6

2.4.2	Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	6
2.4.3	Beban Angin (<i>Wind Load</i>).....	6
2.4.4	Beban Gempa (<i>Earthquake</i>)	7
2.4.5	Kombinasi Pembebanan	13
2.5	<i>Preliminary Design</i>	13
2.5.1	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	14
2.5.2	<i>Strong Coloum Weak Beam (SCWB)</i>	14
2.6	Permodelan Menggunakan <i>Software</i>	15
2.6.1	<i>SAP2000 (Structural Analysis Program 2000)</i>	15
2.6.2	<i>BIM (Building Information Modeling)</i>	15
2.7	Tata Ruang Kantor	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Umum.....	16
3.2	Lokasi Perencanaan.....	16
3.3	Waktu Perencanaan	16
3.4	Pengumpulan Data	17
3.5	Diagram Alir.....	18
3.6	Tahapan Penelitian	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Pengumpulan Data	23
4.2	Karakteristik Kantor Pabrik Pakan Udang	25
4.3	<i>Preliminary Design</i>	25
4.4	Perhitungan Pembebanan	26
4.4.1	Pembebanan Gravitasi	26

4.4.2	Beban Gempa.....	28
4.4.3	Kombinasi Pembebanan	29
4.5	Permodelan SAP2000.....	31
4.6	Validasi SAP2000	31
4.7	Kontrol Analisis Beban Gempa Dinamis	33
4.7.1	Jumlah Ragam	34
4.7.2	Perbandingan Geser Dasar Statis Dan Dinamis.....	34
4.7.3	Simpangan Antar Lantai	35
4.8	Penulangan struktur	36
4.8.1	Penulangan Kolom.....	37
4.8.2	Penulangan Balok Induk.....	43
4.9	<i>Strong Coloum Weak Beam (SCWB)</i>	50
4.10	Permodelan BIM Revit Sebagai <i>Quantity Take Off (QTO)</i> dan <i>Clash Detection</i> Pada Struktur Bangunan.	52
4.10.1	Perhitungan <i>Quantity Take Off (QTO)</i>	52
4.10.2	Deteksi Benturan Antar Elemen (<i>Clash Detection</i>).....	52
4.11	Output Desain Elemen Struktur.....	53
BAB V PENUTUP.....		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN.....		58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rumus Spektrum Respons Desain	9
Tabel 2. 2 Simpangan antar lantai izin.....	12
Tabel 4. 1 Data Respon Spektrum	24
Tabel 4. 2 Parameter Respon Spektra	28
Tabel 4. 3 Beban Mati Pelat Atap	31
Tabel 4. 4 Beban Mati Pelat Lantai 2 dan 3.....	32
Tabel 4. 5 Beban Hidup	32
Tabel 4. 6 Beban Mati dan Beban Hidup.....	33
Tabel 4. 7 Perbandingan Geser Dasar Statis dan Dinamis.....	34
Tabel 4. 8 Simpangan Antar Lantai	36
Tabel 4. 9 Output Desain Elemen Struktur	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Spektrum Respons Desain	9
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Perencanaan	16
Gambar 4. 1 Kurva Spektrum Respon Desain	24
Gambar 4. 2 Penampang Kolom	37
Gambar 4. 3 Gaya Dalam Kolom pada SAP2000.....	38
Gambar 4. 4 Titik Lokasi Gaya Dalam Kolom pada SAP2000	38
Gambar 4. 5 Gaya Aksial Kolom.....	39
Gambar 4. 6 Momen Kolom Sumbu x	39
Gambar 4. 7 Momen Kolom Sumbu y	39
Gambar 4. 8 Gaya Geser Kolom Sumbu x.....	39
Gambar 4. 9 Gaya Geser Kolom Sumbu y.....	39
Gambar 4. 10 PCA Column	40
Gambar 4. 11 Penampang Balok.....	43
Gambar 4. 12 Gaya Dalam Balok pada SAP2000	44
Gambar 4. 13 Titik Lokasi Gaya Dalam Balok pada SAP2000.....	44
Gambar 4. 14 Momen Rencana Positif	45
Gambar 4. 15 Momen Rencana Negatif.....	45
Gambar 4. 16 Gaya Geser Rencana	45
Gambar 4. 17 Analisis Penampang balok	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri akuakultur, khususnya sektor produksi pakan udang, memiliki peran penting dalam memenuhi permintaan global akan produk perikanan yang berkualitas. Pabrik pakan udang tidak hanya bertanggung jawab untuk memproduksi pakan yang bergizi, tetapi juga harus beroperasi dengan efisiensi tinggi untuk tetap bersaing di pasar yang semakin ketat. Namun, banyak pabrik pakan udang yang menghadapi tantangan dalam hal perencanaan dan desain struktur kantor yang tidak optimal, yang dapat berdampak negatif pada kinerja operasional karyawan.

Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah kurangnya integrasi antara desain ruang kerja dan proses operasional. Penataan ruang kantor yang efisien menunjang hasil kinerja karyawan dengan memperlancar komunikasi, mempermudah koordinasi dan membantu pengawasan (Kusumawardhany, 2022). Tata ruang kantor memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap produktivitas kerja karyawan (Pancorowati, 2013). Selain itu, Tata ruang yang tidak ergonomis akan mempengaruhi kenyamanan dan semangat kerja pegawai (Ardhya, 2014).

Pentingnya topik ini untuk diteliti karena lokasi bangunan kantor perusahaan X yang sekarang terletak di samping area produksi dan dibelakang gudang penyimpanan pakan jadi dirasa kurang optimal dalam fungsinya, Oleh karena itu, perlu dilakukan penataan ulang melalui perencanaan ulang struktur kantor yang terintegrasi secara menyeluruh dengan aktivitas operasional.

Dengan meningkatnya permintaan global terhadap produk pakan udang yang berkualitas, pabrik-pabrik perlu beradaptasi dan berinovasi untuk tetap kompetitif. Penelitian ini akan memberikan wawasan tentang perencanaan dan desain kantor, yang diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan infrastruktur yang berdampak pada pertumbuhan dan keberlanjutan industri pakan udang di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dirumuskan beberapa permasalahan berikut :

1. Bagaimana karakteristik kantor pabrik pakan udang ?
2. Bagaimana analisis struktur dalam perencanaan kantor pabrik pakan udang ?

1.3 Batasan Penelitian

1. Perencanaan struktur yang dihitung ialah elemen struktur atas, elemen struktur tangga dan elemen struktur bawah. Dengan mengacu pada peraturan dan persyaratan sesuai SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020.
2. Topik ini tidak membahas tentang manajemen konstruksi, metode pelaksanaan, analisis biaya dan pekerjaan.
3. Permodelan BIM hanya sampai dengan menampilkan nilai *quantity take off* dan *clash detection* pada elemen struktur.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperluas wawasan dan pemahaman penulis tentang bidang Teknik Sipil dalam perencanaan sebuah gedung.
2. Dapat membuat perencanaan untuk pembangunan gedung kantor.
3. Dapat mengaplikasikan perangkat lunak SAP2000 dan BIM Revit Level dua dengan memvisualisasikan 2D, 3D disertai *quantity take off* dan *clash detection* elemen struktur dalam perencanaan gedung.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan rekomendasi teknis kepada manajemen perusahaan yang dapat diimplementasikan.
2. Menjadi dasar dalam mengambil keputusan oleh manajemen perusahaan terkait perencanaan struktur kantor yang lebih baik.
3. Dapat digunakan sebagai referensi dalam membangun sebuah kantor tiga lantai.
4. Menambah literatur serta pemahaman pembaca dalam bidang perencanaan struktur bangunan.

BAB II

TINAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pemindahan lokasi bangunan merupakan strategi yang sering dilakukan dalam pengelolaan lahan untuk mengakomodasi kebutuhan baru atau perubahan fungsi ruang. Proses ini melibatkan evaluasi menyeluruh terhadap aspek teknis, ekonomis, dan lingkungan agar pemindahan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Pemindahan lokasi kantor pada area industri sering terjadi karena adanya perubahan kebutuhan perusahaan, seperti pengoptimalan lahan untuk produksi, logistik, atau fungsi pendukung lainnya. Perubahan fungsi lahan dalam lingkungan industri harus mempertimbangkan potensi manfaat maksimal yang dapat dicapai oleh fungsi baru tersebut, termasuk analisis dampak lingkungan dan operasional.

Pada penelitian ini terdapat pengembangan yang dilakukan pada pembangunan dan pemindahan bangunan kantor sebagai salah satu bentuk peningkatan layanan infrastruktur agar menjadi lebih baik yang diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan. Pada suatu perencanaan konstruksi gedung terbagi menjadi dua komponen utama, yaitu struktur bawah (pondasi dan elemen di bawah permukaan tanah) dan struktur atas (elemen di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, pelat dan tangga).

Pada bangunan bertingkat, struktur harus dirancang dengan cermat karena memiliki risiko keruntuhan tinggi. Perencanaan yang tepat harus memenuhi kriteria kekuatan (*strength*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur layanan (*durability*). Kriteria ini dipengaruhi oleh beban struktural yang bekerja, seperti beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin. Beban-beban tersebut digunakan untuk menghitung gaya yang bekerja pada struktur sebelum dilakukan analisis untuk menentukan penampang dan tulangan yang dibutuhkan. Selain itu dalam perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa, perlu diperhatikan adanya detail penulangan yang baik dan benar (Suharyanto, 2018).

2.2 Beton Bertulang

Beton adalah bahan bangunan komposit yang diperoleh dari pencampuran semen, air, dan agregat, serta dalam waktu tertentu dapat mengeras menjadi massa padat (Bacahape.com, 2022). Perencanaan struktur gedung harus memperhatikan material yang dipakai bisa baja atau beton, kualitas beton sangat bergantung pada kualitas bahan penyusunnya. Pada perencanaan ini menggunakan material utama berupa beton bertulang.

Beton bertulang memiliki karakteristik kuat terhadap tekan dan tarik sehingga efektif untuk menahan momen lentur, puntir, aksial, geser dan kombinasi gaya tertentu. Tulangan pada beton bertulang dapat menggunakan besi polos dan juga besi ulir. Dalam gambar kerja terdapat notasi untuk membedakan antara keduanya yaitu berupa tanda \emptyset digunakan untuk menandakan bahwa besi tersebut merupakan besi polos, sedangkan notasi D digunakan untuk penanda besi ulir.

Setelah dilakukan analisis untuk menentukan dimensi dan tulangan, perencanaan juga mencakup pemilihan jenis atap dan ketahanan terhadap beban lateral seperti gempa. Perencanaan struktur harus mempertimbangkan ketidakteraturan bangunan dan memilih metode analisis yang sesuai dengan karakteristik bangunan.

2.3 Standart Perencanaan

Perencanaan bangunan gedung di Indonesia harus mengacu pada standart nasional dan buku pedoman lain yang dirasa sesuai. Berikut buku pedoman yang dipakai dalam perencanaan ini antara lain :

1. SNI 2847:2019 - Persyaratan Perencanaan Beton Struktural
2. SNI 1726:2019 - Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa
3. SNI 1727:2020 - Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung

Ketiga standar ini memberikan pedoman untuk memastikan aspek keselamatan, kenyamanan, dan keberlanjutan bangunan gedung.

2.4 Ketentuan Perencanaan Pembebanan

Berdasarkan SNI 1727:2020, beban pada struktur dikategorikan menjadi beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) serta beban lateral (angin dan gempa).

2.4.1 Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati menurut SNI 1727:2020 dijelaskan bahwa beban mati merupakan berat total dari semua bahan material konstruksi seperti plat, balok, kolom, dinding, kuda-kuda dan komponen bangunan gedung yang terpasang misalnya bata ringan, penggantung plafon, plafon, keramik, kaca, kusen dan lainnya. Untuk beban mati dalam perencanaan ini dapat dilihat pada lampiran 1.

2.4.2 Beban Hidup (*Live Load*)

Berdasarkan SNI 1727:2020, merupakan beban yang muncul akibat aktifitas dari penggunaan gedung, seperti beban yang bersifat sementara seperti penghuni, barang, dan mesin. Beban ini dapat berubah pada suatu waktu tertentu yang pengaruhnya terhadap struktur terjadi secara perlahan. Beban hidup dalam perencanaan ini dapat dilihat pada lampiran 2.

2.4.3 Beban Angin (*Wind Load*)

Beban angin merupakan beban yang bekerja secara horizontal atau tegak lurus terhadap tinggi bangunan dengan adanya angin tekan positif dan angin hisap negatif yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau.

Perhitungan berdasarkan SNI 1726:2019 untuk mendapatkan nilai dari pengaruh angin pada struktur menggunakan parameter-parameter seperti berikut :

1. Kecepatan angin dasar (V), yaitu kecepatan angin maksimum yang diharapkan pada lokasi tertentu, yang menjadi dasar perhitungan beban angin.
2. Faktor arah angin (K_d), yaitu faktor yang memperhitungkan variasi arah angin yang dapat mempengaruhi beban yang diterima oleh struktur.

3. Kategori eksposur, yaitu kategori yang menggambarkan kondisi lingkungan sekitar bangunan, seperti adanya bangunan lain, vegetasi, atau topografi yang dapat mempengaruhi pola aliran angin.
4. Faktor topografi (K_{zt}), yaitu faktor yang memperhitungkan pengaruh bentuk dan kontur tanah terhadap kecepatan angin.
5. Faktor elevasi permukaan tanah (K_e), yaitu faktor yang memperhitungkan ketinggian bangunan dari permukaan tanah, yang dapat mempengaruhi kecepatan angin yang bekerja pada struktur.
6. Faktor efek hembusan angin (G), yaitu memperhitungkan pengaruh hembusan angin yang dapat terjadi akibat interaksi antara bangunan dan aliran angin.
7. Koefisien eksposur tekanan kecepatan, yaitu koefisien yang digunakan untuk menghitung tekanan angin berdasarkan kecepatan angin yang diukur.
8. Koefisien tekanan internal (G_{Cpi}), yaitu koefisien yang menggambarkan pengaruh tekanan internal pada bangunan, seperti ventilasi atau kebocoran.
9. Koefisien tekanan eksternal (C_p), yaitu koefisien yang digunakan untuk menghitung tekanan angin yang bekerja pada permukaan luar bangunan.

2.4.4 Beban Gempa (*Earthquake*)

Beban gempa adalah beban yang bekerja secara horizontal atau vertikal pada bangunan, yang disebabkan oleh gempa bumi. Menurut SNI 1726:2019, Penentuan beban gempa mengacu pada parameter percepatan spektral (SDS , $SD1$), jenis tanah, dan sistem struktur yang digunakan. Hal ini menunjukkan pentingnya perencanaan yang matang untuk mencegah keruntuhan struktur yang dapat berakibat buruk pada struktur bangunan.

Perencanaan struktur tahan gempa dengan melakukan analisis beban gempa dengan menggunakan dua pendekatan utama, yaitu prosedur gaya lateral statik ekuivalen dan analisis dinamik spektrum respons ragam. Prosedur analisis dan desain seismik berdasarkan SNI 1726:2019, yang mengatur ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.

1. Peta Zona Wilayah Gempa di Indonesia

Indonesia merupakan wilayah zona gempa aktif sehingga dimana suatu bangunan berdiri maka perencanaan bangunan perlu disesuaikan dengan lokasi zona wilayah gempa berdasarkan besarnya percepatan puncak batuan dasar (*Peak Ground Acceleration, PGA*). Gambar peta wilayah gempa di Indonesia dapat dilihat pada lampiran 3.

2. Kategori Resiko Struktur Bangunan

Kategori risiko gempa pada struktur bangunan, baik gedung maupun non-gedung sebagaimana tercantum dalam lampiran 4.

3. Faktor Keutamaan Gempa (I_e)

Faktor keutamaan gempa ditentukan dengan suatu koefisien untuk memperpanjang periode ulang terjadinya kerusakan struktur bangunan, yang nilainya bergantung dari jenis bangunan dan tingkat risiko yang dikategorikan. Dalam menentukan nilai faktor keutamaan gempa terdapat pada lampiran 5.

4. Parameter Percepatan Gempa (S_s, S_1)

Nilai percepatan batuan dasar untuk periode pendek (S_s) dan untuk periode 1 detik (S_1) diperoleh dari respons spektrum percepatan pada durasi 0,2 detik dan 1 detik yang tercantum dalam peta seismik gerakan tanah, dengan kemungkinan terlampaui sebesar 2% dalam jangka waktu 50 tahun. Nilai percepatan ini dinyatakan dalam satuan desimal terhadap percepatan gravitasi. Apabila nilai S_1 tidak lebih dari 0,04 g dan S_s tidak melebihi 0,15 g, maka struktur bangunan tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam kategori seismik A.

5. Kelas Situs atau Jenis Tanah

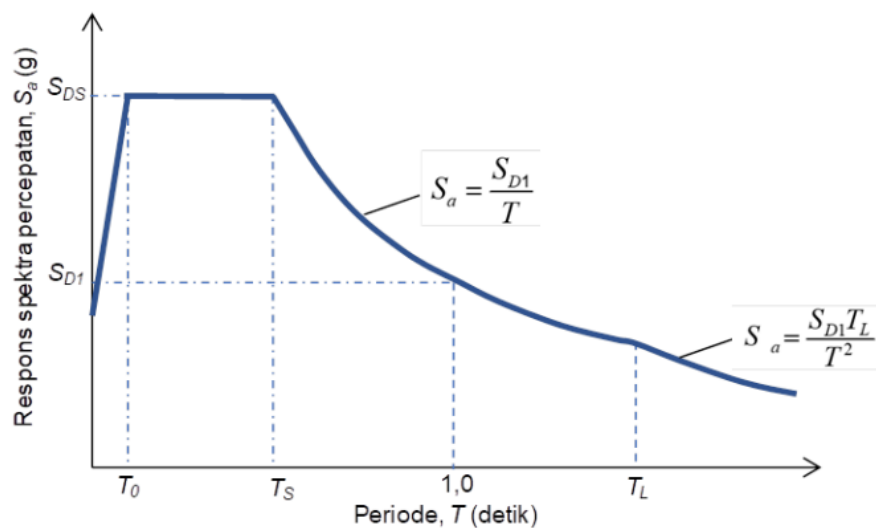
SA, SB, SC, SD, SE, dan SF ialah kelas situs tanah. Jika terdapat suatu tanah tidak dapat diidentifikasi dengan jelas maka dapat digunakan kelas situs SE. Gempa bumi menghasilkan gelombang yang bergetar dari batuan dasar ke permukaan tanah, dengan intensitas perambatan yang diperbesar tergantung

pada karakteristik lapisan tanah di atas batuan dasar. Tabel kelas situs tanah berdasarkan SNI 1726:2019 terdapat pada lampiran 6.

6. Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral percepatan gempa MC_{ER}

Untuk menghitung respons spektral percepatan gempa MC_{ER} di permukaan tanah, diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan 1 detik. Faktor amplifikasi ini berupa percepatan pada periode pendek (F_a) dan periode 1 detik (F_v), yang nilainya dapat ditemukan pada Lampiran 7 dan 8. Nilai parameter spektrum respons percepatan untuk periode pendek maupun periode 1 detik disesuaikan dengan pengaruh dari klasifikasi kondisi tanah atau kelas situs.

7. Spektrum Respon Desain



Gambar 2. 1 Grafik Spektrum Respon Desain

Sumber : SNI 1726:2019

Untuk mendapatkan nilai spektrum respon desain harus sudah mendapatkan nilai dari S_{DS} dan S_{D1} dari perhitungan sebelumnya. Berikut tabel rumus spektrum respon desain berdasarkan SNI 1726:2019 :

Tabel 2. 1 Rumus Spektrum Respon Desain

Kadaan	Rumus yang digunakan
$T \leq T_0$	$Sa = SDS \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$
$T_0 \leq T \leq T_s$	$TS = \frac{SD1}{SDS}$
$T_s \leq T_L$	$Sa = \frac{SD1}{T}$
$T > T_L$	$Sa = \frac{SD1T_L}{T^2}$

Sumber : SNI 1726:2019

Dimana :

- SDS = Parameter respons spectral percepatan desain periode pendek
 SD1 = Parameter respons spectral percepatan desain periode satu detik
 T = Periode gelar fundamental struktur
 T₀ = 0,2 dikalikan hasil bagi dari SD1 dan SDS
 T_s = Hasil pembagian nilai SD1 dan SDS
 T_L = Didapat dari peta peralihan jangka panjang yang ada pada lampiran 9.

Untuk menentukan periode fundamental struktur, dapat digunakan dari hasil analisis struktur yang sedang dikaji. Sesuai peraturan yang berlaku, periode fundamental tersebut tidak boleh melampaui batas maksimum yang telah ditentukan. Nilai koefisien untuk batas atas periode (C_u), serta parameter pendekatan seperti C_t dan eksponen x, dapat ditemukan pada Lampiran 10 dan 11.

8. Kategori Desain Seismik

Penentuan kategori desain seismik suatu struktur harus mengacu pada ketentuan yang tercantum dalam SNI 1726:2019. Kategori desain seismik ini dilambangkan dengan huruf A sampai F, di mana kategori A merepresentasikan tingkat risiko gempa paling rendah. Jika suatu struktur termasuk dalam kategori risiko I, II, atau III dan terletak di wilayah dengan parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik ($S_1 \geq 0,75$), maka struktur tersebut wajib masuk dalam kategori desain seismik E. Sedangkan untuk struktur dengan kategori risiko IV di lokasi dengan kondisi S_1 yang sama, maka harus dimasukkan dalam kategori desain seismik F. Struktur lain akan diklasifikasikan berdasarkan tingkat risikonya dan nilai parameter respons spektral percepatan desain, yaitu SDS dan SD1. Apabila struktur memenuhi syarat dua kategori desain seismik sekaligus, maka kategori yang digunakan adalah yang lebih tinggi. Panduan untuk menentukan kategori desain seismik berdasarkan nilai SDS dan SD1 dapat dilihat pada Lampiran 12.

9. Pemilihan Sistem Struktur

Sebuah bangunan gedung terdiri dari berbagai elemen struktural yang saling terintegrasi, seperti pelat, balok, kolom, dan dinding, yang bersama-sama membentuk satu kesatuan struktur. Sistem pemikul gaya lateral akibat gempa harus dirancang dengan mengacu pada kategori desain seismik serta ketinggian bangunan yang bersangkutan. Dalam penelitian ini, sistem struktur yang diterapkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Sistem ini terbagi menjadi tiga klasifikasi, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pada perencanaan ini, bangunan dirancang menggunakan SRPMK karena termasuk dalam kategori risiko II dan berada pada wilayah dengan kategori desain seismik D. Nilai koefisien seperti Faktor R, Ω_0 , dan Cd untuk sistem pemikul gaya seismik dapat dilihat pada Lampiran 13.

10. Ketidak beraturan struktur

SNI 1726:2020 pasal 7.3.2, menjelaskan bahwa struktur bangunan harus diklasifikasikan sebagai struktur beraturan atau tidak beraturan. Jika pada suatu struktur terdapat satu atau lebih bentuk ketidakteraturan, maka harus dinyatakan mengandung ketidakberaturan secara horizontal maupun vertikal. Bila struktur dirancang dalam konteks kategori desain seismik, maka wajib memenuhi ketentuan yang tercantum. Respon kinerja bangunan sangat dipengaruhi oleh gaya gempa, dan akan menunjukkan perilaku yang berbeda antara struktur beraturan dan tidak beraturan meskipun menerima beban gempa dengan intensitas yang sama. Pada SNI 1726:2019, dijelaskan terdapat dua jenis ketidakberaturan struktur, yaitu horizontal dan vertikal, yang dapat ditinjau melalui Lampiran 14.

11. Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai tidak diizinkan melebihi simpangan antar lantai izin seperti yang terdapat pada tabel dibawah :

Tabel 2. 2 Simpangan antar lantai izin

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 lantai.	$0,025h_{sx}^c$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}^c$
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	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Sumber : SNI 1726:2019

2.4.5 Kombinasi Pembebanan

Sebuah struktur direncanakan untuk dapat menerima beban rencana pada bangunan tersebut sehingga memberikan keamanan dari hal yang tidak diinginkan seperti kegagalan struktur. Kombinasi pembebanan perlu dilakukan untuk merencanakan sebuah struktur bangunan dengan nilai hasil perhitungan yang diperoleh dari setiap beban tersebut dikalikan dengan faktor beban yang berfungsi untuk memenuhi syarat kekuatan dengan kombinasi pembebanan. Pada SNI 2847:2019 kombinasi pembebanan terfaktor sebagai berikut :

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (1,0 L \text{ atau } 0,5 W)$
4. $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
5. $1,2D + 1,0E + 1,0L$
6. $0,9D + 1,0W$
7. $0,9D + 1,0E$

Keterangan :

D = Beban Mati

E = Beban Gempa

L = Beban Hidup

Lr = Beban Hidup atap

R = Beban Hujan

W = Beban Angin

2.5 Preliminary Design

Preliminary Design merupakan tahapan setelah data-data lapangan diperoleh, dalam *preliminary design* dilakukan perhitungan untuk menentukan dimensi dari setiap elemen struktur bangunan. Perhitungan ini meliputi elemen struktur kolom, balok, pelat, tangga, pondasi yang dalam perhitungannya menggunakan cara perhitungan yang sudah ada pada lampiran 15.

2.5.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah salah satu sistem struktur tahan gempa yang dirancang untuk menahan gaya lateral melalui kemampuan deformasi plastis yang besar dan perilaku daktil. SRPMK biasanya digunakan pada bangunan dengan tingkat risiko gempa tinggi karena mampu memberikan perlindungan yang optimal terhadap keruntuhan total selama kejadian gempa. Sistem ini mengandalkan pembentukan sendi plastis yang terkontrol, umumnya pada ujung balok, untuk mendisipasikan energi gempa. Menurut SNI 2847:2019, struktur SRPMK harus memenuhi persyaratan detail elemen struktural seperti panjang penyaluran tulangan, rasio tulangan, dan ketentuan pengekangan pada zona plastis. Kinerja daktil SRPMK juga didukung oleh konfigurasi sistem struktur dan perencanaan sambungan yang baik, sehingga saat terjadi gempa, struktur dapat berperilaku inelastis tanpa mengalami keruntuhan mendadak.

2.5.2 *Strong Coloum Weak Beam (SCWB)*

Strong Column Weak Beam (SCWB) adalah prinsip penting dalam desain struktur tahan gempa, di mana kekuatan lentur total kolom pada suatu sambungan harus lebih besar dari pada jumlah kekuatan lentur balok yang terhubung pada sambungan tersebut. Tujuan utama dari prinsip ini adalah untuk memastikan bahwa plastisasi dan deformasi inelastis terjadi di balok, bukan di kolom, agar sistem struktur tetap memiliki jalur beban vertikal yang stabil dan mencegah keruntuhan progresif. Dalam konteks perencanaan SRPMK, prinsip SCWB menjadi salah satu syarat penting. Struktur SRPMK yang dirancang untuk berperilaku daktil sangat bergantung pada pengendalian lokasi sendi plastis. Jika kolom lebih lemah dari balok, maka sendi plastis dapat terbentuk di kolom, yang berpotensi menyebabkan ketidakstabilan vertikal dan keruntuhan lantai secara berurutan (*soft story*). Oleh karena itu, SNI 2847:2019 mengharuskan momen nominal kolom di atas dan di bawah sambungan lebih besar minimal 1,2 kali dari jumlah momen nominal balok yang berpotongan.

2.6 Permodelan Menggunakan Software

2.6.1 SAP2000 (*Structural Analysis Program 2000*)

Perencanaan ini menggunakan *software* SAP2000 (*Structural Analysis Program 2000*). *Software* ini banyak digunakan dibidang Teknik Sipil dalam menganalisa berbagai jenis struktur, seperti gedung, jembatan atau struktur lainnya. Penggunaan *software* ini mampu melakukan analisis statis dan dinamis struktur sederhana hingga kompleks serta memberikan solusi dalam mendesain elemen struktur. SAP2000 juga dapat digunakan untuk memverifikasi kekuatan dan kestabilan struktur melalui perhitungan yang mendetail sehingga mempermudah dalam merencanakan sebuah struktur yang aman dan efisien.

2.6.2 BIM (*Building Information Modeling*)

Pada permodelan perencanaan ini menggunakan *software* BIM (*Building Information Modeling*) level dua yaitu menggunakan *Autodesk Revit*. Dengan permodelan BIM ini memberikan kemudahan dalam membuat model gambar 2D dan 3D serta perhitungan volume untuk elemen struktur yang nanti akan dihitung otomatis berdasarkan model 3D yang telah dibuat. Hal ini akan membuat perhitungan yang lebih akurat dan cepat dibandingkan metode manual.

2.7 Tata Ruang Kantor

Penggunaan tata ruang kantor yang baik meningkatkan efektivitas dan efisiensi kerja pegawai dengan memudahkan koordinasi dan meningkatkan kenyamanan (Dewi, 2020). Tata ruang kantor mempunyai dampak yang cukup signifikan terhadap efisiensi tempat kerja dan optimalisasi alur kerja karyawan (Suratman, 2024).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Pengerjaan Tugas Akhir ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dikarenakan hasil yang didapatkan berupa angka atau bilangan dari proses perencanaan struktur gedung dengan menggunakan olah data Microsoft exel dan perangkat lunak SAP2000 dan BIM Revit, serta prosesnya dilakukan dengan sistematis dan terstruktur untuk memastikan hasil akhir yang sesuai dengan apa yang direncanakan.

3.2 Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan berada di sebuah perusahaan pakan udang yang ada di Kabupaten Banyuwangi, dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Perencanaan

3.3 Waktu Perencanaan

Waktu perencanaan Tugas Akhir ini dilakukan mulai tanggal 20 Februari 2025 sampai 20 Juni 2025.

3.4 Pengumpulan Data

Berikut data-data yang diperlukan dalam perencanaan kantor baru yaitu sebagai berikut :

A. Studi Literatur dengan menggunakan bahan acuan sebagai berikut :

1. SNI 2847:2019 – Persyaratan Beton Struktural
2. SNI 1726:2019 – Ketahanan Gempa Bangunan
3. SNI 1727:2020 – Beban Desain Minimum
4. Referensi jurnal dan buku analisis struktur beton bertingkat

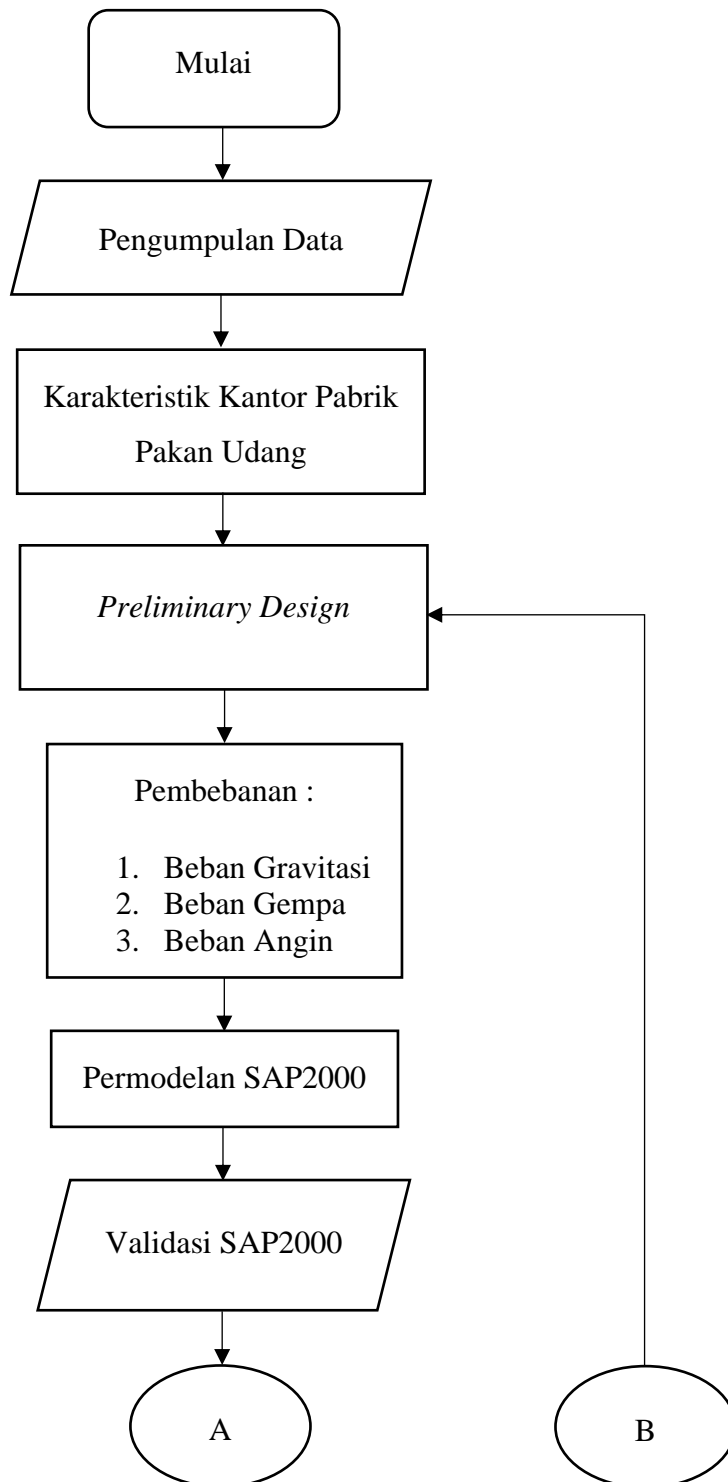
B. Penentuan Kriteria Design

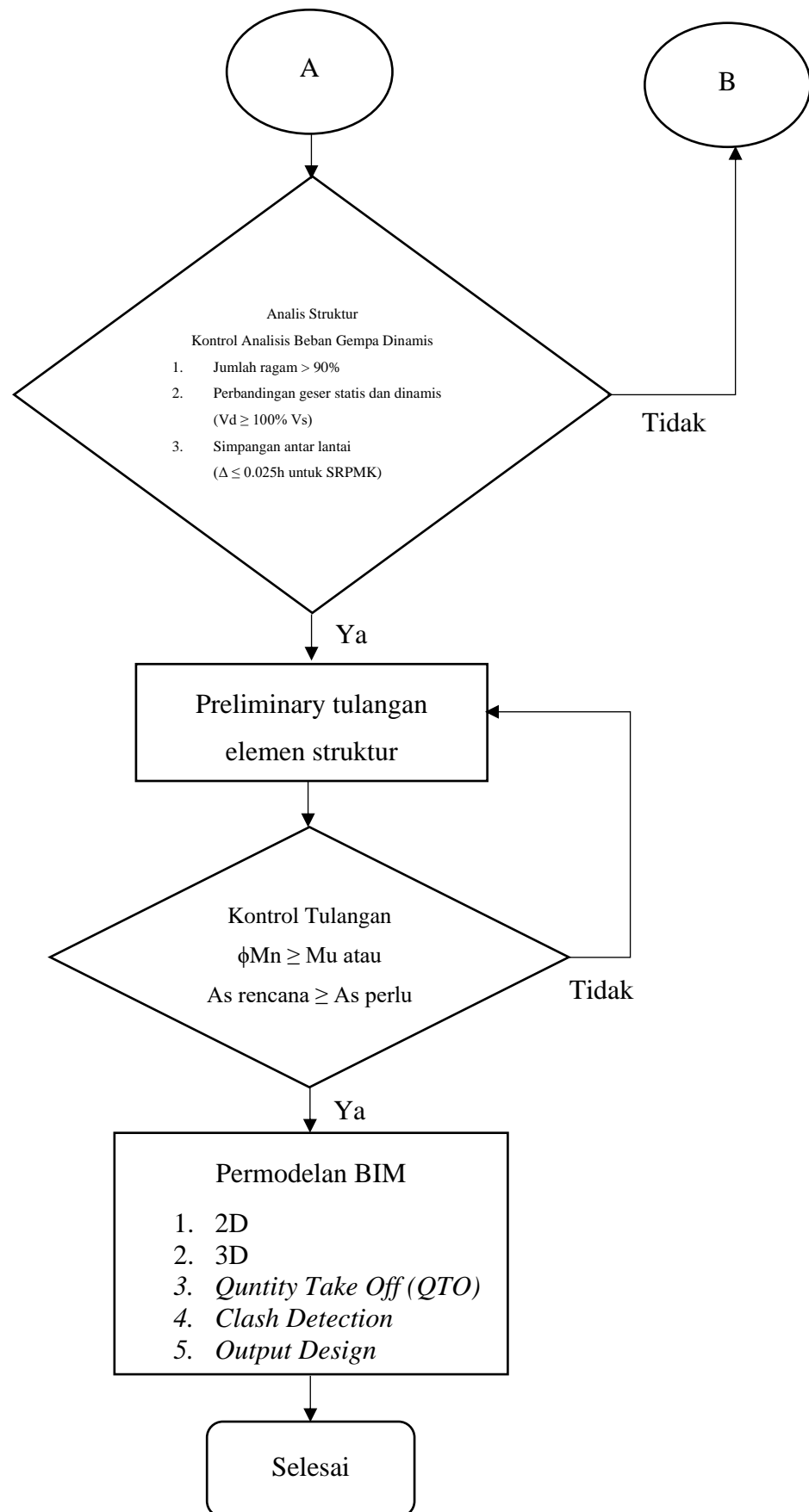
1. Gedung ini rencana akan dirancang dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dengan wilayah gempa zona 4.

2. Data yang diketahui :

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| a) Lokasi perencanaan | : Kabupaten Banyuwangi |
| b) Letak bangunan | : Dekat dari Pantai |
| c) Struktur bangunan | : Beton Bertulang |
| d) Kategori Desain Seismik | : Kategori D |
| e) Fungsi bangunan | : Kantor |
| f) Panjang bangunan | : 25 meter |
| g) Lebar bangunan | : 13 meter |
| h) Luas bangunan per lantai | : 325 m ² |
| i) Tinggi tiap lantai | : 4 meter |
| j) Tinggi bangunan | : 12 meter |
| k) Jumlah lantai | : 3 lantai |
| l) Mutu beton, f_c' | : 30 Mpa |
| m) Mutu baja deform, f_y | : 400 Mpa |
| n) Mutu baja polos, f_y | : 320 Mpa |
| o) Faktor, R | : 8 (SRPMK) |
| p) Kelas situs | : Tanah Sedang |
| q) Struktur pondasi | : Pondasi Bore Pile |

3.5 Diagram Alir





3.6 Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data lapangan berupa data tanah dan titik lokasi perencanaan.

2. Karakteristik Kantor Pabrik Pakan Udang

Sebuah bangunan pasti memiliki fungsi khusus dalam penggunaannya sehingga dalam merencanakan harus dipastikan bangunan tersebut dapat dipergunakan sesuai fungsinya dengan menentukan kebutuhan ruang apa saja yang akan diperlukan.

3. Preliminary Design

Pada awal perencanaan diperlukan penentuan dimensi elemen struktur, bahan material, mutu. Proses ini memerlukan pedoman dalam perencanaan, perhitungan, serta analisis struktur secara menyeluruh.

4. Pembebanan

Pembebanan dalam perencanaan ini didasarkan pada ketentuan yang tercantum dalam beberapa peraturan, yaitu Persyaratan Perencanaan Beton Struktural (SNI 2847:2019), Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726:2019), serta Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020). Berikut merupakan pembebanan yang digunakan dalam perencanaan ini :

1) Beban Gravitasi

a. Beban Mati dan Beban Hidup

Beban mati merupakan beban dari bahan material konstruksi pada bangunan itu sendiri, sedangkan Beban hidup merupakan beban dari pemakaian gedung atau barang-barang yang sifatnya dapat berpindah.

b. Beban Gempa

Beban gempa merupakan gaya yang bekerja pada struktur, baik dalam arah horizontal maupun vertikal, yang timbul akibat getaran tanah karena aktivitas seismik

2) Beban Angin

Beban angin adalah beban yang bekerja secara horizontal terhadap tinggi bangunan, untuk mendapatkan nilai dari pengaruh angin pada struktur.

3) Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan merupakan penggabungan beberapa jenis beban seperti beban mati, beban hidup, dan beban gempa yang bekerja secara bersamaan untuk mewakili kondisi paling kritis yang mungkin terjadi pada struktur. Tujuannya adalah memastikan struktur aman dan andal terhadap berbagai kemungkinan beban selama masa layan, dengan acuan peraturan seperti SNI 1727:2020 dan SNI 2847:2019.

5. Permodelan SAP2000

Program bantu komputer digunakan dalam perhitungan perencanaan struktur yaitu dengan menggunakan permodelan SAP untuk memperoleh gaya aksial (Pu), gaya geser (Vu), dan momen (Mu) yang terjadi pada struktur bangunan.

6. Validasi SAP2000

Validasi dilakukan sebagai pembuktian terhadap gaya yang terjadi seperti gaya aksial (Pu), gaya geser (Vu), dan momen (Mu) bahwa yang didapatkan dari perhitungan SAP sudah benar.

7. Kontrol Analisis Struktur

Kontrol analisis beban gempa dinamis dan penampang terhadap kapasitas dimensi elemen struktur dilakukan untuk memastikan sudah benar atau jika masih belum perlu dilakukan perhitungan ulang *preliminary design*.

8. Penulangan Elemen Struktur

Penulangan elemen struktur adalah proses menentukan jumlah, diameter, dan penempatan tulangan baja pada elemen-elemen beton seperti balok,

kolom, dan pelat, berdasarkan hasil analisis gaya dalam. Tujuannya adalah agar elemen-elemen tersebut mampu menahan beban lentur, geser, dan aksial sesuai dengan ketentuan perencanaan pada SNI 2847:2019, sehingga struktur aman, kuat, dan sesuai standar.

9. Permodelan BIM

Penggambaran detail 2D dan 3D serta *quantity take off* elemen struktur dan pengecekan *clash detection* dapat dilakukan jika analisis struktur sudah benar dan langkah ini merupakan tahap terakhir dalam perencanaan.

10. Output Desain Elemen Struktur

Output desain elemen struktur merupakan hasil akhir dari proses perencanaan yang berisi dimensi elemen dan kebutuhan tulangan setiap komponen struktur seperti balok, kolom, pelat, dan fondasi. Data ini digunakan sebagai acuan untuk pembuatan gambar kerja (*shop drawing*) dan pelaksanaan konstruksi di lapangan agar struktur dibangun sesuai perhitungan teknis dan standar yang berlaku.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

A. Data Perencanaan

Data yang diketahui :

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| a) Lokasi bangunan | : Kabupaten Banyuwangi |
| b) Letak bangunan | : Dekat dari Pantai |
| c) Struktur bangunan | : Beton Bertulang |
| d) Kategori Desain Seismik | : Kategori D |
| e) Fungsi bangunan | : Kantor |
| f) Panjang bangunan | : 25 meter |
| g) Lebar bangunan | : 13 meter |
| h) Luas bangunan per lantai | : 325 m ² |
| i) Tinggi tiap lantai | : 4 meter |
| j) Tinggi bangunan | : 12 meter |
| k) Jumlah lantai | : 3 lantai |
| l) Mutu beton, f_c' | : 30 Mpa |
| m) Mutu baja deform, f_y | : 400 Mpa |
| n) Mutu baja polos, f_y | : 320 Mpa |
| o) Faktor, R | : 8 (SRPMK) |
| p) Kelas situs | : Tanah Sedang |
| q) Struktur pondasi | : Pondasi Bore Pile |

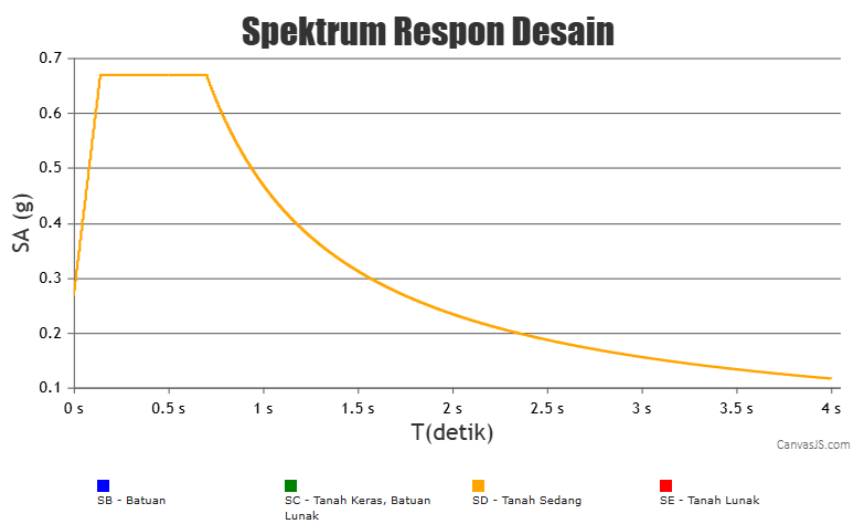
Selanjutnya mencari data respon spektrum pada lokasi pembangunan melalui situs web desain spektra Indonesia milik Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Data Respon Spektrum

Variabel	Data
Jenis Tanah	Tanah Sedang (SD)
PGA MCEG (g)	0,3943
Ss MCEr (g)	0,8734
S1 MCEr (g)	0,3659
Fa	1,15064
Fv	1,9341
Sms (g)	0,96074
Sm1 (g)	0,69521
Sds (g)	0,67
Sd1 (g)	0,47
Ts (s)	0,7
To (s)	0,14
TL (s)	20

Sumber: rsa.ciptakarya.pu.go.id

Berikut merupakan bentuk dari kurva spektrum respon desain, dengan nilai percepatan respon spektra (SA) dalam periode (T) yang akan digunakan dalam melakukan permodelan pada SAP 2000.



Gambar 4. 1 Kurva Spektrum Respon Desain

4.2 Karakteristik Kantor Pabrik Pakan Udang

Perencanaan ini merupakan pembangunan sebuah kantor pabrik pakan udang sehingga dalam merencanakannya harus sesuai fungsi operasionalnya. Pada tahap awal yaitu dengan menentukan keperluan jenis ruangan dan fungsinya seperti yang terlampir pada lampiran 16. Selanjutnya dalam menentukan kapasitas pengguna berdasarkan dimensi ruangan yang direncanakan harus berdasarkan perhitungan dan penyesuaian kebutuhan dari kegiatan operasional yang ada. Perhitungan untuk menentukan kapasitas pengguna ruang mengacu pada SNI 03-6572-2001 Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung dan hasil kapasitas pengguna setiap ruang pada tiap lantainya dapat dilihat pada lampiran 17.

4.3 *Preliminary Design*

Preliminary Design merupakan tahap awal dalam proses perencanaan struktur yang bertujuan untuk menentukan dimensi awal dari setiap elemen struktur bangunan. Dimensi yang diperoleh dari tahap ini selanjutnya digunakan sebagai dasar pemodelan struktur pada perangkat lunak analisis SAP2000. Setelah pemodelan selesai, dilakukan pembebanan sesuai kombinasi beban yang relevan, untuk kemudian dianalisis apakah elemen-elemen struktur yang telah direncanakan mampu menahan beban tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Berikut disajikan hasil perencanaan awal dimensi dari setiap elemen struktur bangunan:

1. Kolom Utama 40×40 cm
2. Balok
 - a. Balok Induk 30×40 cm
 - b. Balok Anak 25×35 cm
 - c. Balok Atap 30×35 cm
 - d. Balok Bordes 25×35 cm
3. Pelat
 - a. Pelat Lantai tebal 12,5 cm
 - b. Pelat Atap 12,5 cm

4. Tangga
 - a. Optrade 16,66 cm
 - b. Antrade 27 cm
 - c. Jumlah anak tangga 24 buah
5. Pondasi
 - A. Pile Cap
 - a. Lebar (x) 100 cm
 - b. Lebar (y) 100 cm
 - c. Tebal 50 cm
 - d. Kedalaman 150 cm
 - B. Tiang Pile
 - a. Diameter 20 cm
 - b. Jumlah tiang 4 buah
 - c. Kedalaman 500 cm

Proses perhitungan *preliminary design* dapat dilihat pada lampiran 18.

4.4 Perhitungan Pembebanan

Pembebanan terdiri dari beban gravitasi dan beban gempa yang kemudian dilakukan kombinasi pembebanan yang akan dimodelkan pada perangkat lunak SAP2000 yang kemudian dilakukan analisis struktur.

4.4.1 Pembebanan Gravitasi

Pembebanan gravitasi dalam perencanaan bangunan ini mengacu pada SNI 1727:2020 tentang Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Jenis beban gravitasi yang diterapkan mencakup beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, serta beban hidup pada atap.

A. Beban Mati (*dead load*)

Beban mati adalah berat dari komponen struktur yang terdiri dari balok, kolom, dan pelat. Perangkat lunak SAP2000 berperan dalam melakukan perhitungan beban mati ini secara otomatis dengan melakukan input material

beton $f_c' 30$ dengan berat jenis 24 KN/m^3 dan tulangan $f_y 400$ dengan berat jenis $78,5 \text{ KN/m}^3$.

B. Beban Mati Tambahan (*super dead load*)

Beban mati tambahan adalah berat komponen nonstruktur yaitu seperti mekanikal elektrikal dan plumbing serta arsitektur yang ada pada bangunan.

Berikut yang merupakan beban mati tambahan setiap lantainya :

1. Pelat lantai 2 dan 3 :

- Berat spesi tebal 3 mm $= 0,03 \times 21 \text{ Kg/m}^2$
 $= 0,63 \text{ Kg/m}^2$
- Berat Keramik $= 24 \text{ Kg/m}^2$
- Berat plafond dan rangka $= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2$
 $= 18 \text{ Kg/m}^2$
- Berat instalasi AC dan listrik $= 40 \text{ Kg/m}^2$
- Berat Plumbing $= 20 \text{ Kg/m}^2$
- Berat total $= 102,63 \text{ Kg/m}^2$
 $= 1,007 \text{ KN/m}^2$

2. Pelat atap :

- Berat plafond dan rangka $= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2$
 $= 18 \text{ Kg/m}^2$
- Berat instalasi AC dan listrik $= 40 \text{ Kg/m}^2$
- Berat total $= 58 \text{ Kg/m}^2$
 $= 0,569 \text{ KN/m}^2$

3. Pada balok :

$$\begin{aligned} \text{Dinding pas } \frac{1}{2} \text{ bata} &= 250 \text{ Kg/m}^2 \times (4 - 0,4) \\ &= 900 \text{ Kg/m}^2 = 9 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

C. Beban Hidup (*live load*)

Beban hidup merupakan beban yang timbul dari aktivitas penggunaan bangunan oleh penghuni, seperti keberadaan orang maupun barang yang sifatnya dapat berpindah-pindah, sehingga memengaruhi distribusi beban pada lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727:2020, berikut beban hidup yang diterapkan pada gedung perkantoran.

1. Pada pelat lantai gedung = $250 \text{ Kg/m}^2 = 2,5 \text{ KN/m}^2$
2. Pada pelat atap gedung = $100 \text{ Kg/m}^2 = 1 \text{ KN/m}^2$

4.4.2 Beban Gempa

Pembebanan dalam perencanaan gedung ini dilakukan dengan menggunakan metode analisis respons spektrum, yang perhitungannya dilakukan secara manual dan disesuaikan dengan lokasi pembangunan gedung. Mengacu pada SNI 1726:2019 serta data Desain Spektra Indonesia yang diperoleh dari situs resmi rsa.ciptakarya.pu.go.id, diperoleh parameter pembebanan gempa untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang berlokasi di Kabupaten Banyuwangi, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 2 Parameter Respon Spektra

Parameter Respons Spektra	
Kategori risiko	II
Faktor keutamaan gempa (I_e)	1
Klasifikasi situs	SD (Tanah Sedang)
Rentang (T_s)	4
Percepatan puncak tanah ($PGA \text{ MCEG}$)	0,3943
Percepatan gempa MCEr terpetakan untuk periode pendek (SS)	0,8734
Percepatan gempa MCEr terpetakan untuk periode 1 detik (SI)	0,3659
Periode transisi dari percepatan ke perpindahan (TL)	20
Periode getar fundamental struktur (TO)	0,14
Periode getar fundamental struktur (T_s)	0,7

Parameter Respons Spektra	
Percepatan desain periode pendek (<i>SDS</i>)	0,67
Percepatan desain periode 1 detik (<i>SDI</i>)	0,47
Kategori Desain Seismik (KDS) $SDS \geq 0,50$	D
Faktor amplifikasi periode pendek (<i>Fa</i>)	1,15064
Faktor amplifikasi periode 1 detik (<i>Fv</i>)	1,9341
Percepatan pada periode pendek (<i>Sms</i>)	1,005
Percepatan pada periode 1 detik (<i>SmI</i>)	0,708
Koefisien situs (<i>F_{PGA}</i>)	1,2057
Nilai koefisien vertical (<i>Cv</i>)	1,2367
Koefisien modifikasi respons (<i>R</i>)	8
Faktor pembesaran defleksi (<i>Cd</i>)	3
Faktor <i>overstrength</i> (Ω_0)	5,5
Koefisien <i>Cu</i>	1,4

4.4.3 Kombinasi Pembebanan

Dalam metode desain batas (*ultimate*), kombinasi pembebanan yang digunakan untuk merancang struktur, termasuk elemen fondasi, harus menghasilkan kekuatan rencana yang setara atau lebih besar dari efek gabungan beban terfaktor

Kombinasi pembebanan yang diterapkan dalam perencanaan ini merujuk pada SNI 2847:2019 pasal 5.3.1 sebagai berikut :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2D + 1,6(Lr atau R) + (1,0 L atau 0,5 W)
4. 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(Lr atau R)
5. 1,2D + 1,0E + 1,0L
6. 0,9D + 1,0W
7. 0,9D + 1,0E

Untuk kombinasi pembebanan nomor 5 dan 7 yang melibatkan beban gempa diatur berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 4.2.2.3. Oleh karena itu, nilai faktor dan susunan kombinasi beban yang mencakup beban mati nominal, beban hidup nominal, serta beban gempa nominal ditetapkan sebagai berikut:

1. $(1,2+0,2SDS) D + 1L \pm 0,3 RSX \pm 1 RSY$
2. $(1,2+0,2SDS) D + 1L \pm 1 RSX \pm 0,3 RSY$
3. $(0,9-0,2SDS) \pm 0,3 RSX \pm 1 RSY$
4. $(0,9-0,2SDS) \pm 1 RSX \pm 0,3 RSY$

Diketahui nilai $S_{Ds} = 0,67$ sehingga hasil yang didapat sebagai berikut :

- $(1,2 + 0,2S_{Ds})D + E_{mh} + L$
 $(1,2 + 0,2 \times 0,67)D + E_{mh} + L$
 $1,34 D + E_{mh} + L$
- $(0,9 - 0,2S_{Ds})D + E_{mh}$
 $(0,9 - 0,2 \times 0,67)D + E_{mh}$
 $0,77D + E_{mh}$

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

Lr = Beban hidup atap

R = Beban hujan

W = Beban angin

RSX = Beban gempa arah x

RSY = Beban gempa arah y

SDS = Parameter percepatan spectrum respons desain pada periode pendek

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam SAP 2000 untuk perencanaan ini dapat dilihat pada lampiran 19.

4.5 Permodelan SAP2000

Perangkat lunak SAP2000 digunakan dalam perhitungan perencanaan struktur dengan menghasilkan nilai gaya aksial, gaya geser dan momen yang terjadi pada struktur yang telah dimodelkan. Dengan cara menginputkan hasil dari perhitungan pembebanan dan nilai parameter-parameter data respon spektra yang telah diperoleh. Untuk gaya dalam yang digunakan dalam perhitungan penulangan merupakan nilai gaya dalam terbesar dari setiap *frame* kolom dan balok.

4.6 Validasi SAP2000

Hasil dari permodelan dan input beban pada SAP2000 harus dilakukan validasi terhadap perhitungan manual, dengan ketentuan toleransi perhitungan manual dengan *software* harus memenuhi di bawah 10%. Berikut perhitungan validasi yang dilakukan :

Tabel 4. 3 Beban Mati Pelat Atap

Komponen	Dimensi			Beban	Nilai	Satuan
	P	L	T			
Pelat Atap	5,5	5	0,125	2400	8250	Kg
Spesi	5,5	5	0,03	21	17,325	Kg
Balok Atap (X)	5	0,30	0,35	2400	1260	Kg
Balok Atap (Y)	5,5	0,30	0,35	2400	1386	Kg
Balok Anak (Y)	5,5	0,25	0,35	2400	1155	Kg
Plafon + Penggantung	5,5	5	1	18	495	Kg
Instalasi Listrik dan AC	5,5	5	1	40	1100	Kg
Total					13663,325	Kg
					133,9914	kN

Tabel 4. 4 Beban Mati Pelat Lantai 2 dan 3

Beban Mati Pelat Lantai 2 dan 3							
Komponen	Dimensi			Beban	Jumlah lantai	Nilai	Satuan
	P	L	T				
Pelat Lantai	5,5	5	0,125	2400	2	8250	Kg
Spesi	5,5	5	0,03	21	2	17,325	Kg
Keramik	5,5	5	1	24	2	1320	Kg
Balok Induk (X)	5	0,3	0,4	2400	2	2880	Kg
Balok Induk(Y)	5,5	0,3	0,4	2400	2	3168	Kg
Balok Anak (Y)	5,5	0,25	0,35	2400	2	2310	Kg
Kolom	0,4	0,4	4	2400	2	3072	Kg
Plafon + Penggantung	5,5	5	1	18	2	990	Kg
Instalasi Listrik dan AC	5,5	5	1	40	2	2200	Kg
Sanitasi	5,5	5	1	20	2	1100	Kg
Plumbing	5,5	5	1	20	2	1100	Kg
Dinding	5		4	250	2	10000	Kg
Total						44674,65	Kg
						438,1087	kN

Tabel 4. 5 Beban Hidup

Beban Hidup						
Beban Hidup	Dimensi			Jumlah Lantai	Nilai	Satuan
	P	L	Beban Guna			
Lantai	5,5	5	250	2	13750	Kg
Atap	5,5	5	100	1	2750	Kg
Total					16500	Kg
					161,8097	kN

Tabel 4. 6 Beban Mati dan Beban Hidup

Beban Mati dan Beban Hidup	
Beban Mati	572,1001 kN
Beban Hidup	161,8097 kN

Perhitungan validasi dapat dilakukan setelah diketahui nilai beban mati dan beban hidup dari perhitungan manual, yang kemudian dilakukan perbandingan dengan beban dari SAP 2000 dengan rumus :

$$\frac{P_{SAP} - P_{hitung}}{P_{SAP}} \times 100\%$$

$$P_{hitung} = 1,2D \times 1,6L$$

$$= (1,2 \times 572,1001) + (1,6 \times 161,8097)$$

$$= 945,4156 \text{ kN}$$

$$P_{SAP} = 976,7292 \text{ kN}$$

$$Validasi = \frac{976,7292 - 945,4156}{976,7292} \times 100\%$$

$$= 3,2059\% < 10\% = OK$$

4.7 Kontrol Analisis Beban Gempa Dinamis

Dalam perencanaan ini, analisis dilakukan menggunakan metode dinamis respons spektrum sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 1726:2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Adapun berikut kriteria sebagai acuan untuk evaluasi beban gempa dinamis :

1. Jumlah Ragam
2. Perbandingan Geser Dasar Statis Dan Dinamis
3. Simpangan Antar Lantai

Metode ini diterapkan untuk memperoleh respons struktur yang lebih akurat terhadap gempa yang mempengaruhi sebuah struktur bangunan gedung.

4.7.1 Jumlah Ragam

Pada analisis harus memenuhi minimal 90% partisipasi massa bangunan dalam arah X dan arah Y. Untuk mendapatkan hasil jumlah ragam dilakukan dengan menggunakan program SAP 2000 secara otomatis akan memperlihatkan hasil analisis tabel modal participating mass ratio setelah hasil running. Untuk hasil nilai jumlah ragam menunjukkan nilai 97% pada arah X dan arah Y dapat dilihat pada lampiran 20.

$$97\% > 90\% = OK$$

Sehingga syarat partisipasi massa sudah terpenuhi dengan nilai partisipasi massa melebihi 90%.

4.7.2 Perbandingan Geser Dasar Statis Dan Dinamis

Pada tahapam ini dilakukan perbandingan gaya geser dasar hasil analisis statis ekuivalen (V_s) dengan gaya geser dasar hasil analisis dinamis (V_d). Tujuan dari perbandingan dilakukan untuk memastikan analisis dinamik geser dasar lebih dari 100% gaya geser statik ekuivalen, sesuai ketentuan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1 tentang penskalaan gaya.

Adapun hasil perbandingan geser dasar dari kedua arah didapatkan menggunakan program bantu SAP 2000 dengan menampilkan hasil tabel *base reaction* dari beban gempa statis dan dinamis arah x dan y sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Perbandingan Geser Dasar Statis dan Dinamis

Arah	Geser Dasar Statis (V_s) (kN)	Geser Dasar Dinamis (V_d) (kN)	Faktor Skala (V_s/V_d)	Kontrol ($V_d \geq 100\% V_s$)
X	157,86	346,55	0,4555	OK
Y	157,86	358,69	0,4401	OK

Dari tabel di atas disimpulkan bahwa :

- a. Pada arah X, nilai geser dasar hasil analisis dinamis sebesar 346,55 kN lebih besar dari nilai geser dasar hasil analisis statik sebesar 157,86 kN, dengan faktor skala sebesar 0,4555.
- b. Pada arah Y, nilai geser dasar hasil analisis dinamis sebesar 358,69 kN juga lebih besar dari nilai geser dasar hasil analisis statik sebesar 157,86 kN, dengan faktor skala sebesar 0,4401.

Karena nilai gaya geser dasar dinamis (V_d) pada kedua arah sudah memenuhi syarat (lebih besar dari V_s), maka analisis dinamis dianggap valid dan tidak diperlukan penskalaan tambahan terhadap gaya dinamis tersebut. Dengan demikian, kontrol perbandingan antara analisis statik dan dinamis dinyatakan OK pada kedua arah.

4.7.3 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai merupakan selisih pergeseran horizontal antara dua lantai yang berurutan dalam arah X maupun Y, yang disebabkan oleh beban lateral seperti angin atau gempa. Dalam perencanaan struktur bangunan, nilai simpangan ini harus berada dalam batas yang diperbolehkan sesuai standar yang berlaku guna memastikan kestabilan dan keamanan struktur.

Berdasarkan data, struktur yang direncanakan masuk dalam kategori resiko II, sehingga pada SNI 1726:2019 tabel 20 telah di tentukan berdasarkan kategori resiko dan strukturnya maka yang sesuai dengan perencanaan untuk nilai simpangan ijin sebagai berikut :

$$(\Delta a) = 0,025 \text{ hx}$$

$$\Delta x = \frac{(\delta_2 - \delta_1) \times Cd}{I} < \Delta a$$

Keterangan :

Δx = Simpangan antar lantai

Δ = Defleksi

I = faktor keutamaan gempa

H_x = Tinggi lantai

C_d = Faktor pembesaran defleksi

Berikut adalah hasil perhitungan yang didapatkan dari program bantu SAP2000 dengan menampilkan tabel *joint displacements* untuk mendapatkan nilai defleksi yang terjadi yang kemudian akan digunakan untuk menganalisis simpangan antar lantai pada arah X dan Y serta perbandingannya dengan simpangan yang diizinkan :

Tabel 4. 8 Simpangan Antar Lantai

Lantai	Arah X	Arah Y	Simpangan Izin
4 m	24,99 mm	24,01 mm	100 mm
8 m	34,43 mm	33,60 mm	100 mm
12 m	24,54 mm	24,61 mm	100 mm

Berdasarkan dari data yang diperoleh simpangan pada setiap lantai berada di bawah simpangan yang diizinkan.

4.8 Penulangan struktur

Penulangan struktur ini dilakukan dengan mengacu pada hasil analisis struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000, serta peraturan teknis SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Perhitungan detail penulangan meliputi elemen struktur kolom, balok induk, balok anak, balok atap, balok bordes, pelat lantai, pelat atap, tangga, serta pondasi bore pile (pile cap dan tiang pile). Berikut contoh perhitungan penulangan dan kontrol kolom dan balok, akan tetapi perhitungan rinci terkait penulangan setiap elemen struktur lainnya dapat dilihat pada lampiran 21 dan untuk penggambaran pendetailan tulangan dapat dilihat pada lampiran 22.

4.8.1 Penulangan Kolom

a. Penampang Kolom

Diketahui :

$$h = 400 \text{ cm}$$

$$b = 300 \text{ cm}$$

$$D_{\text{tul utama}} = 16 \text{ mm}$$

$$D_{\text{sengkang}} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 40 \text{ mm}$$

$$d = b - \text{decking} - D_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \times D_{\text{tulangan lentur}}$$

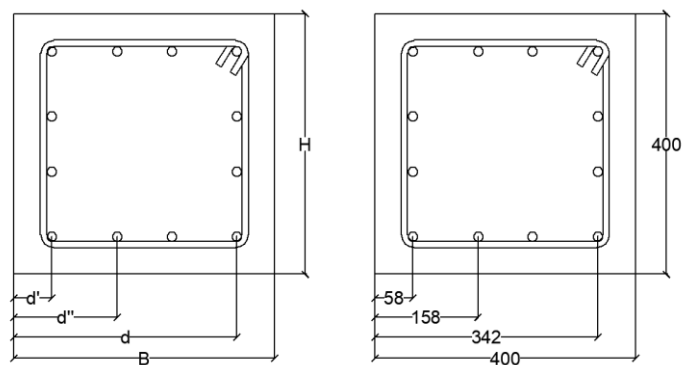
$$d = 400 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \times 16 = 342 \text{ mm}$$

$$d' = \text{decking} + D_{\text{sengkang}} + \frac{1}{2} \times D_{\text{tulangan lentur}}$$

$$d' = 40 + 10 + \frac{1}{2} \times 16 = 58 \text{ mm}$$

$$d'' = b - \text{decking} - D_{\text{sengkang}} + \frac{1}{2} \times D_{\text{tulangan lentur}} - \frac{1}{2} \times b$$

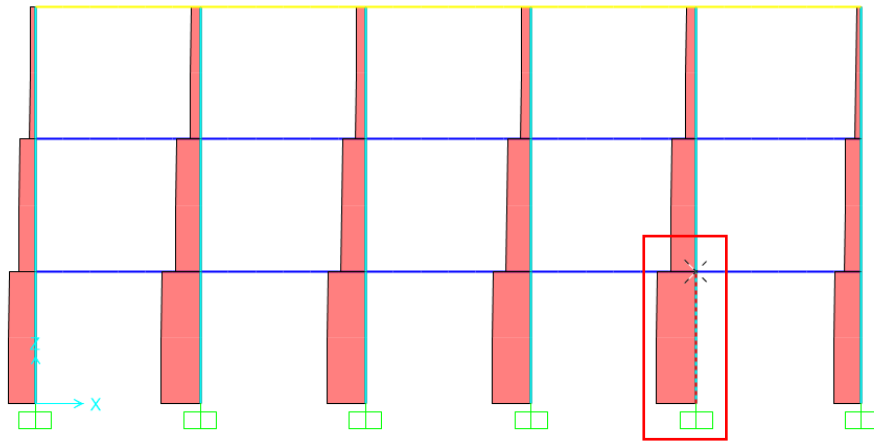
$$d'' = 400 - 40 - 10 + \frac{1}{2} \times 16 - \frac{1}{2} \times 400 = 158 \text{ mm}$$



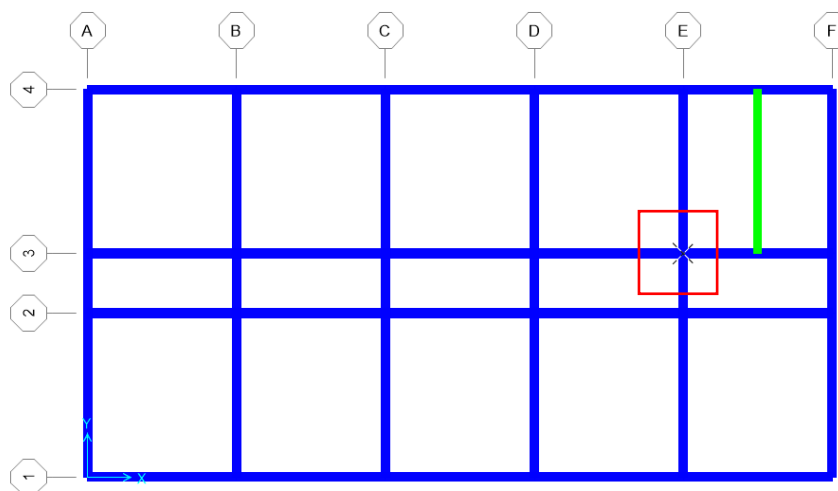
Gambar 4. 2 Penampang Kolom

b. Hasil Output Kolom SAP2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan perangkat lunak SAP 2000, maka didapatkan hasil perhitungan struktur dan diagram gaya dalam yang dapat digunakan dalam perhitungan penulangan kolom. Momen maksimum pada kolom diambil dari kombinasi akibat beban gravitasi dan gempa yaitu ada pada *frame* kolom 169.



Gambar 4. 3 Gaya Dalam Kolom pada SAP2000



Gambar 4. 4 Titik Lokasi Gaya Dalam Kolom pada SAP2000

- Hasil gaya aksial, Nilai $P_U = 611101,87$ Nmm



Gambar 4. 5 Gaya Aksial Kolom

- Hasil momen sumbu x, Nilai $M_3 = 4037984,35$ Nmm



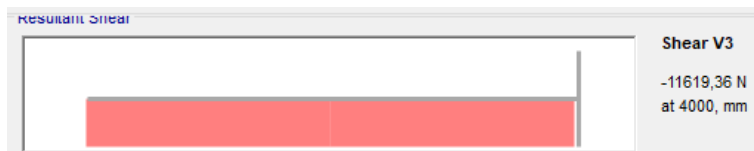
Gambar 4. 6 Momen Kolom Sumbu x

- Hasil momen sumbu y, Nilai $M_2 = 31259686,66$ Nmm



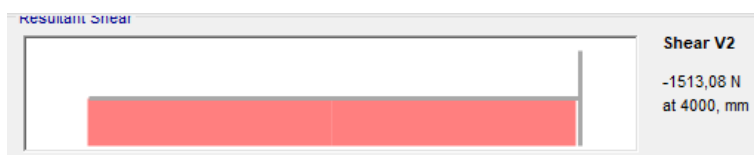
Gambar 4. 7 Momen Kolom Sumbu y

- Hasil gaya geser sumbu x, Nilai $V_3 = 11619,36$ Nmm



Gambar 4. 8 Gaya Geser Kolom Sumbu x

- Hasil gaya geser sumbu y, Nilai $V_2 = 1513,08$ Nmm



Gambar 4. 9 Gaya Geser Kolom Sumbu y

c. Kontrol Kolom

$$Pu = 611101,87Nmm$$

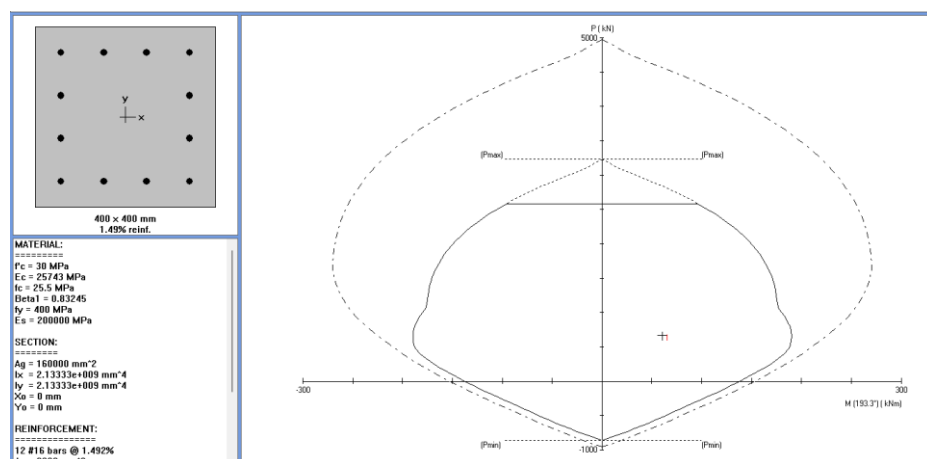
$$D = 16 \text{ mm}$$

$$N = 12$$

Luas penampang (Ast)

$$\begin{aligned} Ast &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= 12 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \\ &= 2411,52 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pada perhitungan ini dicoba menggunakan software PCA Column dengan sumbu X sama dengan sumbu Y, seperti pada gambar berikut :



Gambar 4. 10 PCA Column

Dari hasil analisis pada software PCA Column didapat konfigurasi tulangan longitudinal 12D16 dengan nilai $\rho = 0,0149$, dimana kebutuhan ρ tersebut telah memenuhi syarat SNI 2847-2019 yaitu antara 0,01 – 0,06 dan didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\text{- Rasio tulangan} = 1,49 \%$$

- Penulangan = 12D16 (2411,52 mm²)
- $L_x = l_y = 2,14 \times 10^9 \text{ mm}^2$
- $A_g = 160000 \text{ mm}^2$

Pemeriksaan Kapasitas Kolom

$$\phi p_n = 0,85 \times \phi \times (0,85 \times f_c \times (A_g - A_{st}) + (f_y \times A_{st}))$$

$$= 0,85 \times 0,65 \times (0,85 \times 30 \times (160000 - 2411,52) + (400 \times 2411,52))$$

$$= 2753171 \text{ Nmm}$$

$$\phi p_n > P_u$$

$$2753171 \text{ Nmm} > 611101,87 \text{ Nmm} \quad \text{OK}$$

Maka dengan tulangan 12D16 (2411,52 mm²) aman untuk direncanakan.

Selanjutnya dilakukan kontrol terhadap gaya geser, menurut SNI 2847-2019 bahwa nilai V_e tidak boleh kecil dari nilai geser tervaktor (V_u) yang dibutuhkan berdasarkan hasil analisa struktur. Dapat dilihat pada pada lampiran 21 diketahui untuk hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Syarat } V_e \text{ kolom} > V_e \text{ balok} > V_u$$

$$141,18 \text{ kN} > 14,31 \text{ kN} > 11,619 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Gaya geser ditentukan sebagai berikut :

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{P_u}{14 \times A_g} \right) \lambda \times \sqrt{f_c} \times b \times d$$

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{611101,87}{14 \times 160000} \right) 1 \times \sqrt{30} \times 400 \times 340$$

$$V_c = 161180,75 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times V_c$$

$$\phi V_c = 0,6 \times 161180,75 = 96708,45 \text{ N}$$

$$V_u < \phi V_c$$

$$11619,36 < 96708,45 \text{ N}$$

karena $V_u < \phi V_c$ tulangan geser transversal hanya perlu tulangan geser minimum, sehingga digunakan spasi tulangan geser 80 mm

Luas tulangan geser

$$A_v \text{ min} = \frac{b \times s}{3 \times f_y}$$

$$A_v \text{ min} = \frac{400 \times 80}{3 \times 400}$$

$$A_v \text{ min} = 26,66 \text{ mm}^2$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser D10 mm dengan 2 kaki. Maka luas penampang tulangan geser yang diperlukan :

$$A_v = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times n \text{ kaki}$$

$$A_v = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 2$$

$$A_v = 157 \text{ mm}^2$$

Kontrol :

$$A_v > A_v \text{ min}$$

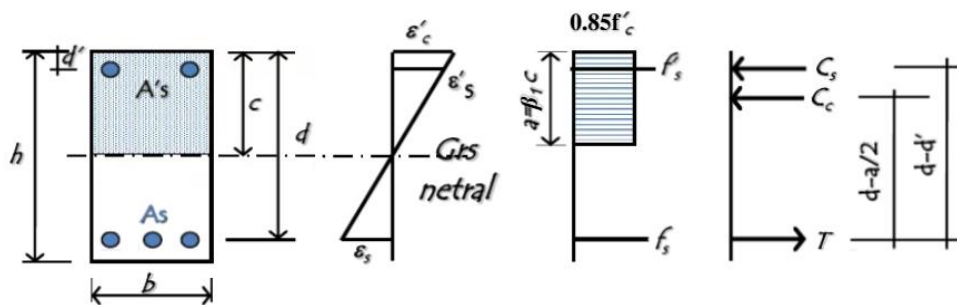
$$A_v = 157 \text{ mm}^2 > 26,66 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

4.8.2 Penulangan Balok Induk

a. Penampang balok

Diketahui :

- h = 400 mm
- b = 300 mm
- Dtul Utama = 16 mm
- Dsengkang = 10 mm
- Selimut beton = 40 mm
- $d' = (\text{selimut} + \varnothing 10 + \frac{1}{2}D) = 58$ mm
- $d = h - d' = 400 - 58 = 342$ mm
- f_c' = 30 Mpa
- f_y = 400 Mpa
- A_s = 603,19 mm² (3D16)
- A_s' = 402,12 mm² (2D16)



Gambar 4. 11 Penampang Balok

$$Mn = Cc \times (d - a/2) + Cs \times (d - d')$$

Dengan :

$$Cc = 0.85f_c' \times b \times a$$

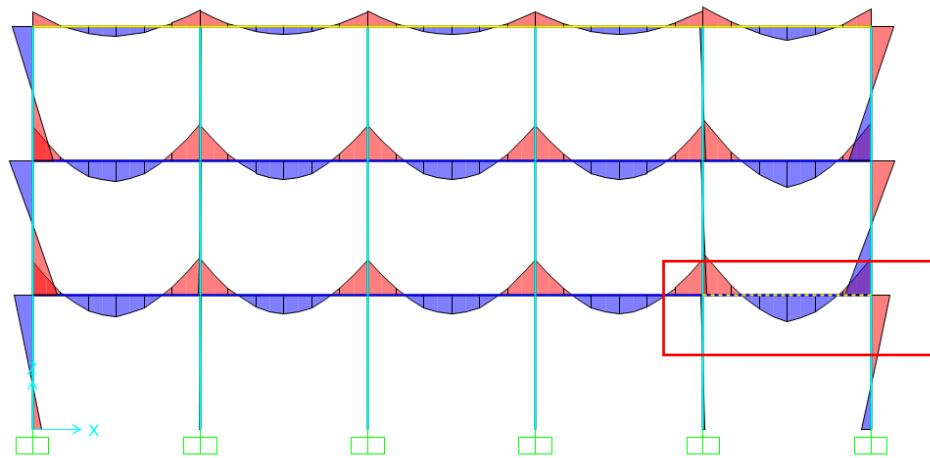
$$Cs = A_s' \cdot f_s'$$

$$T = A_s \cdot f_y$$

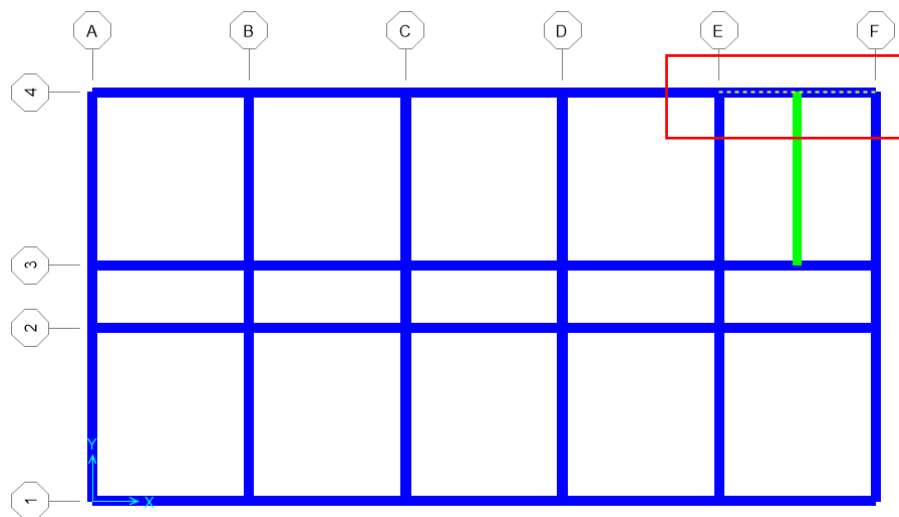
Dengan syarat kesetimbangan $Cc + Cs = T$

b. Hasil Output Balok SAP2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan perangkat lunak SAP 2000, maka didapatkan hasil perhitungan struktur dan diagram gaya dalam yang dapat digunakan dalam perhitungan penulangan balok. Momen maksimum pada balok diambil dari kombinasi akibat beban gravitasi dan gempa yaitu ada pada *frame* balok 38.

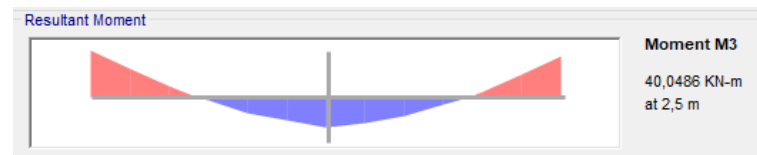


Gambar 4. 12 Gaya Dalam Balok pada SAP2000



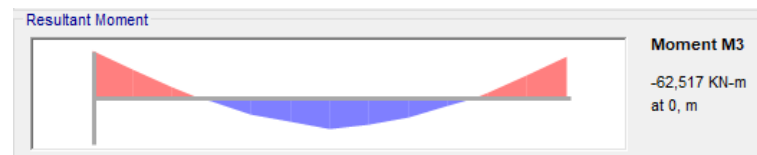
Gambar 4. 13 Titik Lokasi Gaya Dalam Balok pada SAP2000

- Momen rencana positif = 40,5 kNm



Gambar 4. 14 Momen Rencana Positif

- Momen rencana negatif = 63 kNm



Gambar 4. 15 Momen Rencana Negatif

- Gaya geser rencana = 65 kNm



Gambar 4. 16 Gaya Geser Rencana

c. Kontrol Balok

- Analisa penampang balok

- Hitung a

$$a = \frac{(A_s - A_s') \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} =$$

$$= \frac{(603,19 - 402,12) \times 400}{0,85 \times 30 \times 300} = \frac{80.428}{7.650} = 10,51 \text{ mm}$$

- Hitung Cc dan Cs

$$C_c = 0,85 \times f_c' \times b \times a =$$

$$= 0,85 \times 30 \times 300 \times 10,51 = 80.585,25 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \times f_y = 402,12 \times 400 = 160.848 \text{ N}$$

- Hitung M_n

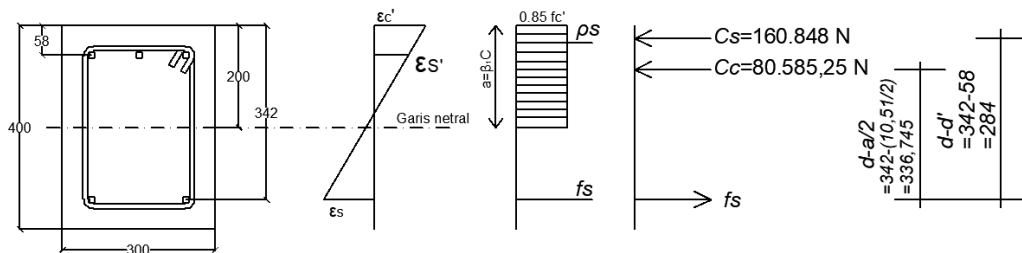
$$\begin{aligned}
 M_n &= C_c \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + C_s \times (d - d') \\
 &= 80.585,25 \times \left(342 - \frac{10,51}{2}\right) + 160.848 \times (342 - 58) \\
 &= 80.585,25 \times 336,745 + 160.848 \times 284 \\
 &= 27.139.789,4 + 45.641.232 \\
 &= 72.781.021,4 \text{ Nmm} = 72,78 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- Hitung ϕM_n

$$\phi M_n = 0,9 \times 72,78 = 65,50 \text{ kNm}$$

- Kontrol momen

$$\phi M_n = 65,50 \text{ kNm} > M_u = 63 \text{ kNm}$$



Gambar 4. 17 Analisis Penampang balok

- Gaya geser

Diketahui nilai $V_u = 65 \text{ kN}$ dari SAP,

Kuat geser beton,

Dengan nilai $\lambda = 1$, untuk beton normal,

$$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f_c'} \times b \times d$$

$$V_c = 0,17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 300 \times 342$$

$$V_c = 95534 \text{ N} = 95,534 \text{ kN}$$

Tahanan geser beton,

$$\phi \times V_c = 0,75 \times 95,534 \text{ kN} = 71,650 \text{ kN}$$

dikarenakan nilai dari perhitungan menunjukkan nilai tahanan geser $\phi V_c = 71,650 \text{ kN} > V_u = 65 \text{ kN}$ gaya geser ultimit rencana, maka hanya perlu tulangan geser minimum.

Kuat geser sengkang,

$$V_s = V_u = 65 \text{ kN}$$

Digunakan tulangan,

Digunakan rencana tulangan sengkang berpenampang 2P10

Luas tulangan geser sengkang,

$$A_v = n_s \times \frac{\pi}{4} \times D^2 = 2 \times \frac{3,14}{4} \times 10^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

Jarak sengkang yang diperlukan,

$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s}$$

$$s = \frac{157,08 \times 320 \times 342}{65} = 264,47 \text{ mm}$$

Jarak sengkang maksimum, SRPMK daerah plastis (tumpuan)

$$S_{maks \text{ plastis}} = \frac{d}{4} = \frac{342}{4} = 85,5 \text{ mm}$$

$$S_{maks \text{ plastis}} = 6db = 6 \times 16 = 96 \text{ mm}$$

$$S_{maks \text{ plastis}} = 100 \text{ mm}$$

$$85,5 \text{ mm} < 96 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

Dipakai jarak sengkang $85,5 \text{ mm} \cong 80 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum, SRPMK daerah luar plastis (lapangan)

$$\text{Smak luar plastis} = \frac{d}{2} = \frac{342}{2} = 171 \text{ mm} \cong 150 \text{ mm}$$

Jarak sengkang yang digunakan,

Daerah lapangan = 2P10 – 150

Daerah tumpuan = 2P10 – 80

Berikut untuk sajian ringkasan hasil perhitungan penulangan setiap elemen struktur sesuai analisis dengan gaya dalam pada SAP2000.

- Kolom : Menggunakan tulangan longitudinal 12D16 dan tulangan sengkang 4Ø12–100 mm di daerah sendi plastis, serta 4Ø12–150 mm di luar sendi plastis. Perhitungan momen pembesaran, kekakuan, dan kontrol kelangsingan dilakukan sesuai SNI 2847:2019.
- Balok Induk : Didapatkan desain tulangan utama pada daerah lapangan 2D16 dengan tulangan sengkang 2P10 – 150, sedangkan daerah tumpuan menggunakan tulangan 3D16 dengan tulangan sengkang 2P10 – 80. Perhitungan dilakukan untuk lentur dan geser sesuai pembebanan dari SAP2000.
- Balok Anak : Menggunakan konfigurasi tulangan balok anak pada kamar mandi didapatkan desain tulangan utama pada daerah lapangan 3D16 dengan tulangan sengkang 2P10 – 140, sedangkan tumpuan menggunakan tulangan 3D16 dengan tulangan sengkang 2P10 – 70. 3D16 serta sengkang 2Ø10–70 mm.
- Balok Atap : Didapatkan desain tulangan utama pada daerah lapangan 2D16 dengan tulangan sengkang 2P10 – 140, sedangkan tumpuan menggunakan tulangan 3D16 dengan tulangan sengkang 2P10 – 70.
- Balok Bordes : Didapatkan desain tulangan utama pada daerah lapangan 2D16 dengan tulangan sengkang 2P10 – 120, sedangkan

tumpuan menggunakan tulangan $2D16$ dengan tulangan sengkang $2P10 - 80$.

- Pelat Lantai dan Atap : Menggunakan tulangan pokok $D10$ dengan jarak 150 mm untuk pelat lantai dan 200 mm untuk pelat atap. Tulangan didesain untuk memenuhi kebutuhan momen maksimum arah x dan y sesuai pembebanan dari SAP2000. Sebagai bentuk efisiensi dan kemudahan pemasangan, digunakan tulangan wiremesh setara $D10-150$ mm atas dan bawah, terutama untuk pelat lantai tingkat 2 dan 3. Kontrol lendutan pelat dilakukan untuk memastikan deformasi masih dalam batas izin sesuai masa layanan ≥ 5 tahun.
- Pelat tangga dan Bordes : Menggunakan tulangan $D10-150$ mm untuk kedua arah.
- Pile Cap : Direncanakan menggunakan tulangan lentur $D13-150$ mm untuk arah X dan Y , serta tulangan susut $D13-150$ mm. Kapasitas lentur dan geser dua arah telah dikontrol dan memenuhi ketentuan SNI.
- Tiang Pile : Tulangan utama menggunakan $6D13$ dan sengkang $2\emptyset 10-150$ mm, cukup untuk menahan gaya aksial dan geser maksimum sesuai output dari analisis SAP2000.

4.9 Strong Coloum Weak Beam (SCWB)

Untuk memastikan penerapan prinsip SCWB, dilakukan evaluasi rasio kekuatan momen nominal kolom (atas dan bawah sambungan) dibandingkan jumlah momen nominal balok (kiri dan kanan). SNI 2847:2019 mengatur bahwa kekuatan lentur kolom harus memenuhi perhitungan berikut :

$$\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb}$$

Keterangan :

Mnc = Momen nominal kolom

Mnb = Momen nominal balok

1. Data kolom :

- Dimensi kolom (b x h) = 40x40 cm
- Tulangan = 12D16
- f'c = 30 Mpa
- fy = 400 Mpa
- Selimut beton = 40 mm
- Diameter sengkang = 10 mm
- Diameter tulangan utama = 16 mm

a. Hitung tinggi efektif kolom (d)

$$d = h - \text{selimut} - \text{sengkang} - \frac{1}{2} \cdot D$$

$$d = 400 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 342 \text{ mm} = 34,2 \text{ cm}$$

b. Luas tulangan tarik (As)

$$As = 12 \times \frac{3,14}{4} \times 1,6^2 = 24,12 \text{ cm}^2$$

c. Hitung nilai α

$$\alpha = \frac{As \times fy}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{24,12 \times 400}{0,85 \times 30 \times 40} = \frac{9648}{1020} = 9,46 \text{ cm}$$

d. Hitung momen nominal kolom

$$Mn = As \times fy \times \left(d - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$M_n = 24,12 \times 400 \times \left(34,2 - \frac{9,46}{2}\right) = 284,25 \text{ kNm}$$

$$\text{Total momen kolom atas dan bawah} = 2 \times 284,25 = 568,50 \text{ kNm}$$

2. Data Balok

- Dimensi balok (b x h) = 30x40 cm
- Tulangan = 5D16
- f'_c = 30 Mpa
- f_y = 400 Mpa
- Selimut beton = 40 mm
- Diameter sengkang = 10 mm
- Diameter tulangan utama = 16 mm

a. Hitung tinggi efektif kolom (d)

$$d = h - \text{selimut} - \text{sengkang} - \frac{1}{2} \cdot D$$

$$d = 400 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 342 \text{ mm} = 34,2 \text{ cm}$$

b. Luas tulangan tarik (A_s)

$$A_s = 5 \times \frac{3,14}{4} \times 1,6^2 = 10,05 \text{ cm}^2$$

c. Hitung nilai α

$$\alpha = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{10,05 \times 400}{0,85 \times 30 \times 30} = \frac{4020}{765} = 5,25 \text{ cm}$$

d. Hitung momen nominal balok

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$M_n = 10,05 \times 400 \times \left(34,2 - \frac{5,25}{2}\right) = 126,81 \text{ kNm}$$

$$\text{Total momen balok kiri dan kanan} = 2 \times 126,81 = 253,62 \text{ kNm}$$

3. Evaluasi SCWB =

$$\sum M_{nc} = 568,50 \text{ kNm} \geq (1,2) \sum M_{nb} = 253,62 \text{ kNm}$$

$$568,50 \text{ kNm} \geq 304,34 \text{ kNm} \text{ OK}$$

4.10 Permodelan BIM Revit Sebagai *Quantity Take Off (QTO)* dan *Clash Detection* Pada Struktur Bangunan.

Pada akhir perencanaan dilakukan analisis kebutuhan material utama berupa beton dan tulangan untuk elemen-elemen struktur gedung yang telah direncanakan. Elemen yang dilakukan perhitungan volume adalah kolom, balok, pelat, tangga dan pondasi. Perhitungan menggunakan metode *Quantity Take Off (QTO)* berdasarkan hasil permodelan struktur serta gambar kerja yang telah dibuat pada perangkat lunak revit. Estimasi perhitungan material ini penting untuk mengetahui jumlah kebutuhan bahan secara rinci sebagai acuan agar lebih efisien dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Selanjutnya dilakukan pengecekan *Clash Detection*, yaitu proses identifikasi benturan atau konflik geometri antar elemen struktur yang berpotensi menimbulkan kesulitan saat pelaksanaan konstruksi. Deteksi ini menjadi salah satu keunggulan penerapan BIM karena dapat menghindari kesalahan desain pada tahap perencanaan.

4.10.1 Perhitungan *Quantity Take Off (QTO)*

Quantity Take Off (QTO) merupakan metode perhitungan yang dilakukan berdasarkan hasil permodelan struktur menggunakan perangkat lunak autodesk revit. Seluruh elemen struktur dimodelkan sesuai dimensi hasil perencanaan dan tulangan yang digunakan dari setiap elemen struktur. Pada perhitungan volume beton dihitung secara otomatis melalui fitur *schedule/quantities* yang disesuaikan dengan elemen struktur (balok, kolom, pelat, tangga dan pondasi). Untuk kebutuhan tulangan dilakukan perhitungan dengan mengkonversi hasil dari berat per meter jenis diameter tulangan yang digunakan untuk tulangan utama dan sengkang yang digunakan. Hasil perhitungan *Quantity Take Off (QTO)* setiap elemen struktur dapat dilihat pada lampiran 23.

4.10.2 Deteksi Benturan Antar Elemen (*Clash Detection*)

Clash detection dilakukan untuk pemeriksaan terhadap desain yang sudah dimodelkan pada perangkat lunak revit dengan menggunakan fitur *Interference Check*. Analisis dilakukan antar elemen struktur yang berpotensi tumpang tindih,

jika terdapat *clash* hasil deteksi disajikan dalam bentuk daftar konflik (*clash report*), dan dilakukan perbaikan posisi elemen bila diperlukan. Sedangkan jika tidak terdapat *clash* maka akan muncul pemberitahuan “*No Interference Detected*”. Pada perencanaan ini pengecekan tidak terdapat adanya *clash detection*, untuk hasilnya dapat dilihat pada lampiran 24.

4.11 Output Desain Elemen Struktur

Desain struktur bangunan kantor pabrik pakan udang telah dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak SAP2000, dilanjutkan dengan proses perencanaan manual berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Desain struktur mencakup elemen-elemen utama seperti kolom, balok (induk, anak, ring, dan bordes), pelat lantai dan atap, tangga, serta pondasi (*pile cap dan bored pile*). Hasil desain berupa dimensi struktur dan kebutuhan tulangan utama maupun tulangan geser dirangkum dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Output Desain Elemen Struktur

OUTPUT DESAIN ELEMEN STRUKTUR					
Elemen	Dimensi	Daerah Tumpuan		Daerah Lapangan	
		Tulangan Utama	Tulangan Sengkang	Tulangan Utama	Tulangan Sengkang
Kolom	40x40	12D16	D12-100	12D16	D12-150
Balok Induk	30x40	3D16	Ø10-80	2D16	Ø10-150
Balok Anak	25x35	3D12	Ø10-70	3D12	Ø10-140
Balok Atap	30x35	3D16	Ø10-70	2D16	Ø10-140
Balok Bordes	25x35	2D16	Ø10-80	2D16	Ø10-120
		Arah x		Arah y	
Pelat Lantai	5x5,5	D10-150		D10-150	
Pelat Atap	5x5,5	D10-200		D10-200	
Pelat Tangga	-	D10-150		D10-150	
Pelat Bordes	-	D10-150		D10-150	
Pile Cap	1x1	D13-150		D13-150	
		Tulangan Utama		Tulangan Sengkang	
Tiang Pile	20x20	6D13		Ø10-150	

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur dalam Tugas Akhir “Perencanaan Struktur Kantor Pabrik Pakan Udang” dapat disimpulkan seperti berikut :

1. Dalam mendesain sebuah kantor pabrik pakan udang agar sesuai dengan karakteristiknya yaitu terdapat beberapa kategori, yaitu seperti ruang operasional dan administratif, ruang pengelolaan teknis dan infrastruktur, ruang pimpinan dan pengambilan keputusan, ruang pendukung dan kenyamanan karyawan, ruang meeting dan training, ruang penyimpanan dan arsip. Pada tahap awal perencanaan ini dilakukan dengan menentukan dimensi dan jenis kebutuhan ruang serta kapasitas pengguna didalamnya sehingga dapat mendukung berjalannya kegiatan operasional perusahaan.
2. Bangunan ini direncanakan menggunakan struktur beton bertulang, yang dianalisis secara menyeluruh dengan bantuan perangkat lunak SAP2000. Proses perencanaan dilakukan melalui tahapan analisis struktur, pembebanan, serta perancangan penampang dan tulangan. Selanjutnya, dilakukan pengecekan kekuatan elemen struktur dengan memastikan bahwa nilai kapasitas momen nominal terfaktor (ϕM_n) lebih besar dari momen terfaktor (M_u), atau luas tulangan yang digunakan (A_s pakai) lebih besar dari yang direncanakan (A_s rencana), sehingga struktur dinyatakan aman. Berdasarkan hasil analisis, struktur pada perencanaan ini telah memenuhi syarat keamanan. Dalam perencanaan melibatkan penggunaan software seperti SAP2000 dan BIM Revit. Perangkat lunak SAP2000 digunakan untuk menganalisis gaya-gaya dalam yang bekerja pada masing-masing elemen struktur, dan hasilnya menjadi dasar dalam perencanaan elemen-elemen tersebut. Sementara itu, teknologi *Building Information Modeling (BIM)* melalui *software* Revit dimanfaatkan untuk memodelkan struktur

secara tiga dimensi, sehingga memudahkan visualisasi menyeluruh dan perencanaan detail. Model BIM juga menghasilkan informasi kuantitas material melalui fitur *Quantity Take-Off (QTO)*. Pada perencanaan ini, total volume beton yang dibutuhkan adalah 291,26 m³. Jumlah kebutuhan tulangan meliputi: D16 sebesar 13.234,81 kg, D13 sebesar 3.988,08 kg, D12 sebesar 3.508,60 kg, D10 sebesar 32.630,52 kg, dan Ø10 sebesar 7.928,41 kg. Selain itu, teknologi BIM memungkinkan deteksi dini terhadap potensi tabrakan antar elemen struktur (*clash detection*), dan dalam perencanaan ini tidak ditemukan adanya clash. Dengan hasil tersebut, model dan data perencanaan ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ada beberapa saran dalam Tugas Akhir ini yang perlu disampaikan sebagai berikut :

1. Dalam merencanakan struktur dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), maka harus paham betul terkait persyaratan dan kriteria yang sudah tertuang pada SNI.
2. Dalam penggunaan perangkat lunak SAP 2000 untuk permodelan struktur diperlukan ketelitian saat mengoperasikan agar tidak salah input sehingga berdampak pada besaran momen yang nantinya digunakan dalam mendesain setiap komponen elemen struktur.
3. Dalam permodelan perangkat lunak BIM Revit perlu ketelitian dalam meodelkannya untuk menghindari *clash detection* yang berdampak pada kesulitan saat pelaksanaan konstruksi dan perhitungan volume *quantity take off* untuk mengetahui jumlah kebutuhan bahan secara rinci sebagai acuan agar lebih efisien dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhya, I. (2014). Pengaruh Tata Ruang Kantor terhadap Kinerja Karyawan PT Tempo Group (Skripsi, Universitas Mercu Buana).
<http://repository.mercubuana.ac.id/id/eprint/5489>
- Bacahape.com. (2022, Januari 10). Pengertian Beton Menurut SNI.
<https://bacahape.com/pengertian-beton-menurut-sni/>
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa
Badan Standardisasi Nasional. 2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. (SNI 1726:2020). Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional 2019. Persyaratan Perencanaan Beton Struktural (SNI 2847:2019). Jakarta.
- Kusumawardhany, A., Nugroho, S., & Pratiwi, F. (2022). Efisiensi Penataan Ruang Kantor dalam Menunjang Kinerja Karyawan (Skripsi, Universitas Negeri Malang). Universitas Negeri Malang Repository.
<https://repository.um.ac.id/224123/>
- Nikmah, M., & Dewi, T. R. (2020). Pengaruh Tata Ruang Kantor terhadap Efektivitas Kerja Pegawai. *Jurnal Administrasi dan Organisasi*, 5(1), 60–68. <https://ejournal.unair.ac.id/jao/article/view/18234>
- Pancorowati, H. (2013). Pengaruh Tata Ruang Kantor terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Front Office di BRI Jemursari, Surabaya (Skripsi, Universitas Negeri Surabaya).
<http://digilib.unesa.ac.id/detail/NzYzYTY4Nz>
- Shaffira, R. M., & Suratman, A. (2024). Dampak Tata Ruang Kantor terhadap Efisiensi Tempat Kerja. *Jurnal Arsitektur Nusantara*, 12(1), 45–55.
<https://ejournal.unars.ac.id/index.php/arsitektur/article/view/1245>
- SNI 03-6572-2001. Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung.
- Suharyanto, R. (2018). Kriteria Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa. *Jurnal Rekayasa Sipil Indonesia*, 10(3), 189–197.
<http://ejurnal.tekniksipil.or.id/index.php/jrsi/article/view/1023>

LAMPIRAN

- Lampiran 1. Beban Mati (SNI 1727:2020)
- Lampiran 2. Beban Hidup (SNI 1727:2020)
- Lampiran 3. Peta Zona Wilayah Gempa Indonesia (SNI 1726:2019)
- Lampiran 4. Kategori Resiko Struktur Bangunan (SNI 1726:2019)
- Lampiran 5. Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2019)
- Lampiran 6. Kelas Situs tanah (SNI 1726:2019)
- Lampiran 7. Koefisien situs Fa (SNI 1726:2019)
- Lampiran 8. Koefisien situs Fv (SNI 1726:2019)
- Lampiran 9. Peta Peralihan Jangka Panjang
- Lampiran 10. Koefisien Periode Batas Atas (SNI 1726:2019)
- Lampiran 11. Nilai Parameter Pendekatan Ct dan x (SNI 1726:2019)
- Lampiran 12. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek SDS dan periode 1 detik SD1 (SNI 1726:2019).
- Lampiran 13. Tabel Faktor R, Ω_0 , Cd untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik (SNI 1726:2019)
- Lampiran 14. Ketidak Beraturan Horizontal dan Vertikal (SNI 1726:2019)
- Lampiran 15. Tinjauan Perhitungan *Preliminary Design* Elemen Struktur
- Lampiran 16. Kebutuhan Ruang dan Fungsinya
- Lampiran 17. Acuan perhitungan berdasarkan SNI 03-6572-2001 dan hasil perhitungan kebutuhan dimensi ruangan dan Kapasitas penggunaannya.
- Lampiran 18. Perhitungan *Preliminary Design*
- Lampiran 19. Kombinasi Pembebanan Pada SAP 2000 (SNI 2847:2019)
- Lampiran 20. Jumlah Ragam
- Lampiran 21. Perhitungan Penulangan Struktur
- Lampiran 22 Gambar kerja
- Lampiran 23 Hasil *Quantity Take Off (QTO)*
- Lampiran 24 Hasil *Clash Detection*

Lampiran dapat dilihat pada scan barcode dibawah ini :



Atau link berikut :

https://bit.ly/LAMPIRAN_211910301060