ANALISIS PORTAL STRUKTUR MENGGUNAKAN METODE TAKABEYA DAN SAP 2000 PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR PELAYANAN PAJAK PRATAMA BALIGE SUMATERA UTARA

SKRIPSI

OLEH:

JAPURBA T. SIBURIAN 188110034



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN 2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Document Accepted 1/12/23

ANALISIS PORTAL STRUKTUR MENGGUNAKAN METODE TAKABEYA DAN SAP 2000 PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR PELAYANAN PAJAK PRATAMA BALIGE SUMATERA UTARA

SKRIPSI

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

Oleh:

JAPURBA T. SIBURIAN 188110034

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL **FAKULTAS TEKNIK** UNIVERSITAS MEDAN AREA **MEDAN** 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Analisis Portal Struktur Menggunakan Metode Takabeya Judul Skripsi

dan SAP 2000 pada Proyek Pembangunan Kantor

Pelayanan Pajak Pratama Balige Sumatera Utara

Japurba T. Siburian Nama

188110034 NPM Teknik Fakultas

> Disetujui Oleh: Komisi Pembimbing

Ir. Nurmaidah, MT. Pembimbing

molah

Studi

Tanggal Lulus: 01 Agustus 2023

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.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Japurba T. Siburian

NPM : 188110034
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Non Exclusive Royalty Free-Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Portal Struktur Menggunakan Metode Takabeya dan SAP 2000 pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige Sumatera Utara. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Nonekslusif 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 Agustus 2023

Yang menyatakan

(Japurba T. Siburian)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kompleks HKI Pada tanggal 03 Agustus 2000 dari Ayah T.Siburian dan Ibu M. Sihombing Penulis merupakan putra ke 2 dari 4 bersudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA 1 Paranginan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2021 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige, Sumatera Utara.



KATA PENGANTAR

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 dengan judul Analisis Portal Struktur Menggunakan Metode Takabeya dan SAP 2000 pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige Sumatera Utara. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ir. Nurmaidah, M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu 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 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

(Japurba T. Siburian)

ABSTRAK

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang terdirinya suatu bangunan. Dalam menganalisa struktur bangunan baik statis tertentu maupun tak tentu terdapat berbagai metode distribusi momen. Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah metode takabeya dan SAP 2000 sebagai pembanding. Tujuan penelitian ini ialah membandingkan nilai momen, gaya geser dan gaya aksial portal struktur Gedung dengan metode takabeya dan SAP 2000. Dari hasil perhitungan gaya dalam pada lantai I menunjukkan nilai yang hampir. Sedangkan untuk lantai 2, pada portal bagian pinggir bangunan terdapat selisih nilai yang kecil, namun tidak pada portal bagian tengah yang memiliki selisih hingga 20%. Dari keseluruhan perhitungan gaya dalam diperoleh perbandingan nilai momen sebesar \pm 7%, gaya geser \pm 3%, dan pada gaya aksial \pm 5%. Perbedaan hasil gaya dalam antara metode takabeya dan SAP 2000 tidak terlalu besar, hal ini menunjukkan distribusi momen untuk kedua momen hampir sama. Tetapi tidak, untuk hasil gaya geser dan gaya aksial yang mempunyai perbedaan hasil yang sangat jauh, perbedaan ini disebabkan kemungkinan terjadi pendistribusian beban pada titik-titik joint yang menggunakan *Takabeya* (manual) tidak merata.

Kata Kunci: Metode Takabeya, SAP 2000, Momen, Gaya Geser, Gaya Aksial

ABSTRAK

The building structure is the main component that supports the establishment of a building. In analyzing the building structure, either determinate or indeterminate, there are various moment distribution methods. The method used in this research is the Takabeya method and SAP 2000 as a comparison. The purpose of this study is to compare the value of the moment, shear force and axial force of the building structure with the Takabeya and SAP 2000 methods. From the results of the calculation of the internal forces on the first floor, the value is not significant. As for the 2nd floor, on the portal on the edge of the building there is a small difference in value, but not on the central portal which has a difference of up to 20%. From the overall calculation of internal forces, the ratio of moment values is \pm 7%, shear force is \pm 3%, and the axial force is \pm 5%. The difference in internal force results between the Takabeya and SAP 2000 methods is not too large, it shows that the moment distribution for the two moments is almost the same. But for the results of the shear and axial forces which have very large differences in results, this difference is due to the possibility of load distribution at the joint points.

Keywords: Rainfall, Flood Discharge, Log Pearson Ill, Hersfield, Melchior



DAFTAR ISI:

			Halaman
COVER.			i
HALAM	AN P	ENGESAHAN	iii
		ERNYATAAN	
		ERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
		DUP	
		ANTAR	
,			
		BEL	
		MBAR	
DAFTAF	R LAN	MPIRAN	XiV
DADI	DEM	DAHUHHAN	1
BAB I.		DAHULUAN	
	1.1.	Latar Belakang Rumusan Masalah	
	1.2.		
	/ 7 / 5	Batasan Masalah	
	1.4.	Maksud dan Tujuan Penelitian	
		1.4.2. Tujuan Penelitian	
	1.5.	Manfaat Penelitian	
	1.5.	Iviainaat Penentian	4
BAB II.	TINII	JAUAN PUSTAKA	5
DAD II.	2.1.	Penelitian Terdahulu	
	2.1.	Bangunan Gedung Bertingkat	
	2.3.	Perancangan Struktur	 0
	2.5.	2.3.1. Struktur <i>Open Frame</i>	 0
		2.3.2. Struktur Portal Bresing (<i>Braced Frame</i>)	
		2.3.3. Pengertian struktur portal secara umum	
		2.3.4. Konsep Perencanaan Gedung	
	2.4.	Aspek-Aspek Perencanaan	
	2.5.	Beton Bertulang	
	2.6.	Ketentuan Perencanaan Pembebanan	
	2.0.	2.6.1. Jenis Pembebanan	
		2.6.2. Beban Konstruksi	
		2.6.3. Kombinasi Pembebanan	
		2.6.4. Sistem Bekerjanya Beban	
	2.7.	Perencanaan Struktur Atas	
	2.7.	2.7.1. Pelat Lantai	
		2.7.2. Balok	
		2.7.3. Kolom	
	2.8.	Metode Takabeya	
	۷.0.	2.8.1. Pengertian Metode Takabeya	
		2.8.2. Penurunan Persamaan Struktur	
		2.0.2. 1 charanan i cisamaan Shaka	

	2.9.	Tinjauan Umum Software SAP 2000	. 34
BAB III.	MET	TODOLOGI PENELITIAN	. 36
	3.1.	Metode Penelitian.	
	3.2.	Sumber Data	
	3.3.		
	3.4.		
	3.5.		
	3.6.		
	3.7.		
	3.8.		
DADIV	шлс	SIL DAN PEMBAHASAN	40
DAD IV.	4.1.		
	т.1.	4.1.1. Pembebanan Gravitasi pada Arah Transversal	
		4.1.2. Menentukan Inersia Kolom dan Balok	
		4.1.3. Menentukan Momen Primer.	
		4.1.4. Menentukan Kekakuan Kolom dan Balok	
		4.1.5. Menentukan ρ ; γ dan m ⁽⁰⁾	
		4.1.6. Pemberesan Momen-Momen Parsil m ⁽⁰⁾	
		4.1.7. Perhitungan Momen Akhir	
		4.1.8. Menentukan Perletakan Momen Maksimum, Menghitu	
		Momen Maksimum, dan Menentukan Perletakan Momen	
		Minimum (M=0)	
		4.1.9. Menghitung Gaya Lintang	
		4.1.10.Menghitung Gaya Normal	
		4.1.11.Gambar Bidang Momen, Gaya Lintang, dan Gaya	
		Normal	. 94
	4.2.	Analisa Struktur Dengan Program Komputer SAP 2000	
	4.3.	Pembahasan	
BAB V.	KES	IMPULAN DAN SARAN	101
DI ID VI	5.1.	Kesimpulan	
		Saran	
DAFTAF	R PUS	TAKA	. XV

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Faktor Reduksi Kekuatan (<i>φ</i>)	14
	Jenis dan Kelas Baja Tulangan Menurut SII 0136-80	
	Batasan Tebal Selimut Beton	
Tabel 4.	Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung	19
	Beberapa Intensitas Beban Hidup	
	Pembebanan pada arah transversal	
	Berat Struktur Perlantai	
	Nilai Fx (Gaya Lateral Equivalen) dan Vx	
	Nilai-nilai beban gempa yang terjadi pada struktur	
	Hasil dari analisis gaya-gaya yang bekerja pada struktur	
	Hasil Momen (M3), Gaya Geser (V2), Dan Gaya Aksial (P)	
	SAP 2000	97
Tabel 12.	Hasil Momen (M3), Gaya Geser (V2), Dan Gaya Aksial (P)	
	Perhitungan dengan Takabeya	99
Tabel 13.	Hasil Momen (M3), Gaya Geser (V2), Dan Gaya Aksial (P)	
	SAP 2000	100

DAFTAR GAMBAR

	Halamaı
Gambar 1. Jenis Bangunan berdasarkan Ketinggian dan Jumlah Lantai	8
Gambar 2. Peta Lokasi	37
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 4. Detail Pembebanan	43
Gambar 5. Detail arah dan letak gaya gempa yang terjadi pada struktur	48
Gambar 6. Gambar Distribusi Momen Pada Portal	64
Gambar 7. Analisa Momen Struktur Portal	96
Gambar 8. Gambar 4. 6 Analisa Gaya Geser (Lintang-V2)	96
Gambar 9. Analisa Gava Normal (Aksial – P)	97



DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran	1. Pemodelan Strutur Portal 2D	105
Lampiran	2. Denah Rencana Kolom Lantai 1	106
	3. Denah Rencana Kolom Lantai 2	
	4. Denah Rencana Balok Lantai 1	
	5. Denah Rencana Balok Lantai 2	
	6. Daftar Tabel Balok	
	7. Daftar Tabel Kolom	



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Struktur bangunan merupakan bangunan atau komponen utama yang menunjang berdirinya suatu bangunan. Struktur gedung terdiri dari komponen-komponen diatas tanah dan komponen-komponen dibawah tanah yang didesain dan direncanakan sehingga dapat menyalurkan beban ke tanah dasar. Konstruksi dari sebuah bangunan merupakan kebutuhan dasar manusia, dimana tingkat kebutuhan tersebut terus meningkat sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi. Konstruksi bangunan pada saat ini merupakan suatu objek yang kompleks, dimana didalam bangunan tersebut diperlukan perhitungan dan analisa yang cermat serta pertimbangan tertentu yang akan menghasilkan suatu bangunan yang memenuhi syarat kokoh, ekonomis maupun estetika. Penelitian gaya dalam dengan metode takabeya merupakan metode perhitungan manual yang paling sederhana dibandingkan dengan metode lainnya.

Dalam menganalisa suatu struktur bangunan baik statis tertentu maupun statis tak tentu terdapat berbagai metode antara lain distribusi momen (Hendry Cross), *Slope Deflection*, Metode Takabeya, Metode Matriks dan beberapa metode yang dipakai umum lainnya. Salah satu metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode Takabeya, yaitu perhitungan struktur portal bertingkat banyak yang berlaku anggapan dasar bahwa deformasi yang disebabkan oleh gaya tekan/tarik dan geser dalam diabaikan dan hubungan antara balok dan kolom dianggap sebagai hubungan kaku sempurna (monolit). Analisa manual dari Metode Takabeya ini nantinya akan dibandingkan dengan program komputer software SAP 2000.

Program SAP 2000 merupakan salah satu program analisis dan perancangan struktur yang telah dipakai secara luas diseluruh dunia, program ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan oleh tim dari University of California, yang dipimpin oleh Prof. Edward L. Wilson selama lebih 25 tahun.

Objek yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige Sumatera Utara ini bertujuan untuk memenuhi fungsional sebagai kantor pelayanan pajak masyarakat. Bangunan ini berada di Jl. Silangit/Muara, Desa Parik Sabungan, Kecamatan Siborong-borong, Kabupaten Tapanuli Utara. Gedung ini memiliki 2 lantai, tinggi lantai satu ke lantai dua sama dengan lantai ke dua ke lantai rooftop yaitu 5 m, dan luas gedung adalah 1060,5 m².

Selisih analisis struktur gaya normal, lintang dan momen antara metode manual Takabeya dengan program komputer Sap 2000 diperoleh nilai yang bervariasi. Nilai selisih antara metode manual dan program komputer rata-rata memiliki selisih dibandingkan dengan nilai selisih antara metode manual ataupun program komputer. Perbedaan tanda pada nilai selisih, baik positif ataupun negatif diperoleh dari hasil pengurangan nilai analisis yang dilakukan bukan didasarkan pada kondisi daerah lapangan atau tumpuan pada masing-masing batang.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

 Berapa besarkah selisih perbandingan perhitungan portal struktur dengan menggunkan metode takabeya dan Software SAP 2000 ?

UNIVERSITAS MEDAN AREA

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah berfunsi untuk memfokuskan penelitian ini sehingga didapat hasil penelitian yang dapat dipertanggung jawabkan. Penelitian ini dibatasi agar tujuan dan sasaran dapat tercapai. Adapun pembatasan masalah tersebut sebagai berikut:

- 1. Perhitungan pembebanan, beban angin tidak di hitung atau ditambahkan.
- 2. Perhitungan manual metode Takabeya di analisa pada satu titik potongan melintang,
- 3. Pada program komputer SAP 2000 modeling yang di bentuk hanya 2 dimensi
- 4. Peraturan yang digunakan pada penelitian ini aturan-aturan yang digunakan ialah peraturan SNI 2847:2019
- 5. Perhitungan struktur portal hanya pada komponen struktur kolom dan balok

1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah, antara lain:

1.4.1. Maksud Penelitian

 Agar dapat mengetahui cara menganalisa struktur dan untuk dapat mengetahui poin – poin penting yang harus di ketahui dalam perhitungan struktur portal sehingga bisa diterapkan ilmu yang didapat terhadap dunia kerja pada nantinya.

1.4.2. Tujuan Penelitian

 Untuk mengetahui hasil perhitungan metode Takabeya pada struktur serta pembebanan struktur

- Untuk mengetahui hasil analisa software SAP 2000 pada struktur dan pembebanan struktur
- Untuk mengetahui perbandingkan hasil perhitungan metode Takabeya dan software SAP 2000.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian antara lain:

- 1. Sebagai acuan bagi mahasiswa dan *engineer* dalam bidang teknik sipil dalam memilih metode perhitungan struktur dalam merencana kan portal struktur bangunan baik secara manual atau menggunakan *Software*.
- 2. Sebagai informasi mengenai tingkatan besaran perhitungan portal struktur yang dihasilkan dengan metode manual dan menggunakan *software*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

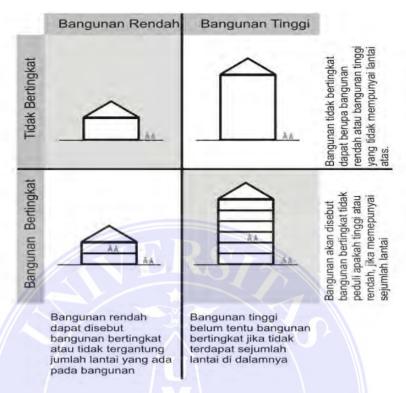
Pencipta	Judul	Metode	Kesimpulan	Link
Jurnal	Jurnal	Jurnal		Jurnal
Wahyuni,	Analisis	Metode	Berdasarkanperhitungan dan	https://
Munawir,	Portal	Takabeya	perbandingan analisis	doi.org/
Riski	Struktur	dan SAP	struktur dengan metode	10.375
Armianda	Menggunak	2000	manual dan program	98/tam
	an Metode		komputer diperoleh hasil	eh.v11i
	Takabeya		sebagai berikut:	1.141
	dan SAP		1. Perbedaan hasil momen	
	2000 (Studi		antara metode takabeya	
	Kasus:		dan output SAP 2000	
	Gedung		pada lantai I yaitu 2%, hal	
	Cukai TMP		ini menunjukkan	
	C Banda		distribusi momen untuk	
	Aceh)		kedua analisa ini hampir	
	ĺ		sama. Tetapi, tidak untuk	
			gaya hasil geser dan gaya	
			aksial yang mempunyai	
			hasil yang sangat jauh.	
			Perbedaan hanya	
			disebabkan kemungkinan	
			terjadi perbedaan	
			pendistribusian beban	
			pada titik-titik joint.	
			2. selisih hasil antara	
			metodeTakabeyadan	
			output SAP 2000	
			memiliki nilai pada	
			masing-masing bentang,	
			yaitu: momen terbesar	
			pada lantai I terletak pada	
			bentang I–J sebesar 6,300	
			Ton.m pada metode	
			takabeya dan 6,488	
			Ton.m untuk output SAP	
			2000. Untuk gaya geser	
			terjadi pada bentang J–K	
			yaitu 5,734 T untuk	
			metode takabeya dan	
			16,442 Ton untuk output	
			SAP 2000 pada bentang	
			I–J. Selanjutnya untuk	
			1 0. Solalijatilja alitak	

gaya aksial 2,741 Ton pada metode takabeya pada bentang M – N dan 1,085 Ton untuk output SAP 2000 pada bentang H-I. Pada Tingkat II momen terbesar pada bentang H–I sebesar 3,335 Ton.m, untuk output SAP 2000 3,243 Tm pada bentang O-P. Untuk gaya geser 4,806 Ton bentang I – J portal melintang, output SAP 2000 8,365 Ton pada bentang yang sama. Sedangkan untuk gaya aksial 2,131 Ton pada bentang T-U dan 2,986 Ton.m output SAP 2000 bentang H-I. Pada tingkat III momen terbesar yaitu 3,212 Ton pada bentang C' - D', output SAP 2000 4,966 Ton.m pada bentang V–W. Untuk gaya geser sebesar 2,769 Ton pada perhitungan takabeya bentang V-W, output SAP 2000 9,338 Ton bentang L-M. dan gaya aksial perhitungan takabeya 0,680 Ton bentang L-M portal melintang, output SAP 2000 1.100 Ton bentang

			2000 1,100 1011 001100115	
			X–Y.	
Ega Maya	Analisa	Metode	Dari hasil analisa dapat	https://s
Sofa, Hari	Momen	Takabeya	disimpulkan bahwa momen	emnast
Wibowo,	Struktur		terbesar yang terjadi pada	era.polt
Dewi Ayu	Kolom		Gedung kecamatan	eksmi.a
Sofia	dengan		Cikembar Kabupaten	c.id/ind
	Metode		Sukabumi terletak pada	ex.php/
	Takabeya		bentang 20-21 dengan nilai	semnas
	pada		momen 77,057 tm. Selain	tera/arti
	Bangunan		itu, setelah dilakukan	cle/vie
	Gedung		pembesaran momen didapat	w/160/
	Kecamatan		konvergensi baik pada	68

	Cikembar Kabupaten		momen rotasi maupun Displacement pada rotasi	
	Sukabumi		ke-25 dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 9.	
Johan Galanthe	Perhitungan Struktur Gedung Ruko 3 Lantai Jalan D.I Panjaitan Dengan Menggunak an Metode Takabeya Dan Program Sap 2000	Metode Takabeya	Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan sebagai berikut a. Pelat Atap: - Mutu Beton: K - 300 - Mutu Baja: U - 240 - Tul. Lapangan X: Ø10 -100 - Tul. Tumpuan X: Ø10 -100 - Tul. Tumpuan Y: Ø10 -100 - Tul. Tumpuan Y: Ø10 -100 b. Pelat Lantai: - Mutu Beton: K - 300 - Mutu Baja: U - 240 - Tul. Lapangan X: Ø10 -100 - Tul. Lapangan X: Ø10 -100 - Tul. Lapangan X: Ø10 -100 - Tul. Tumpuan X: Ø10 - 100 - Tul. Tumpuan X: Ø10 - 70 c. Balok: - Mutu Beton: K - 350 - Mutu Baja: U - 240 - Tul. Tumpuan Utama: 8 D 19 - Tul. Begel Tumpuan: Ø8 - 100 - Tul. Lapangan Utama: 8 D 19 - Tul. Begel Lapangan: Ø8 - 200 d. Kolom: - Mutu Beton: K - 350 - Mutu Baja: U - 240 - Tulangan : 14 D 19 - Tulangan Begel: Ø8 - 150	http://ej urnal.u ntag- smd.ac. id/inde x.php/T EK/arti cle/vie w/1001

2.2. Bangunan Gedung Bertingkat



Gambar 1. Jenis Bangunan berdasarkan Ketinggian dan Jumlah Lantai (Ilvan Ir, 2021)

Bangunan bertingkat adalah bangunan yang mempunyai lebih dari satu lantai secara vertikal. Bangunan bertingkat ini dibangun berdasarkan keterbatasan tanah yang mahal di perkotaan dan tingginya tingkat permintaan ruang untuk berbagai macam kegiatan. Semakin banyak jumlah lantai yang dibangun akan meningkatkan efisiensi lahan perkotaan sehingga daya tampung suatu kota dapat ditingkatkan, namun di lain sisi juga diperlukan tingkat perencanaan dan perancangan yang semakin rumit, yang harus melibatkan berbagai disiplin bidang tertentu.

Bangunan bertingkat pada umumnya dibagi menjadi dua, bangunan bertingkat rendah dan bangunan bertingkat tinggi. Pembagian ini dibedakan berdasarkan persyaratan teknis struktur bangunan. Bangunan dengan ketinggian di

atas 40 m, digolongkan ke dalam bangunan tinggi karena perhitungan strukturnya lebih kompleks. Berdasarkan jumlah lantai, bangunan bertingkat digolongkan menjadi bangunan bertingkat rendah (2-4 lantai) dan bangunan berlantai banyak (5-10 lantai) dan bangunan pencakar langit. Pembagian ini disamping didasarkan pada sistem struktur juga persyaratan sistem lain yang harus dipenuhi dalam bangunan.

2.3. Perancangan Struktur

Dalam memilih jenis struktur yang tepat, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan misalnya tinggi bangunan, arsitektural, dan fungsi bangunan. Dengan mendesain bangunan sesuai dengan berbagai ketentuan yang ada di SNI diharapkan struktur bangunan tersebut tidak mengalami keruntuhan pada saat terjadi gempa.

2.3.1. Struktur Open Frame

Struktur portal *open frame* terdiri dari kolom dan balok yang digabungkan dengan sambungan tahan momen. Kekakuan lateral dari portal kaku cenderung tergantung dari kekakuan lentur dari kolom, balok dan sambungannya.

2.3.2. Struktur Portal Bresing (Braced Frame)

Bresing adalah suatu sistem kantilever berupa *truss vertical* yang memikul beban lateral melalui kekakuan aksial portal. Interaksi bresing dan portal Ketika menerima beban lateral, *bresing* berdeformasi layaknya sebuah kantilever, sedangkan portal kaku berdeformasi geser. Dari ketiga struktur yang telah dianalisis, ternyata struktur dengan penambahan *bracing* diagonal pada sudut denah struktur sangat efektif mengurangi pergeseran dan simpangan pada struktur kerangka terbuka.

Untuk struktur gedung beraturan, pengaruh gempa rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen. Sedangkan untuk struktur gedung tidak beraturan, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan gempa dinamik, sehingga analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respons dinamik. Di dalam SNI 03-1726-2012 dijelaskan mengenai ketentuan - ketentuan pengelompokan gedung beraturan dan tidak beraturan, daktilitas struktur, pembebanan gempa nominal, wilayah gempa Indonesia beserta respons spektrum gempa untuk masing-masing wilayah, kinerja struktur gedung, dan lain-lain.

2.3.3. Pengertian struktur portal secara umum

Struktur portal adalah sistem konstruksi yang terdiri atas bagian-bagian struktur bangunan yang saling terhubung satu sama lain dengan fungsi sebagai penahan beban struktur yang bekerja padanya. Dalam perencanaan gedung perkantoran berlantai 2 ini, portal yang direncanakan terdiri dari kolom yang diperkuat dengan balok-balok yang dicor secara monolit untuk menahan beban akibat gravitasi dan gempa. Balok-balok tersebut terdiri dari balok induk, balok anak, ring balok dan sloof. Perencanaan portal ini terdiri dari dua bagian, yaitu perencanaan portal melintang dan perencanaan portal memanjang. Perencanaan portal ini menggunakan mutu beton fc' = 30 Mpa dan mutu baja fy = 240 Mpa.

2.3.4. Konsep Perencanaan Gedung

Suatu struktur bangunan bertingkat tinggi harus dapat memikul beban beban yang bekerja pada struktur tersebut, di antaranya beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi meliputi beban mati dan beban hidup yang membebani struktur, sedangkan yang termasuk beban lateral adalah beban angin dan beban gempa.

Kekuatan semua penampang komponen struktur dari gedung harus direncanakan sesuai dengan kriteria dasar di atas. Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu, yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor. Kuat rencana suatu komponen struktur, sambungannya dengan komponen struktur lain, dan penampangnya, sehubungan dengan perilaku lentur, beban normal, geser, dan torsi harus diambil sebagai hasil kali kuat nominal, yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi. (SNI 03 - 2847 - 2013)

Perencanaan beban untuk rumah dan gedung diharuskan memperhatikan penggunaan beban-beban yang diizinkan dalam perencanaan tersebut, seperti beban -beban hidup untuk atap miring, gedung parkir bertingkat dan landasan helikopter yang dimuat praktis sudah mencakup semua jenis pesawat yang biasa dioperasikan. Termasuk juga reduksi beban hidup untuk perencanaan balok induk dan portal serta peninjauan gempa yang pemakaiannya optional bukan keharusan, terlebih bila reduksi tersebut membahayakan konstruksi atau unsur konstruksi yang ditinjau. (Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, 1987).

a. Faktor Keamanan

Agar dapat terjamin bahwa suatu struktur yang direncanakan mampu menahan beban yang bekerja, maka pada perencanaan struktur digunakan faktor keamanan tertentu. Faktor keamanan ini terdiri atas 2 jenis, yaitu:

- Faktor keamanan yang berkaitan dengan beban luar yang bekerja pada struktur, disebut faktor beban.
- Faktor keamanan yang berkaitan dengan kekuatan struktur (gaya dalam),
 disebut faktor reduksi kekuatan (φ).

b. Faktor Beban

Besar faktor beban yang diberikan untuk masing-masing beban yang bekerja pada suatu penampang struktur akan berbeda-beda tergantung dari jenis kombinasi beban yang bersangkutan. Menurut SNI-2847-2013 Pasal 9.2.1 kekuatan perlu U harus paling tidak sama dengan pengaruh beban terfaktor dalam persamaan 2.1.1 sampai persamaan 2.1.7. Pengaruh salah satu atau lebih

beban yang tidak bekerja secara serentak harus diperiksa beban S (salju) dalam persamaan-persamaan di bawah ini.

1.
$$U = 1.4 D$$
....(2.1.1)

2.
$$U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr atau R)$$
(2.1.2)

3.
$$U = 1.2 D + 1.6 (Lr atau R) + (1.0 L atau 0.5 W) \dots (2.1.3)$$

4.
$$U = 1.2 D + 1.0 W + 1.0 L + 0.5 (Lr atau R) \dots (2.1.4)$$

5.
$$U = 1.2 D + 1.0 E + 1.0 L$$
 (2.1.5)

6.
$$U = 0.9 D + 1.0 W$$
....(2.1.6)

7.
$$U = 0.9 D + 1.0 E$$
....(2.1.7)

Kecuali sebagai berikut:

- a. Faktor beban pada beban hidup L dalam persamaan (2.1.3) sampai (2.1.5) diizinkan direduksi sampai 0,5 kecuali untuk garasi, luasan yang ditempati sebagai tempat publik, dan semua luasan dimana L lebih besar dari 4,8 kN/m².
- b. Bila W didasarkan pada beban angin tingkat layan, 1,6W harus digunakan sebagai pengganti dari 1,0W dalam persamaan (2.1.4) dan (2.1.6), dan 0,8W harus digunakan sebagai pengganti dari 0,5 W dalam persamaan (2.1.3).

Keterangan:

U = Kombinasi beban terfaktor

D = Beban mati (Dead Load)

 $L = Beban \ hidup (Live Load)$

A = Beban hidup atap

R = Beban air hujan

W = Beban angin (Wind Load)

E = Beban gempa (*Earth Quake Load*)

c. Faktor Reduksi Kekuatan

Kuat rencana suatu komponen struktur sehubungan dengan perilaku lentur, beban normal, geser, dan torsi harus diambil sebagai hasil kali kuat nominal yang dihitung dengan suatu faktor reduksi kekuatan φ. Faktor reduksi ini disesuaikan dengan SNI 2847-2013 pasal 9.3.2. Faktor reduksi kekuatan φ disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 1. Faktor Reduksi Kekuatan (φ), (Persyaratan Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013)

1	Donomana taulrandali tauilr	0.00
l.	Penampang terkendali tarik	0,90
2.	Penampang terkendali tekan	
	a. Komponen struktur dengan tulangan spiral	0.75
	b. Komponen struktur bertulang lainnya	0.65
3.	Geser dan torsi	0,75
1.	Tumpuan pada beton kecuali daerah angkur	0,65
5.	Daerah angkur pasca tarik	0,85
5.	Model strat dan pengikat, dan strat, pengikat, daerah pertemuan (nodal), dan daerah tumpuan dalam model tersebut.	0,75
7.	Penampang lentur dalam komponen struktur pratarik dimana penanaman strand kurang dari panjang penyaluran.	
	a. Dari ujung komponen struktur ke ujung panjang transfer	0,75
	 b. Dari ujung panjang transfer ke ujung panjang penyaluran boleh ditingkatkan secara linier. 	0,75-0,9

2.4. Aspek-Aspek Perencanaan

Aspek-aspek perencanaan yang ditinjau sebelum dilakukan proses desain harus dilihat secara rinci. Karena dengan cara tersebut dapat dipahami segala implikasi dari berbagai alternatif yang akan dilakukan. Pilihan yang rasional mengenai struktur final yang akan dilaksanakan harus mampu mengadopsi segala aspek yang bersangkutan dengan perencanaan.

Salah satu tinjauan mengenai dasar perilaku material digunakan dalam pemilihan sistem struktur bangunan. Sistem fungsional dari gedung mempunyai hubungan yang erat dengan pemilihan struktur atas. Pola yang dibentuk oleh konfigurasi struktural mempunyai hubungan erat dengan pola yang dibentuk berdasarkan pengaturan fungsional. Dalam proses perancangan struktural perlu dicari derajat kedekatan antara sistem struktural yang akan digunakan dengan

tujuan desain (tujuan yang akan dikaitkan dengan masalah arsitektural, efisiensi, serviceability, kemudahan pelaksanaan dan biaya).

Adapun faktor yang menentukan dalam pemilihan jenis struktur sebagai berikut :

1. Aspek arsitektural

Aspek arsitektural dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan jiwa manusia akan suatu keindahan. Bentuk- bentuk struktur yang direncanakan sudah semestinya mengacu pada pemenuhan kebutuhan yang dimaksud.

2. Aspek fungsional

Perencanaan struktur yang baik sangat memperhatikan fungsi dari bangunan tersebut. Dalam kaitannya dengan penggunaan ruang, aspek fungsional sangat mempengaruhi besarnya dimensi bangunan yang direncanakan.

3. Kekuatan dan kestabilan struktur

Kekuatan dan kestabilan struktur mempunyai kaitan yang erat dengan kemampuan struktur untuk menerima beban-beban yang bekerja, baik beban vertikal maupun beban lateral dan kestabilan struktur baik arah vertikal maupun lateral.

4. Faktor ekonomi dan kemudahan pelaksanaan

Biasanya dari suatu gedung dapat digunakan beberapa sistem struktur yang bisa digunakan, maka faktor ekonomi dan kemudahan pelaksanaan merupakan faktor yang mempengaruhi sistem struktur yang dipilih.

5. Aspek lingkungan

Aspek lain yang ikut menentukan dalam perancangan dan pelaksanaan suatu proyek adalah aspek lingkungan. Dengan adanya suatu proyek yang diharapkan akan memperbaiki kondisi lingkungan dan kemasyarakatan. Sebagai contoh dalam perencanaan lokasi dan denah haruslah mempertimbangkan kondisi lingkungan apakah rencana kita nantinya akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar baik secara fisik maupun kemasyarakatan atau bahkan sebaliknya akan dapat menimbulkan dampak yang positif.

2.5. Beton Bertulang

SNI 03-2847-2002 Pasal 3.13 mendefinisikan beton bertulang sebagai beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua bahan tersebut bekerja sama dalam memikul gaya-gaya. Beton bertulang terbuat dari gabungan antara beton dan tulangan baja. Oleh karena itu, beton bertulang memiliki sifat yang sama seperti bahan-bahan penyusunya yaitu sangat kuat terhadap beban tekan dan beban tarik.

Sistem struktur bangunan yang dibuat dengan beton bertulang dirancang dari prinsip dasar desain dan penelitian elemen beton bertulang yang menerima gayagaya dalam seperti gaya geser, gaya aksial, momen lentur, dan momen puntir. Di dalam struktur ini, memiliki kekuatan tekan yang besar namun lemah terhadap tegangan tarik. Karena itulah baja tulangan ditanam di dalam beton untuk menahan tegangan tarik. Hal-hal yang mempengaruhi kualitas beton bertulang antara lain lekatan antara beton dan baja yang mencegah slip tulangan, derajat kedap beton

yang melindungi tulangan baja dari korosi, dan tingkat pemuaian antara baja dan beton yang dapat menghilangkan beda tegangan antara keduanya.

Untuk meningkatkan kekuatan lekatan antara tulangan dengan beton di sekelilingnya telah dikembangkan jenis tulangan uliran pada permukaan tulangan, yang selanjutnya disebut sebagai baja tulangan deform atau ulir. Mengacu SII 0136-80, Dipohusodo menyebutkan pengelompokan baja tulangan untuk beton bertulang sebagaimana ditunjukan pada tabel berikut:

Tabel 2. Jenis dan Kelas Baja Tulangan Menurut SII 0136-80 (Persyaratan Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013)

Jenis	Kelas	Simbol Batas Ulur Maksimum		Kuat Tarik
)/	(MPa)	Minimum (MPa)
Polos	// 1	BJTP-24	235	382
	2	BJTP-30	294	480
Ulir	2	BJTD-24	235	382
	3	BJTD-30	294	480
	4	BJTD-35	343	490
	5	BJTD-40	392	559
		BJTD-50	490	610

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, untuk melindungi tulangan terhadap bahaya korosi maka di sebelah tulangan luar harus diberi selimut beton. Untuk beton bertulang, tebal selimut beton minimum yang harus disediakan untuk tulangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

Tabel 3. Batasan Tebal Selimut Beton (Persyaratan Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2013)

	Kondisi Struktur	Tebal Selimut
a.	Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu	70
	berhubungan dengan tanah	
b.	Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca:	
	1. Batang D-19 hingga D-56	50
	2. Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16	40
	dan yang lebih kecil	
c.	Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca	
	atau tanah:	
	Pelat dinding, pelat berusuk:	
	3. Batang D-44 dan D-56	40
	4. Batang D-36 dan yang lebih kecil	20
	Balok, kolom:	
	5. Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral	40
	Komponen struktur cangkang, pelat melipat:	
	6. Batang D-19 dan yang lebih besar	20
	7. Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16	15
	dan yang lebih kecil	

2.6. Ketentuan Perencanaan Pembebanan

Adapun acuan yang digunakan dalam merencanakan pembebanan adalah sebagai berikut:

- 1. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2013).
- Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2012).
- Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013).
- 4. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (SKBI-1.3.53.1987)

2.6.1. Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mempu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Adapun pembeban yang dihitung adalah sebagai berikut:

a. Beban Mati (DL)

Beban mati ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

Tabel 4. Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung Pedoman (Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, 1987)

Material Gedung	Berat (kg/m ³)					
Baja	7850					
Batu alam	2600					
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat teumpuk)	1500					
Batu karang (berat tumpuk)	700					
Batu pecah	1450					
Besi tuang	7250					
Beton	2200					
Beton Bertulang	2400					
Kayu (kelas I)	1000					
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa	1650					
diayak)						
Pasangan bata merah	1700					
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200					
Pasangan batu cetak	2200					
Pasangan batu karang	1450					
Pasir (kering udara sampai lembab) 1600						
Pasir (jenuh air) 1800						
Pasir kerikil, 1850						
koral (kering udara sampai lembab) 1700						
Tanah lempung dan lanau (kering udara sampai 2000						
lembab)						
Tanah lempung dan lanau (basah) Timah hitam	11400					

Lanjutan Tabel 4

Komponen Gedung	Kg/m ²
Adukan, per cm tebal	
Dari semen	21
Dari kapur, semen merah atau tras	17
Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per	14
cm tebal Dinding pasangan bata merah	
Satu bata	450
Setengah bata	250
Dinding pasangan batako Berlubang:	
Tebal dinding 20 cm (HB 20)	200
Tebal dinding 10 cm (HB 10)	120
Tanpa Lubang:	
Tebal dinding 15 cm	300
Tebal dinding 10 cm	200
Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya	
tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri	
dari:	
Semen asbes (eternit dan bahan lain sejenis),	11
dengan tebal maksimum 4 mm	
Kaca, dengan tebal 3 – 5 mm	10
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa	40
langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan	
untuk beban hidup maksimum 200 kg/m2	
Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan	7
bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum	50
0,80 m	
Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per	40
m2 bidang atap Penutup atas sirap dengan reng dan	
usuk/kaso, per m2 bidang atap Penutup atap seng	10
gelombang (BJLS-25) tanpa gordeng	
Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan	24
beton, tanpa adukan, per cm tebal	
Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11

b. Beban Hidup (LL)

Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari

20

gedung itu, sehingga mengakibakan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

Tabel 5. Beberapa Intensitas Beban Hidup (Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, 1987)

	Beban Hidup	Berat (kg/m)
a.	Lantai dan tangga rumah tinggal,	200
	kecuali yang disebut dalam (b)	
b.	Lantai dan rumah tinggal	150
	sederhana dan gudanggudang tidak	
	penting yang bukan untuk toko	
	atau ruang kerja	
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah,	250
	kantor, toko, restoran, hotel dan	
	asrama	
d.	Lantai olah raga	400
e.	Tangga, bordes tangga, dan gang	300
	yang disebutkan dalam (c)	
f.	Lantai ruang dansa	500
g.	Lantai dan balkon-dalam dari	400
ľ	ruang untuk pertemuan, tidak	
	termasuk dalam yang disebutkan	
	dam (a) s.d (f) seperti gereja, ruang	
	konser, ruan pertunjukan, ruang	
	rapat, bioskop dsb	

Beban Angin (W)

Struktur yang ada pada lintasan angin akan menyebabkan angin berbelok atau dapat berhenti. Sebagai akibatnya, energi kinetik angin akan berubah bentuk menjadi energi potensial yang berupa tekanan atau isapan pada struktur. Besar tekanan atau isapan yang diakibatkan oleh angin pada suatu titik bergantung pada kecepatan angin, rapat massa udara, lokasi yang ditinjau pada struktur, perilaku permukaan struktur,

^{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

bentuk geometris, dimensi dan orientasi struktur, dan kekakuan keseluruhan struktur.

Salah satu faktor yang mempengaruhi besar gaya yang ada pada saat udara bergerak disekitar benda adalah kecepatan angin. Kecepatan angin rencana untuk berbagai lokasi geografis ditentukan dari observasi empiris. Kecepatannya sekitar 60 mph (96 km/jam) sampai sekitar 100 mph (161 km/jam) dan didaerah pantai sekitar 120 mph (193 km/jam). Kecepatan rencana biasanya didasarkan atas periode 50 tahun. Karena kecepatan angin akan semakin tinggi dengan ketinggian di atas tanah, maka tinggi kecepatan rencana juga demikian. Selain itu perlu juga diperhatikan apakah bangunan itu terletak diperkotaan atau di pedesaan. Analisis yang lebih rumit juga memasukan embusan yang merupakan fungsi dari ukuran dan tinggi struktur, kekasaran permukaan, dan benda-benda lain disekitar struktur. Peraturan bangunan lokal harus diperhatikan untuk menentukan beban angin atau kecepatan rencana.

Bedasarkan PPUG 1987 untuk menghitung pengaruh angin pada struktur dapat disyaratkan sebagai berikut :

- 1. Tekanan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2
- 2. Tekanan tiup di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 km/m^2
- 3. Untuk tempat-tempat dimana terdapat kecepatan angin yang mungkin mengakibatkan tekanan tiup yang lebih besar, tekanan tiup angin (p) dapat ditentukan berdasarkan rumus :

$$p\frac{v^2}{16}(kg/m^2)$$
.....(2.3.1)

Dimana v adalah kecepatan angin (m/detik).

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup:

- a. Dinding vertikal
 - 8. Di pihak angin+ 0,9
 - 9. Di belakang angin 0,40
- b. Atap segitiga dengan sudut kemiringan α

$$65^{\circ} < \alpha$$
 + 0,90

11. Dibelakang angin, untuk semua α - 0,40

2.6.2. Beban Konstruksi

Unsur struktur umumnya dirancang untuk beban mati dan beban hidup, akan tetapi unsur tersebut dapat dibebani oleh beban yang jauh lebih besar dari beban rencana ketika bangunan didirikan. Beban ini dinamakan beban konstruksi dan merupakan pertimbangan yang penting dalam rancangan unsur struktur.

2.6.3. Kombinasi Pembebanan

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, ada beberapa jenis beban yang bekerja pada setiap struktur. Hal penting dalam menentukan beban desain adalah pertanyaan apakah semua beban tersebut bekerja secara simultan atau tidak. Beban mati selalu ada pada struktur sedangkan yang berubah-ubah harganya adalah besar beban hidup dan kombinasi beban hidup.

Struktur dapat dirancang untuk memikul semua beban maksimum yang bekerja secara simultan, tetapi struktur demikian, bagaimanapun akan berkekuatan sangat berlebihan untuk kombinasi beban yang secara aktual mungkin terjadi selama umur struktur. Berkenaan dengan ini banyak peraturan atau rekomendasi mengenai reduksi beban desain apabila ada kombinasi beban tersebut.

Untuk beban pengguna pada gedung bertingkat banyak sangat tidak mungkin semua lantai secara simultan memikul beban penggunaan maksimum. Oleh sebab itu ada reduksi yang diizinkan dalam beban desain untuk merencanakan elemen struktur dengan memperhatikan efek kombinasi dan beban hidup dari banyak lantai.

Dengan mengacu pada kombinasi pembebanan Menurut pasal 9.2 SNI-2847-2013, Agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban, maka harus dipenuhi ketentuan dari kombinasi-kombinasi beban berfaktor sebagai berikut :

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)$$
....(2.3.8)

Bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D, L, dan W berikut harus ditinjau untuk menentukan nilai U yang terbesar, yaitu:

$$U = 1.2 D + 1.6 (A atau R) + (1.0 L atau 0.5 W)...$$
 (2.3.9)

$$U = 1.2 D + 1.0 W + 1.0 L + 0.5 (A atau R)....(2.3.10)$$

Dimana kombinasi beban harus memperhitungkan kemungkinan beban hidup L yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, dan

$$U = 0.9 D \pm 1.0 W$$
.....(2.3.11)

Perlu dicatat bahwa untuk setiap kombinasi beban D, L, dan W, kuat perlu U tidak boleh kurang dari Pers. (2.3.8)

- 2. Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa (E) harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai kuat perlu U harus diambil sebagai:
- 3. $U = 0.9 D \pm 1.0 E$(2.3.12)

Dalam hal ini nilai E ditetapkan berdasarkan ketentuan SNI -1726 - 2012 tentang standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung.

Keterangan:

U = Kombinasi beban terfaktor

D = Beban mati (Dead Load)

 $L = Beban \ hidup (Live Load)$

A = Beban hidup atap

R = Beban air hujan

W = Beban angin (Wind Load)

E = Beban gempa (Earth Quake Load)

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2.6.4. Sistem Bekerjanya Beban

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen struktur yang berada di atas akan membebani elemen struktur di bawahnya, atau dengan kata lain elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih kecil.

Dengan demikian sistem bekerjanya beban untuk elemen-elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut : beban pelat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, beban balok portal didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

2.7. Perencanaan Struktur Atas

Proses disain elemen struktur dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

- Desain umum, merupakan peninjauan secara garis besar keputusankeputusan desain. Tipe struktur dipilih dari berbagai alternatif yang memungkinkan. Tata letak struktur, geometri atau bentuk bangunan, jarak antar kolom, tinggi lantai dan material bangunan ditetapkan secara baik dalam tahap ini.
- 2. Desain terinci, mencakup peninjauan tentang penentuan besar penampang tentang balok, kolom, dan elemen struktur lainnya.

Struktur harus mampu memikul beban rancang secara aman tanpa kelebihan tegangan pada material dan mempunyai deformasi yang masih dalam daerah yang di izinkan. Kemampuan suatu struktur untuk memikul beban tanpa ada kelebihan tegangan diperoleh dengan menggunakan faktor keamanan dalam desain elemen

struktur. Dengan memilih ukuran serta bentuk elemen dan bahan yang digunakan, taraf tegangan pada strukrur dapat ditentukan pada taraf yang dipandang masih dapat diterima secara aman, dan sedemikian hingga kelebihan tegangan pada material (misalnya ditunjukan dengan adanya retak) tidak terjadi.

Untuk melakukan analisis maupun desain elemen struktur perlu ditetapkan kriteria yang dapat digunakan sebagai ukuran maupun untuk menentukan apakah struktur tersebut dapat diterima untuk penggunaan yang diinginkan atau untuk maksud desain tertentu. Pada umumnya, kriteria-kriteria yang ditetapkan yaitu kemampuan layan, efisiensi, konstruksi, harga, kriteria berganda dan lain-lain.

Struktur bangunan gedung terdiri dari elemen-elemen struktur yang menyatu menjadi satu kesatuan struktur bangunan Gedung yang utuh. Pada dasarnya, elemen-elemen struktur pada bangunan gedung yaitu pelat, balok, kolom, dan pondasi. Dan biasanya untuk bangunan-bangunan bertingkat banyak pasti ada yang namanya *shear wall* atau dinding geser khusus yang penulis bahas yaitu mengenai core wall.

2.7.1. Pelat Lantai

Pelat lantai merupakan sebuah elemen dari bangunan yang biasanya ditumpu oleh gelagar-gelagar, balok beton bertulang, ataupun kolom. Pelat lantai sangat dipengaruhi oleh momen lentur dan gaya geser yang terjadi. Sisi tarik pada pelat terlentur ditahan oleh tulangan baja, sedangkan gaya geser pada pelat lantai ditahan oleh beton yang menyusun pelat lantai itu sendiri.

Lentur pada pelat lantai dapat dibedakan menjadi dua yaitu lentur satu arah, jika perbandingan bentang panjang dan bentang pendek lebih besar dari 2,

serta lentur dua arah, jika perbandingan bentang panjang dan bentang pendek lebih kecil sama dengan 2.

2.7.2. Balok

Balok merupakan bagian dari komponen struktur yang menahan beban lentur, yang apabila diberi beban akan mengakibatkan timbulnya momen lentur dan deformasi pada balok tersebut. Momen tersebut akan menimbulkan tegangan dan regangan, baik tarik maupun tekan. Dalam hal ini balok dibantu oleh tulangan dalam menahan gaya tarik maupun desak yang ditimbulkan oleh beban-beban yang bekerja pada struktur.

2.7.3. Kolom

Menurut SNI–2847, Kolom merupakan komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3 yang digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan. Kegagalan kolom akan berakibat langsung runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan. Oleh karena itu dalam perencanaan struktur kolom diberikan cadangan kekuatan lebih tinggi dari komponen struktur yanglain.

Pada prakteknya, kolom tidak hanya menahan beban aksial vertikal, tetapi juga menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur. Atau dengan kata lain, kolom harus diperhitungkan untuk menyangga beban aksial tekan dengan eksentrisitas tertentu.

2.8. Metode Takabeya

2.8.1. Pengertian Metode Takabeya

Metode Takabeya merupakan metode yang paling sederhana dalam penggunaannya dalam perhitungan portal bertingkat dibandingkan dengan metode Cross dan Kani. Karena metode Takabeya ini pada tiap-tiap titik kumpulnya hanya memerlukan satu momen persiil untuk pembesaran momen.

Metode Takabeya merupakan metode yang paling mudah untuk dipelajari dan dimengerti dalam waktu yang relatip singkat, demikian pula dalam perhitungan portal bertingkat banyak, diperlukan waktu yang relatip singkat juga.

Pada perhitungan konstruksi portal, telah kita kenal suatu metode yang cukup populer yaitu metode yang cukup populer, yaitu metode dari Prof. Hardy Cross yang mendasarkan pada prinsip distribusi dan induksi momen.

Untuk suatu perhitungan portal bertingkat banyak, Metode Cross ini sudah tidak praktis lagi, Karena umpamanya pada portal bertingkat sepuluh, diperlukan sepuluh macam perhitungan pembesaran momen akibat goyangan pada masingmasing tingkat dan ditambah satu macam pembesaran momen akibat muatan luar, Belum lagi pemecahan sepuluh macam bilangan akibat goyangan dan muatan luar tersebut.

Meskipun metode Cross dapat digunakan untuk perhitungan portal dengan arah pergoyangan sembarang, namun pada umumnya ditinjau dari segi ekonomis, bentuk konstruksi portal adalah konstruksi yang mempunyai satu macam arah pergoyangan yaitu pergoyangan pada arah horizontal saja.

Pada beberapa waktu yang silam, Telah dipecahkan suatu metode untuk menyederhanakan perhitungan konstruksi portal bertingkat, yang pada mulanya

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

kita kenal dengan metode Kani, dimana dalam metode ini hanya diperlukan satu macam perhitungan pembesaran momen sehingga tidak lagi memerlukan pemecahan banyak persamaan dengan macam banyak macam perhitungan. Namun demikian, Masih ada suatu metode yang lebih sederhana yaitu metode Takabeya, yang merupakan penyederhanaan dari metode Kani.

2.8.2. Penurunan Persamaan Struktur

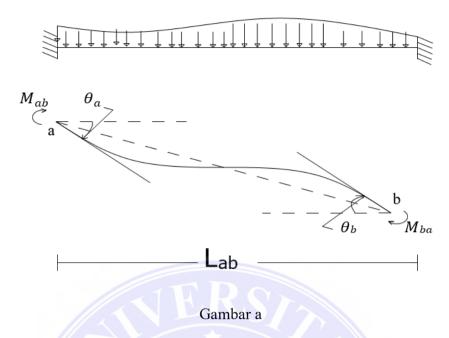
Pada dasarnya didalam perhitungan konstruksi portal, perhitungan didasarkan atas anggapan-anggapan bahwa :

- Deformasi yang diakibatkan oleh gaya tekan atau tarik dan gaya geser dalam di abaikan.
- 2. Hubungan antara balok dan kolom adalah kaku sempurna.

Sesuai dengan anggapan tersebut,pada titik kumpul dimana balok dankolom berpotongan, batang-batang (balok dan kolom) ini dipengaruhi olehperubahan yang sebanding dengan perputaran dan pergeseran sudut, dimana momen-monen lentur dari ujung –ujung batang dinyatakan sebagai fungsi dari perputaran sudut dan pergeseran sudut relatif dari satu ujung batang terhadap ujung batang yang lain.

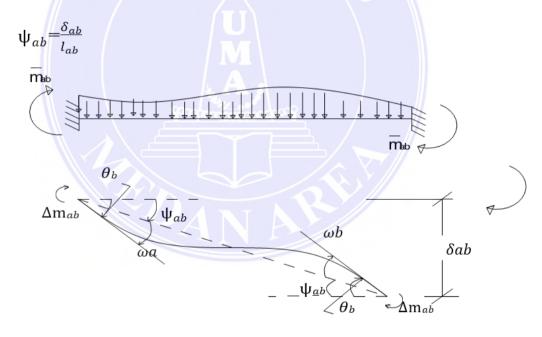
Sebagai contoh diambil batang a-b dengan pembebanan seperti tertera pada gambar berikut, dimana ujung b bergeser sejauh δ_{ab} relatif terhadap titik a. Besarnya M_{ab} dan δ_{ba} dapat dinyatakan sebagai fungsi dari perputaran sudut, yang akan diturunkan sebagai berikut :

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber



Keadaan pada gambar diatas dapat diuraikan dari super posisi pada dua

keadaan berikut:



Gambar b

 $1.\,Dilarang\,Mengutip\,sebagian\,atau\,seluruh\,dokumen\,ini\,tanpa\,mencantumkan\,sumber$

Dari super posisi diatas maka dapat dituliskan:

$$Mba = \Delta Mba + \overline{M} ba$$
I - 3

Dimana:

Mab dan Mba adalah besarnya momen akhir (Design momen)

 $\overline{\mathrm{M}}ab$ dan $\overline{\mathrm{M}}ba$ adalah besarnya momen primer (*Fixed and moment*) dari keadaan ujung balok terjepit.

 Δ Mab dan Δ Mba adalah berdasarkan momen koreksi akibat adanya pergeseran titik b sejauh δab .

Catatan: Perjanjian tanda untuk momen-momen adalah ditinjau terhadap ujung batang dinyatakan positif apabila searah dengan perputaran arah jarum jam dan sebaliknya. (BUKU TAKABEYA IR. SOETOMO, HM)

Berdasarkan momen-momen koreksi ΔMab dan ΔMba dapat diturunkan berdasarkan prinsif persamaan perputaran sudut sebagai berikut :

1.
$$\theta a = Wa + \psi ab$$

2.
$$\theta b = Wa + \psi ab$$

Lihat gambar.1-2b

1.
$$\theta a = +\frac{\Delta Ma \, lab}{3 \, Elab} - \frac{\Delta Ma \, lab}{6 \, Elab} + \psi ab$$

2.
$$\theta b = -\frac{\Delta Ma \, lab}{3 \, Elab} - \frac{\Delta Ma \, lab}{3 \, Elab} + \psi ab$$

$$\theta a + \theta b = \frac{1}{2} - \frac{\Delta Ma \ lab}{3 \ Elab} + 3 \ \psi ab$$

$$\Delta Mab = \frac{2 \text{ Elab}}{Iab} + (2 \theta a + \theta b - 3 \psi ab)$$

+

UNIVERSITAS MEDAN AREA

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

Analog :
$$\Delta Mab = \frac{2 \text{ Elab}}{Iab} + (2 \theta a + \theta b - 3 \psi ab)$$

Bila dinyatakan $\frac{lab}{Iab} = Kab$

Maka :
$$\Delta Mab = 2E \text{ K}ab \{ 2 \theta a + \theta b - 3 \psi ab \} \dots 1-4$$

$$\Delta Mba = 2E \text{ K}ab \{ 2 \theta b + \theta a - 3 \psi ab \} \dots 1-4$$

Persamaan II-4 tersebut adalah persamaan persamaan yang cukup dikenal dalam setiap textbooks mekanika teknik, yang kemudian persamaan ini oleh Takabeya disederhanakan lagi sebagaimana yang akan ditunjukkan dalam persamaan – persamaan II-6 dan II-7 nantinya. Dengan demikian dari persamaan II-3 dan II-4 dapat diperoleh :

Persamaan 1-3 tersebut disederhanakan lagi oleh Takabeya menjadi :

$$Mab = Kab \{ 2 Ma + Mb - \overline{M}ab \} + \overline{M}ab \qquadII - 6$$

$$Mab = Kab \{ 2 Mb + Ma - \overline{M}ba \} + \overline{M}ba$$
II - 6

Bila:
$$Ma = 2E K \theta a$$
: $Ma = 2E K \theta a$ II – 7

$$\overline{M}ab = -6 E K \psi ab$$
: $Kab = \frac{K ab}{K}$ II – 7

Dimana:

- K adalah suatu harga konstanta kekakuan (bukan faktor kekakuan seperti Kab).
- K berdimensi m^3 ditentukan sebarang, sehingga M dan \overline{M} berdimensi sebagai momen yaitu ton/m.

Ma adalah disebut sebagai momen persiil akibat perputaran sudut θ a, selanjudnya disebut momen rotasi di titik a.

Mb adalah disebut sebagai momen persiil akibat perputaran sudut θ b, selanjudnya disebut momen rotasi di titik b.

 $ar{M}$ ab Disebut sebagai momen persiil akibat pergeseran titik b relatif terhadap titik a sejauh δab , selanjudnya disebut momen displacemen dari batang a-b

Persamaan dasar II-6 disebut di atas adalah persamaan dasar yang digunakan untuk menurunkan rumus –rumus pada metode TAKABEYA.

Catatan:

Dalam meninjau setiap *freebody* pada setiap penurunan rumus maupun perhitungan nantinya, arah momen selalu dimisalkan searah dengan perputaran jarum jam pada tiap-tiap ujung batang dari masing-masing *freebody*, bila ternyata keadaan yang sebenarnya berlawanan dengan pemisalan tersebut, diberi tanda negatif (-) sesuai dengan perjanjian tanda momen. (BUKU TAKABEYA IR.SOETOMO,HM).

2.9. Tinjauan Umum Software SAP 2000

SAP 2000 merupakan *software* yang digunakan untuk menganalisa struktur maupun jembatan terhadap beban-beban yang bekerja dan mendesain elemenelemennya. SAP 2000 merupakan *softwere* yang digunakan untuk menganalisis struktur gedung maupun jembatan terhadap beban yang bekerja dan mendesain elemen-elemen nya. Beberapa pilihan yang disediakan dalam SAP 2000, antara lain membuat struktur baru, memodifikasi, dan merancang (mendesain) elemen

struktur. Program SAP 2000 dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang, dan mengganti peraturan (code) perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Namun demikian, ada beberapa hal yang tidak diperhitungkan oleh program ini dan harus dilakukakan sendiri oleh perencana.

Computer and Structure Inc. (CSA) yang berpusat di Berkeley, California, USA merupakan suatu pusat studi yang mengembangkan program-program perhitungan Metode Elemen Hingga menjadi suatu perangkat lunak yang telah dipasarkan secara internsional, salah satu diantara program-program tersebut adalah Structural Analysis Program (SAP) 2000. Program yang dirancang sangat efektif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, megubah dimensi batang, dan mengganti peraturan (code) perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Namun demikian, ada beberapa hal yang tidak di perhitungkan oleh program ini dan harus dilakukan sendiri oleh perencana.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metodologi penelitian ini merupakan jenis metode penelitian kuantitatif yang menjabarkan secara rinci dan sistematis berkenaan dengan objek lokasi penelitian, data material, pemodelan/pendimensian struktur portal, hingga analisis data untuk hasil penelitian.

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam perencanaan struktur kantor bertingkat tiga ini dapat dibagi menjadi tiga, yaitu.

- 1. Input data,
- 2. Analisis struktur, dan
- 3. Perbandingan hasil gaya dalam metode *Takabeya* dengan program komputer.

3.2. Sumber Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini hanyalah data skunder yang didapat seperti: Gambar Bestek dan peraturan-peraturan pembebanan gedung. Data sekunder adalah data penunjang yang penunjang yang lebih dulu dikumpulkan atau diperoleh dari data yang mendukung penelitian ini diperoleh dari berbagai pengujian terdahulu yang dilakukan dan berbagai literature yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.3. Lokasi dan Waktu Penelitian

Gedung yang direncanakan adalah Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige Sumatera Utara. Bangunan ini berada di Jl. Silangit/ Muara, Desa Parik Sabungan, Kecamatan Siborong-borong, Kabupaten Tapanuli Utara.



Gambar 2. Peta Lokasi (Google Maps, 2023)

3.4. Perencanaan Penelitian

Perencanaan penelitian berbentuk kuantitatif, di mana analisis yang dilakukan akan memaparkan selisih dan hasil perbandingan kedua metode analisa struktur secara kuantitatif berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan. Metode Observasi ini digunakan sebagai suatu pemahaman terhadap objek yang dianalisis

3.5. Pemodelan Struktur Portal

Sebelum melakukan analisa perhitungan terlebih dahulu objek yang dianalisis dibuat dalam bentuk modeling. Agar memudahkan dalam proses analisa perhitungan. Objek yang digunakan adalah struktur portal melintang Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. Modelling Portal tersebut digunakan untuk dua analisa yaitu analisa secara manual (Takabeya) dan satu lagi digunakan untuk analisa dalam program komputer (SAP 2000). Modeling yang dibuat hanya dalam bentuk modeling 2D (Dua Dimensi) pada portal yang melintang dan memanjang.

3.6. Identifikasi Pembebanan

Setelah membuat permodelan (modeling) pada tiap-tiap analisa, analisa manual (*takabeya*) dan analisa program komputer (SAP 2000), selanjutnya identifikasikan beban yang akan dimasukkan pada tiap-tiap balok. Peraturan yang digunakan ialah Badan Standar Nasional, Persyaratan Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. (SNI 2847:2019), dimana:

- 1. Beban mati (D): U = 1,4D.
- 2. Beban hidup (L): Q = 1.6 sehingga U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (Lr atau R).

Dalam konstruksi perencanaan ini ditinjau hanya beban kombinasi (Wu) saja Pada penelitian ini beban horizontal tidak digunakan seperti beban gempa atau angin atau lain sebagainya. Karena hanya beban-beban pada vertikal saja lingkup penelitian ini.

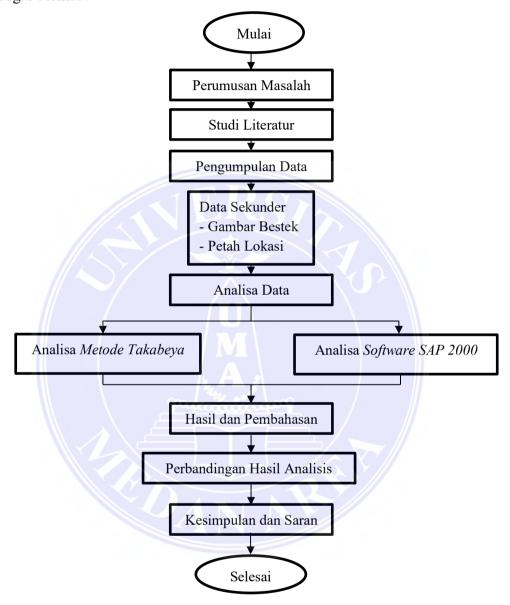
3.7. Analisis Metode

Analisa yang digunakan adalah metode perbandingan. Analisa ini difokuskan pada perbandingan kedua metode (manual dan program komputer) terkait hasil perhitungan-perhitungan gaya-gaya dalam yang dilakukan. Data-data yang telah diperoleh kemudian dilakukan perhitungan perhitungan gaya-gaya dalam pada struktur portal melintang dengan menggunakan metode manual yaitu metode takabeya. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan program komputer yaitu SAP 2000. Perbandingan yang dilakukan tersebut nantinya akan dihitung besar dan selisih gaya-gaya dalam yang timbul dari masing-masing perhitungan tersebut. Analisa yang digunakan, yaitu:

- 1. Analisa dengan metode manual Takabeya
- 2. Analisa dengan program komputer (software) SAP 2000.

3.8. Bagan Alir Penelitian

Dalam penyusunan penelitian ini secara umum dilakukan melalui tahapan sebagai berikut :



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan perbandingan analisis struktur dengan metode manual dan program komputer diperoleh hasil sebagai berikut:

- 1. Pada perhitungan metode Takabeya memiliki nilai pada masing-masing bentang, yaitu: momen terbesar pada lantai I terletak pada bentang 1-2 sebesar -1,303 Ton.m. Untuk gaya geser terjadi pada bentang 1-2 yaitu -0,248 Ton. Selanjutnya untuk gaya aksial 0,475 Ton pada bentang 5-6 dan 0,476 Ton. Pada Tingkat II momen terbesar pada bentang 7-8 sebesar -0,541 Ton.m. Untuk gaya geser 0,491 Ton bentang 9-10 portal melintang, Sedangkan untuk gaya aksial 0,325 Ton pada bentang 8-9.
- 2. Hasil yang didapat dari SAP 2000 memiliki nilai pada masing-masing bentang, yaitu: momen terbesar pada lantai I terletak pada bentang 1-2 sebesar -6,429 Ton.m. Untuk gaya geser terjadi pada bentang 1-2 yaitu -13,081 Ton. Selanjutnya untuk gaya aksial sebesar 0,476 Ton pada bentang 5-6. Pada Tingkat II momen terbesar pada bentang 7-8 sebesar -3,090 Ton.m. Untuk gaya geser sebesar -6,194 Ton pada bentang 8-9. Sedangkan untuk gaya aksial sebesar -1,271 Ton pada bentang 8-9.
- 3. Perbandingan gaya-gaya dalam hasil metode Takabeya dan SAP 2000 memiliki rata-rata selisih hasil kecil, yaitu pada momen ± 7%, pada gaya geser ± 3%, dan pada gaya aksial ± 5%. Tetapi pada beberapa elemen struktur yang terletak di tengah portal memiliki selisih yang besar, yaitu lebih dari 20%. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan pendistribusian beban.

5.2. Saran

- 1. Analisis perbandingan lebih lanjut perlu dilakukan terkait metode-metode lain dalam analisa struktur baik manual ataupun program komputer dengan model-model portal yang sama ataupun model portal yang lebih sederhana menggunakan metode yang serupa dengan analisis ini.
- 2. Diperlukan ketelitian dalam menginput data dalam proses perhitungan, karena data rencana merupakan data inti yang akan menghasilkan angka angka penting yang saling berkaitan satu sama lain di antara tahapan tahapan perhitungan struktur portal mulai dari pembagian beban, perhitungan pembebanan, hingga penggunaan perhitungan dengan metode takabeya pada nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

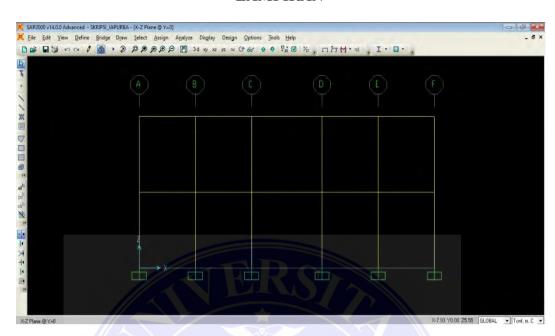
- Agus. 2002. Rekayasa Gempa Untuk Teknik Sipil. Padang: ITP Press.
- Amrinsyah Nasution. 2009. Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertulang. Bandung: ITB
- Departemen Pekerjaan Umum, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SKSNI T-15-1991-03), Direktorat Yayasan LPMB Jakarta, 1991.
- Deshariyanto, D (2015). Perbandingan Gaya Dalam Metode Manual Dan Program. E Jurnal Univesitas Wirarajaya.
- Direktorat Penyelidikan Bangunan, (Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung 1983), bandung.
- Gunawan T dan Margaret S, 2007. Diktat Teori Soal dan Penyelesaian Mekanika Teknik III Jilid I, Delta Teknik Group Jakarta, Jakarta
- Hadi Y. CE. Penyelesaian Mekanika Teknik Statis Tak Tentu, Yustadi Offset Printing, 1986.
- Istimawan Dipohusodo, Struktur Beton Bertulang, Jakarta: Gramedia, 1999.
- Rangkuti. H, 2018, Analisa Perhitungan Struktur Gedung Menggunakan MetodeTakabeya, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Schueller, G.I (2001). Computational Stochhostic Mechanics recent advances. Computer & structure Journal.

Soetomo HM, 1981, *Perhitungan Portal Bertingkat, Bagian kesatu Cetakan ketiga, TAKABEYA*, ex Dosen Luar biasa departemen Sipil Fakultas teknik dan perencanaan Institiut Teknologi Bandung (ITB).

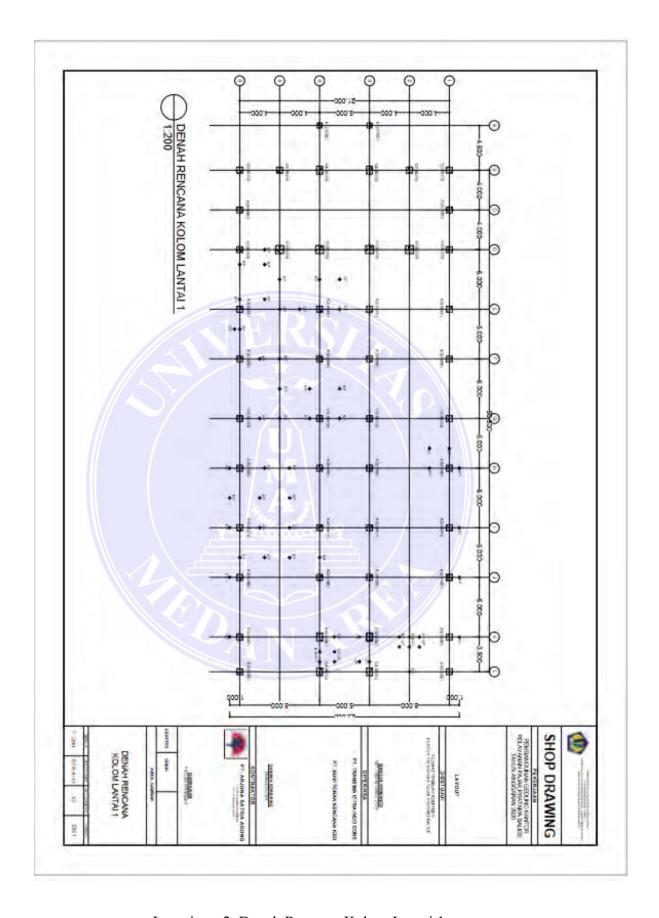
Pramono Handi, dkk. Desain Konstruksi dengan SAP 2000 Versi 9, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007.



LAMPIRAN



Lampiran 1. Pemodelan Strutur Portal 2D

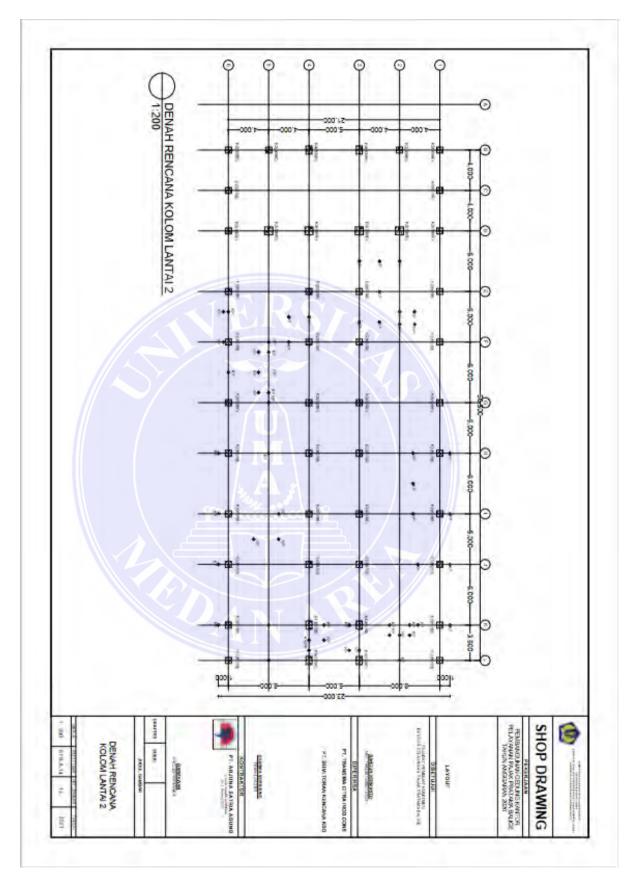


Lampiran 2. Denah Rencana Kolom Lantai 1

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

^{1.} Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



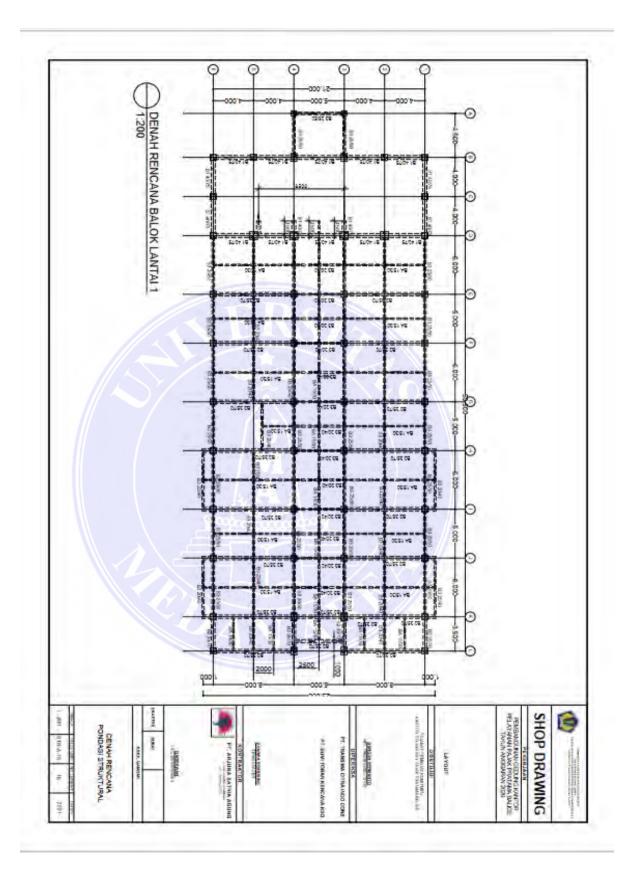
Lampiran 3. Denah Rencana Kolom Lantai 2

© 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

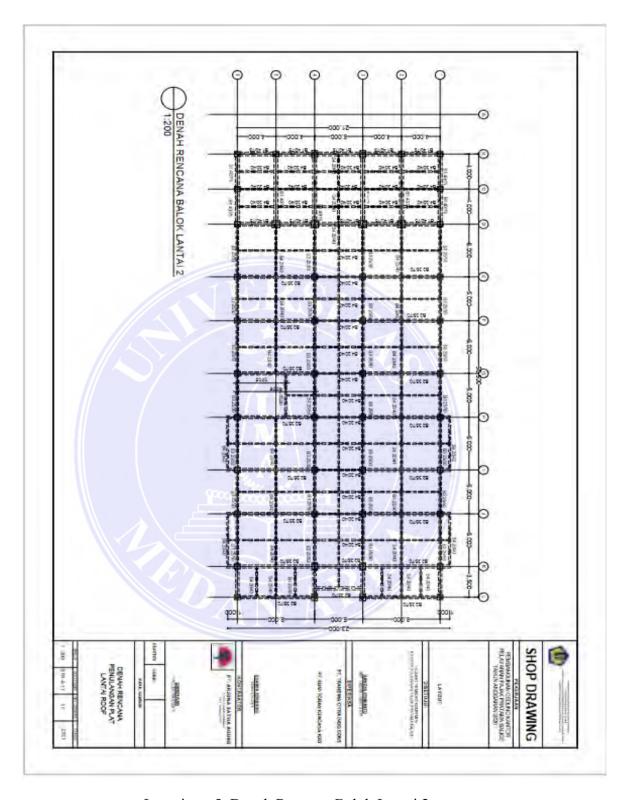


Lampiran 4. Denah Rencana Balok Lantai 1

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

^{1.} Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

 $^{2.\} Pengutipan\ hanya\ untuk\ keperluan\ pendidikan,\ penelitian\ dan\ penulisan\ karya\ ilmiah$

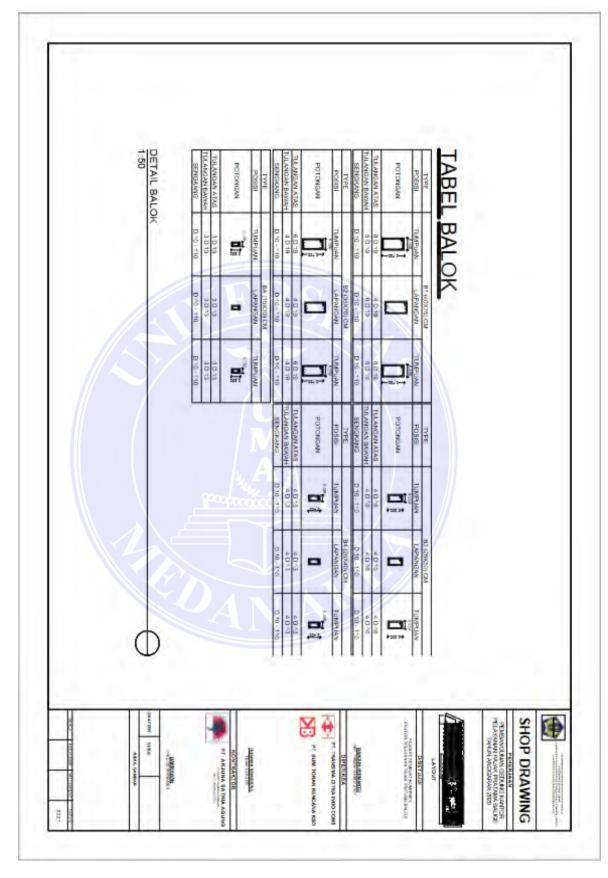


Lampiran 5. Denah Rencana Balok Lantai 2

© 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

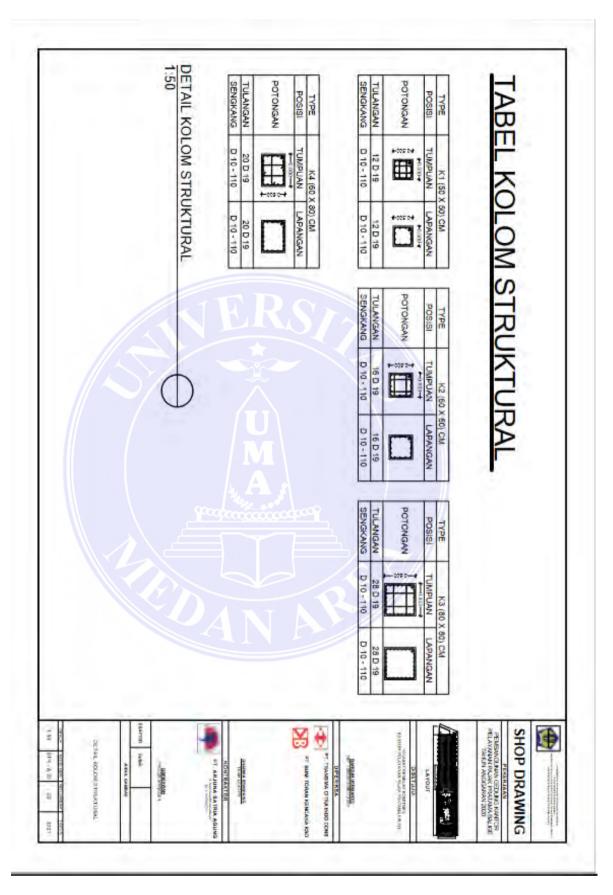


Lampiran 6. Daftar Tabel Balok

© 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



Lampiran 7. Daftar Tabel Kolom

© 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