

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUANG BELAJAR SMP TERPADU AL-MUNIR MENGGUNAKAN PROGRAM SAP2000

Rifqi Fahriana¹, Yanti Defiana², Taufik Martha³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh Ciamis

Email : rifqifahriana23@gmail.com, yanti.defiana@gmail.com, taufikmartha90@gmail.com

ABSTRACT

In West Java Province, the demand for educational facilities continues to increase in line with population growth and the rising need for improved educational quality. The education sector plays a crucial role in supporting national development; therefore, it requires adequate facilities and infrastructure to ensure that teaching and learning activities can be conducted effectively. However, the existing educational facilities are still insufficient to meet current demands. SMP Terpadu AL-Munir, for instance, currently utilizes classrooms owned by the AL-Munir Foundation to support its learning activities. As the number of students, teachers, and supporting staff continues to grow, more representative and properly planned classroom buildings are required in accordance with educational building planning standards. This study aims to analyze and design the structural system of the Classroom Building of SMP Terpadu Al-Munir by utilizing SAP2000 software. The structural model is developed based on reinforced concrete design principles and incorporates a flexible structural system characterized by a high level of ductility. The result is in the design of beams, columns and plates using steel tensile capacity BJTS $f_y = 420$ MPa dan BJTP $f_y = 280$ MPa and concrete compressive capacity $f_c' = 25$ MPa. with beam design with size B1 = 35 cm x 50 cm with main tensile reinforcement 5 D16 and compression 3 D16, 2D10-100 sliding reinforcement on the pedestal area, 4D10-150 sliding reinforcement in the field area, D12 torsion reinforcement in fulcrum area and field, B2= 25 cm x 35 cm with main tensile reinforcement 5 D16 and compression 3 D16. The repeating of Column design is obtained with size K1 = 40 cm x 40 cm column is installed 16D16 flexural reinforcement, and 2D10-100 shear reinforcement in the fulcrum area and 2D10-150 shear reinforcement in the field area. K2 = 35 cm x 35 cm column is installed 16D16 flexural reinforcement, and D10-100 shear reinforcement in the fulcrum area and D10-150 shear reinforcement in the field area. K3 = 30 cm x 30 cm column is installed 16D16 flexural reinforcement, and D10-100 shear reinforcement in the fulcrum area and D10-130 shear reinforcement in the field area. Floor Plate design is obtained with thickness 12 cm with reinforcement in direction x = $\emptyset 12$ -230 and direction y = $\emptyset 12$ - 240, and roof Plate design is obtained with thickness 12 cm with reinforcement in direction x = $\emptyset 12$ -200 and direction y = $\emptyset 12$ - 200.

Keyword : Structue, Building, Facilities, SAP2000

I. PENDAHULUAN

Sejalan dalam pertumbuhan dunia di bidang kontruksi, Indonesia berkembang serta tumbuh sangat pesat. Dalam pembangunan suatu gedung harus dihasilkan dengan struktur yang kuat, dan efisien serta efektif dalam pemakaian waktu serta anggaran biaya. Di Jawa Barat sendiri kebutuhan untuk tempat tinggal serta gedung perkantoran dan fasilitas serta prasarana pembelajaran di saat ini meningkat, (Ilham, 2022).

Salah satu sektor penting guna mewujudkan kemajuan suatu bangsa, yaitu sektor pendidikan yang baik harus didukung dengan sarana dan prasarana yang baik, agar kegiatan

belajar mengajar dapat berlangsung secara maksimal. Sarana prasarana sekolah harus memenuhi standar minimum dalam hal ini dapat dilihat dari PERMENDIKNAS No.24 tahun 2007 pasal 1 menyebutkan bahwa standar sarana prasarana untuk Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) mencakup kriteria minimum sarana dan kriteria minimum prasarana.

Perencanaan struktur dapat didefinisikan sebagai kombinasi antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan intuisi seseorang ahli struktur menimpa perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statika, dinamika,

mekanika bahan, dan analisis struktur, buat menciptakan suatu struktur yang murah dan nyaman, sepanjang masa layanannya, (Agus Setiawan, 2012).

Dengan pertumbuhan negeri yang lebih maju saat ini untuk menghitung serta merancang struktur bangunan bertingkat bisa dilakukan dengan memakai bantuan program SAP.2000 yang merupakan salah satu aplikasi untuk merancang struktur bangunan tinggi. Dengan program ini bisa menciptakan perhitungan akurat serta dapat memperkecil efek keruntuhan pada struktur bangunan bertingkat, (Ilham, 2022).

SMP Terpadu AL-Munir yang bernaungan di bawah Yayasan AL-Munir menjadi salah satu lembaga yang menyediakan fasilitas dan pelayanan pendidikan berbasis pondok pesantren bagi siswa dan siswi tingkat sekolah menengah pertama di Jl. Raya Salopa, kab. Tasikmalaya. SMP Terpadu AL-Munir ini telah menghasilkan 6 angkatan, dan tahun ini menjadi lulusan yang ke 7. Pada tahun ajaran baru, penerimaan siswa/i diperkirakan jumlahnya akan meningkat. Diprediksi akan ada penambahan siswa/i yang semula berjumlah 55 siswa/i baru untuk 2 kelas, kedepannya menjadi 65-70 siswa/i yang nantinya untuk 3 kelas. Sementara fasilitas sarana dan prasarana yang ada masih belum sepenuhnya terpenuhi, dan sementara ini masih menggunakan kelas Yayasan AL-Munir untuk menunjang kebutuhan belajar mengajar. Mengingat banyaknya kapasitas daya tampung yang diperlukan untuk siswa, guru, dan staf lainnya, maka dibutuhkan ruangan dan fasilitas yang lebih memadai untuk menunjang kegiatan tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur gedung ruang belajar SMP Terpadu AL-Munir menggunakan program SAP.2000, dengan tingkat daktilitas tinggi.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan memberikan pengetahuan baru dibidang perencanaan struktur

khususnya perencanaan struktur gedung ruang belajar menggunakan program SAP 2000v22.

2. Manfaat Praktis

Sebagai syarat menyelesaikan studi sarjana Teknik Sipil dan bentuk pengabdian mahasiswa tingkat akhir dan menguji kualitas diri dan hasil perencanaan gedung ruang belajar ini diharapkan dapat menjadi solusi atas kurangnya fasilitas sarana dan prasarana proses belajar mengajar, serta meningkatkan fasilitas pelayanan pendidikan bagi siswa/i di SMP Terpadu AL-Munir.

Beberapa penelitian terdahulu terkait perencanaan struktur gedung parkir telah dilakukan oleh peneliti lain. Penelitian yang dilakukan oleh oleh Zarkasi, I. E., & Kurniawan, K. A., dari Universitas Sultan Agung Semarang dengan judul “Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung 5 Lantai *Head Office Awanngroup*, Semarang) “.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan jenis studi kasus. Penelitian ini dilakukan di SMP Terpadu AL- Munir, RT/RW 01/01, Jl. Raya Salopa, kab. Tasukmalaya, Jawa Barat, Indonesia 46418.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth

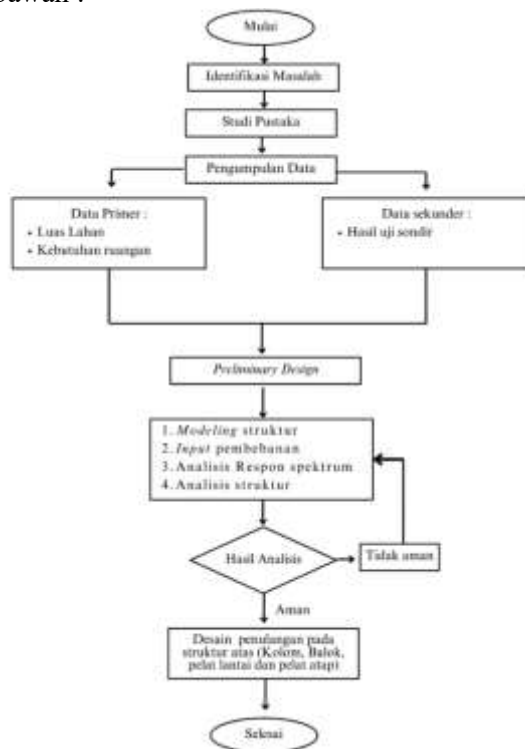
Untuk memperoleh data-data yang diperlukan, yang kemudian data tersebut di analisis menggunakan program SAP.2000 v22. Analisis ini mencakup perhitungan nilai periode getar struktur, gaya-gaya dalam,

seperti gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai.

Jenis data yang akan digunakan pada penelitian kali ini penulis menggunakan data primer sebagai objek penelitian, yang diperoleh lewat pengamatan langsung dari lapangan, yaitu sebagai berikut :

1. Data primer
 - Luas lahan
 - Kebutuhan ruang

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan dalam diagram di bawah :



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Adapun langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. *Preliminary* desain
Pada tahap ini, desain awal bangunan yang dianalisis dilakukan. Desain awal ini mencakup penentuan dimensi elemen struktur, pemilihan material, dan mempertimbangkan elemen tambahan yang diperlukan dalam penelitian.
2. *Modelling* struktur bangunan gedung
Modelling atau Pemodelan tiga dimensi struktur atas gedung dibuat dengan bantuan program aplikasi SAP.2000 v22 yang mengacu berdasarkan gambar struktur bangunan yang direncanakan.

Aplikasi SAP. 2000 v22 berfungsi untuk membantu analisa yang menghasilkan gaya internal dan eksternal akibat dari pembebanan yang terjadi.

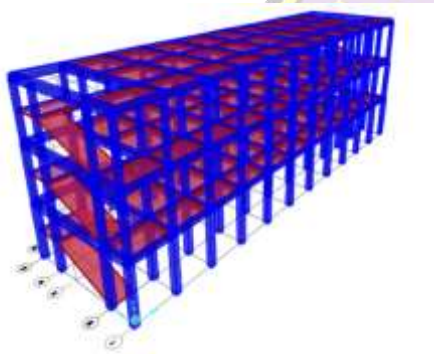
3. Perhitungan pembebanan struktur
Beban mati dan beban hidup diartikan sebagai beban yang terjadi pada elemen struktur bangunan. Beban minimum untuk perencanaan gedung dan struktur lain yang dibahas dalam SNI 1727-2020 mengatur tentang beban mati dan beban hidup. Beban mati dalam aplikasi SAP.2000 v22 dinotasikan sebagai *dead load* dan dalam perhitungan *software* untuk nilai *dead load* adalah 1. Sedangkan beban hidup memiliki notasi *live load* dalam perhitungan aplikasi yang mempunyai nilai 0.
4. Perancangan respons spektrum
Perancangan respons spektrum dilakukan dengan menggunakan aplikasi atau *website* Desain Spektra Indonesia RSA Cipta Karya 2021 yang disediakan oleh kementerian PUPR untuk diperoleh kelas situs tanah sesuai dengan wilayah yang sedang direncanakan.
5. Perancangan beban gempa statis
Beban gempa statik harus diterapkan pada tiap lantai tingkat bangunan gedung dalam Sumbu X dan Sumbu Y. Distribusi gaya lateral yang digunakan untuk perancangan beban gempa statik membutuhkan hal berikut ini:
 - a. Hasil hitungan waktu getar alami pada struktur
 - b. Berat massa efektif struktur
6. Analisa elemen struktur atas gedung
Pelat, balok dan kolom merupakan elemen struktur atas gedung. Hasil analisa struktur dengan bantuan program aplikasi SAP.2000 diperoleh nilai periode getar struktur, gaya-gaya dalam, seperti gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai, kemudian nilai gaya dalam tersebut bisa digunakan untuk menentukan desain penulangan yang bertujuan dapat menahan gaya-gaya dalam yang ditimbulkan oleh pembebanan.
7. Perancangan elemen struktur atas (*upper structure*)
Perancangan elemen yang dilakukan meliputi penulangan pada balok, kolom dan pelat.

III. HASIL DAN PEMBAHASA

1. Data Bangunan

Nama bangunan : Gedung Ruang Belajar
Lokasi : SMP Terpadu AL-Munir
Fungsi bangunan : Fasilitas Pendidikan
Ukuran bangunan. : 34 m x 9 m
Tinggi bangunan. : 12 m
Jumlah lantai. : 3
Mutu beton : fc 25 Mpa
Mutu tulanga : BJTS 420 dan BJTP 280

2. Pemodelan struktur



Gambar 3. Pemodelan Struktur 3D

3. Pembebanan

- Beban mati dan beban mati tambahan

Tabel 1. Beban Mati dan Beban Mati Tambahan

No	Jenis Beban	Berat Jenis
1	Berat jenis pasangan bata ½ batu	2,5 kN/m ²
2	Dinding A = 2,5 kN/m ² x 0,6 m	1,5 kN/m
3	Dinding B = 2,5 kN/m ² x 3,5 m	8,75 kN/m
4	Dinding C = 2,5 kN/m ² x 1,5 m	3,75 kN/m
5	Spesi = 0,05 m + Keramik	1,1 kN/m ²
6	Instalasi MEP	0,10 kN/m ²
7	Plafond + Penggantung	0,18 kN/m ²

Sumber: Data Analisis

- Beban hidup

Tabel 2. Beban Hidup

No	Jenis Beban	Berat Jenis
1	Pelat Lantai	1,92 kN/m
2	Koridor di atas Lantai Pertama	3,83 kN/m
3	Koridor Lantai Pertama	4,79 kN/m
4	Tangga	4,79 kN/m
5	Atap	0,96kN/m

Sumber: Data Analisis

- Beban hujan

Menurut SNI 1727-2020 Pasal 8.3

$$R = 0,0098 \times h \text{ genangan}$$

$$= 0,0098 \times 20$$

$$= 0,196 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 3. Kombinasi Beban Gempa

Kom binasi	Jenis Beban				
	BSE	BMT	EX	EY	BH
K1	1,40	1,40	-	-	-
K2	1,20	1,20	-	-	1,60
K3	1,200	1,200	1,300	0,390	1,000
K4	1,200	1,200	0,390	1,300	1,000
K5	1,200	1,200	-1,300	0,390	1,000
K6	1,200	1,200	-0,390	1,300	1,000
K7	1,200	1,200	1,300	-0,390	1,000
K8	1,200	1,200	0,390	-1,300	1,000
K9	1,200	1,200	-1,300	-0,390	1,000
K10	1,200	1,200	-0,390	-1,300	1,000
K11	0,900	0,900	1,300	0,390	-
K12	0,900	0,900	0,390	1,300	-
K13	0,900	0,900	-1,300	0,390	-
K14	0,900	0,900	-0,390	1,300	-
K15	0,900	0,900	1,300	-0,390	1,000
K16	0,900	0,900	0,390	-1,300	-
K17	0,900	0,900	-1,300	-0,390	-
K18	0,900	0,900	-0,390	-1,300	-

Sumber: Data Analisis

- Beban gempa

Tabel 4. Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa, Ie
I atau II	1
III	1,25
IV	1,5

Sumber: SNI 1726-2019

Spektrum respon desain

Kelas situs : D (tanah sedang)

Nilai Ss : 1,0280

Nilai S1 : 0,4635

Time period : 20

Fa : 1,0888

Fv : 1,8365

$$S_{DS} : \left(\frac{2}{3}\right) \times Fa \times S_s$$

$$\left(\frac{2}{3}\right) \times 1,0888 \times 1,0280$$

$$: 0,7461$$

$$S_{D1} : \left(\frac{2}{3}\right) \times Fv \times S_1$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{2}{3}\right) \times \\ & 1,8365 \times 0,4635 \\ & : 0,5674 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_a &= C_t h^x \dots\dots\dots (3.1) \\ &= 0,0466 \times 12^{0,9} \\ &= 0,34616 \end{aligned}$$

Periode maksimal (T_{maks})

$$\begin{aligned} T_{maks} &= C_u \times T_a \dots\dots\dots (3.2) \\ &= 1,4 \times 0,34616 \\ &= 0,61063 \end{aligned}$$



Gambar 4. Spektrum Respons Desain
Sumber: rsa.ciptakarya.pu.go.id
Periode struktur
Periode fundamental pendekatan
(T_a)

4. Hasil Analisis SAP2000

- Partisipasi massa
Partisipasi massa adalah persentase massa total bangunan yang ikut bergetar pada suatu mode getar dalam analisis dinamik. Nilai ini menunjukkan seberapa besar pengaruh mode tersebut terhadap respons struktur akibat beban gempa. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah ragam yang diambil telah mencakup lebih dari 90% partisipasi massa dalam arah x dan y.

Tabel 5. Partisipasi Massa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,617916	0,81116	0,00004042	1,733E-10	0,81116	0,00004042	1,733E-10	7,018E-08	0,02218	0,000007641	7,018E-08	0,02218	0,000007641
MODAL	Mode	2	0,478376	0,00004635	0,83313	0,000001082	0,81121	0,83318	1,083E-06	0,10777	2,016E-07	0,00014	0,10777	0,02218	0,00015
MODAL	Mode	3	0,371093	0,00003681	0,00017	3,024E-07	0,81125	0,83334	1,385E-06	9,868E-06	0,00001171	0,84531	0,10778	0,02219	0,84546
MODAL	Mode	4	0,236903	0,1124	0,00012	1,026E-08	0,92365	0,83347	1,395E-06	0,00006364	0,04732	0,00001727	0,10785	0,06951	0,84547
MODAL	Mode	5	0,198865	0,00013	0,09474	0,00001595	0,92378	0,9282	0,00001735	0,27038	0,00001219	0,00002209	0,37823	0,06952	0,8455
MODAL	Mode	6	0,150811	0,06587	0,00004506	1,039E-08	0,98965	0,92825	0,00001736	0,00012	0,0164	0,00128	0,37835	0,08592	0,84678
MODAL	Mode	7	0,147502	0,00079	9,631E-08	0,000002289	0,99044	0,92825	0,00001965	0,00004831	0,000009127	0,09353	0,3784	0,08601	0,94031
MODAL	Mode	8	0,141615	0,00001541	0,05098	0,00018	0,99046	0,97922	0,0002	0,0665	0,000002861	6,664E-08	0,4449	0,08601	0,94031
MODAL	Mode	9	0,132571	0,000002745	0,00026	0,00498	0,99046	0,97949	0,00519	0,00139	2,976E-07	0,000001457	0,44629	0,08601	0,94031
MODAL	Mode	10	0,132216	0,000009436	0,000002572	0,000001655	0,99047	0,97949	0,00519	7,173E-07	0,01581	0,00023	0,44629	0,10182	0,94054
MODAL	Mode	11	0,130551	0,000001448	0,00267	0,02971	0,99047	0,98216	0,0349	0,012	0,000001314	6,717E-07	0,45829	0,10182	0,94054
MODAL	Mode	12	0,12663	0,000001225	0,00015	0,03378	0,99047	0,98231	0,06868	0,00108	0,000006326	1,419E-07	0,45937	0,10183	0,94054

Sumber: Data Hasil Analisis SAP2000

• Base reactions

Apabila periode fundamental hasil analisis lebih besar dari $C_u T_a$ pada suatu arah tertentu, maka periode struktur T harus diambil sebesar $C_u T_a$. Apabila kombinasi respons

untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_D) kurang dari 100% dari gaya geser (V_S) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V_S/V_D .

Tabel 6. Base Reactions

TABLE: Base Reactions									
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ	
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
204	EQDX	LinRespSpe Max		0,77458	0,017104	0,005752	0,000003721	0,000228	
204	EQDY	LinRespSpe Max		0,011427	0,436764	0,010983	0,000067	0,00000467	
298	EQDX	LinRespSpe Max		1,927884	0,022961	0,009979	0,000007715	0,000185	
298	EQDY	LinRespSpe Max		0,045874	0,925942	0,018788	0,000064	0,000002709	
371	EQDX	LinRespSpe Max		2,835025	0,02844	0,012005	0,000003178	0,000121	
371	EQDY	LinRespSpe Max		0,029593	1,799128	0,022317	0,000112	0,000006882	
417	EQDX	LinRespSpe Max		0	0	0	0	0	
417	EQDY	LinRespSpe Max		0	0	0	0	0	

Sumber: Data Hasil Analisis SAP2000

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa nilai gaya geser dasar hasil analisis dinamik (VD)

dengan skala baru sudah lebih besar dengan gaya geser dasar hasil analisis statik ekuivalen (VS).

Tabel 7. Base Shear

Base shear	Dinamika (Vd)	Statik (Vs)	Faktor Skala	Kontrol
	Gaya Geser Dasar (kN)	Gaya Geser Dasar (kN)	Vs/Vd	(Vd) ≥ 100 Vs
Arah x	147,642	142,41	0,96456	OK
Arah y	133,453	142,41	1,06712	OK

Sumber: Data Analisis

- Simpangan Antar Lantai
Simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_a), jika hasil kontrol tidak memenuhi maka bangunan terlalu fleksibel dan perlu pembesaran pada penampangannya. Berdasarkan hasil analisis struktur menggunakan SAP2000, nilai drift ratio pada semua lantai berada di

bawah batas maksimum 2,5% yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019. Hal ini menunjukkan bahwa struktur memiliki kekakuan dan kestabilan yang memadai untuk menahan deformasi lateral gempa tanpa risiko kerusakan berlebihan pada elemen struktural maupun non-struktural.

Tabel 8. Joint Displacement

TABLE: Joint Displacements										
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians	
204	EQDX	LinRespSpec	Max	0,77458	0,017104	0,005752	0,000003721	0,000228	0,000041	
204	EQDY	LinRespSpec	Max	0,011427	0,436764	0,010983	0,000067	0,00000467	0,000006083	
298	EQDX	LinRespSpec	Max	1,927884	0,022961	0,009979	0,000007715	0,000185	0,000035	
298	EQDY	LinRespSpec	Max	0,045874	0,925942	0,018788	0,000064	0,000002709	0,000032	
371	EQDX	LinRespSpec	Max	2,835025	0,02844	0,012005	0,000003178	0,000121	0,000002336	
371	EQDY	LinRespSpec	Max	0,029593	1,799128	0,022317	0,000112	0,000006882	0,000006219	
417	EQDX	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0	
417	EQDY	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0	

Sumber: Data Analisis

Dari tabel di atas, nilai simpangan antar lantai dapat dihitung menggunakan persamaan yang menghubungkan perpindahan tiap lantai dengan tinggi lantai, sehingga diperoleh nilai *elastic*

drift, *inelastic drift*, dan dibandingkan dengan batas *drift limit*. Adapun untuk perhitungannya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

a. Elastic Drift Lantai 3

$$\delta_{ex} = \delta_{x3} - \delta_{x2}$$

$$= 2,835 - 1,927 = 0,907 \text{ mm}$$

$$\delta_{ey} = \delta_{y3} - \delta_{y2}$$

$$= 1,799 - 0,925 = 0,873 \text{ mm}$$

$$b. \text{ Inelastic Drift} = \delta_x \cdot I / C_d$$

Lantai 3

$$\Delta x = 0,907 \times 5,5 / 1,5 = 3,326$$

mm

$$\Delta y = 0,873 \times 5,5 / 1,5 = 3,202$$

mm

$$c. \text{ Drift Limit} = 0.010 / p \cdot h$$

Ketinggian lantai 4 meter

$$= \frac{0.010 \cdot h}{p} = \frac{0.010 \times 4}{1,3} = 30,769$$

mm

$$d. \text{ Drift Ratio} = \delta / h \times 100$$

Lantai 3

$$x = \frac{2,835}{4000} \times 100 = 0,071 \%$$

$$y = \frac{1,799}{4000} \times 100 = 0,045 \%$$

$$\Delta_x = \frac{(\delta_2 - \delta_1) \times C_d}{I} < \Delta_a = 0,025 h_x$$

Tabel 9. Simpangan Antar Lantai

Story	Displacement		Elastic Drift		h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)
	$\delta_e X$ (mm)	$\delta_e Y$ (mm)	$\delta_e X$ (mm)	$\delta_e Y$ (mm)		ΔX (mm)	ΔY (mm)	
3	2,835025	1,799128	0,907	0,873	4000	3,326	3,202	30,769
2	1,927884	0,925942	1,153	0,489	4000	4,229	1,794	30,769
1	0,774580	0,436764	0,775	0,437	4000	2,840	1,601	30,769
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000

Sumber: Data Analisis

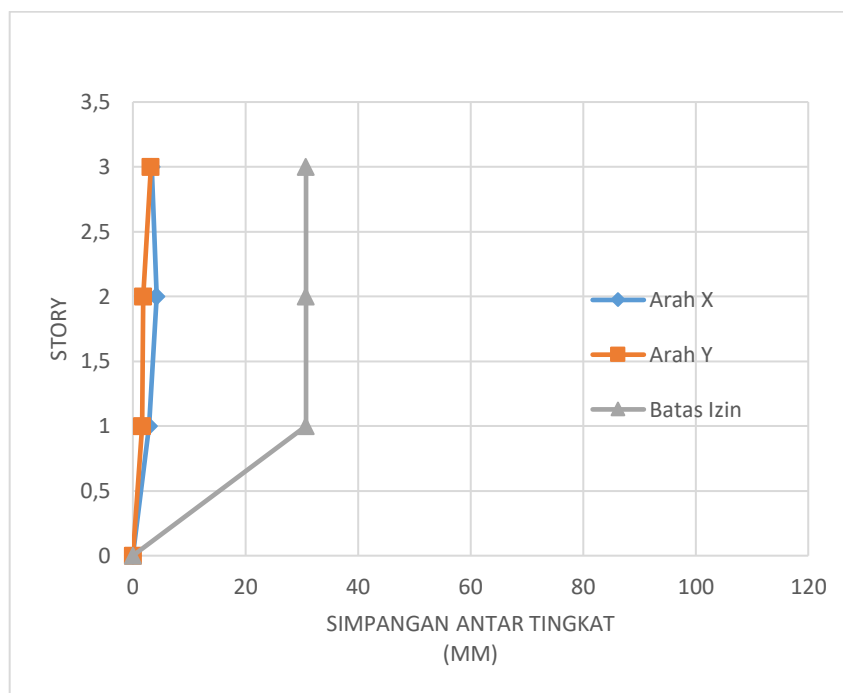
Pada tabel 9. simpangan antar lantai menunjukkan bahwa *displacement* meningkat seiring ketinggian bangunan dengan nilai maksimum 2,835 mm pada arah X dan 1,799 mm pada arah Y di lantai atap. Perhitungan *elastic drift* dan *inelastic drift* kemudian dibandingkan dengan batas simpangan ijin sebesar 1,5% tinggi lantai sesuai SNI. Nilai *drift inelastis* terbesar terjadi pada

lantai ring balok arah X sebesar 4,229 mm, namun masih jauh di bawah batas ijin 30,769 mm. Dengan demikian, seluruh lantai pada kedua arah gempa dinyatakan memenuhi syarat, sehingga bangunan aman terhadap simpangan antar lantai dan mampu menahan deformasi gempa tanpa mengganggu kestabilan struktur maupun menimbulkan kerusakan berlebihan.

Tabel 10. Drift Ratio Simpangan Antar Lantai

Story	h (mm)	Displacement		Drift Ratio		Cek
		$\delta_e X$ (mm)	$\delta_e Y$ (mm)	δX %	δY %	
3	4000	2,835	1,799	0,071	0,045	OK
2	4000	1,928	0,926	0,048	0,023	OK
1	4000	0,775	0,437	0,019	0,011	OK
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	OK

Sumber: Data Analisis



Gambar 5. Grafik Simpangan antar lantai
Sumber: Data Analisis

Berdasarkan grafik simpangan antar lantai, terlihat bahwa kurva untuk arah X dan arah Y berada jauh di bawah garis batas simpangan izin pada seluruh tingkat bangunan. Hal ini sejalan dengan data pada tabel, di mana displacement maksimum arah X sebesar 2,804 mm (di atap) dan arah Y sebesar 1,369 mm (di atap),

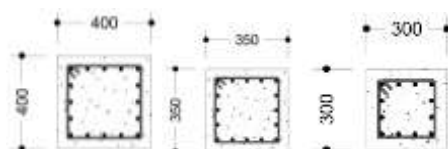
keduanya jauh di bawah *drift limit* terkecil yaitu 46,154 mm. Meskipun demikian, semua nilai *drift* tersebut berada di bawah batas yang diizinkan menurut SNI 1726:2019, sehingga struktur dinyatakan aman terhadap simpangan antar lantai baik pada arah X maupun arah Y.

Tabel 11. Rekapitulasi Tulangan Kolom

No.	Type	h (mm)	Tulangan	Senggang	
				Tumpuan	Lapangan
1.	Kolom 40 x 40	4000	16 D 16	Ø10-100	Ø10-150
2.	Kolom 35 x 35	4000	16 D 16	Ø10-100	Ø10-150
3.	Kolom 30 x 30	4000	12 D 16	Ø10-100	Ø10-130

Sumber: Data Analisis

Dari tabel 11 di atas didapat hasil gambar detail penulangan kolom seperti pada gambar di bawah ini :



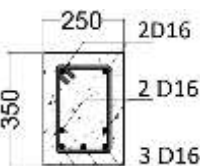
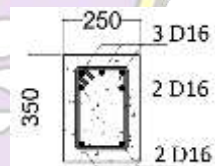
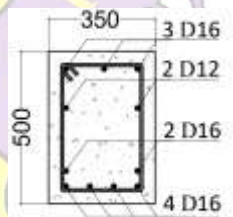
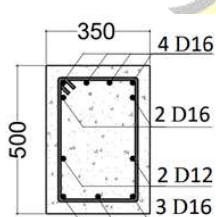
Gambar 6. Detail Penulangan Kolom
Sumber: Hasil Analisis

Tabel 12. Rekapitulasi Tulangan Balok

No	Type	Perletakan	Tulangan	
			Tumpuan	Lapangan
1.	Balok Induk 35 x 50 cm	TUL. ATAS	6 D16	3 D16
		TUL. TENGAH	2 D12	2 D12
		TUL. BAWAH	3 D16	6 D16
		SENGKANG	Ø 10 -100	Ø 10 -150
2.	Balok Anak 25 x 35 cm	TUL. ATAS	5 D16	2 D16
		TUL. TENGAH	-	-
		TUL. BAWAH	2 D16	5 D16
		SENGKANG	Ø 10 -100	Ø 10 -150

Sumber: Data Analisis

Dari tabel 12 di atas didapat hasil gambar detail penulangan balok seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 7. Detail Penulangan Balok Induk

Gambar 8. Detail Penulangan Balok Anak

Sumber: Hasil Analisis

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 13. Rekapitulasi Tulangan Pelat

Type	Tebal (mm)	Tulangan Tumpuan (mm)	Tulangan Lapangan (mm)
Pelat Lantai	120	Ø12-240	Ø12-240
Pelat Atap	100	Ø12-200	Ø12-200

Sumber: Data Analisis

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, untuk perencanaan balok, kolom dan pelat menggunakan kapasitas tarik BJTS $f_y = 420$ MPa dan BJTP $f_y = 280$ MPa dengan kapasitas tekan beton $f_c' = 25$ Mpa. Untuk perencanaan balok dengan ukuran B1 = 35 cm x 50 cm dengan tulangan utama tarik 5 D16 dan tekan 3 D16, tulangan torsi 2D12 pada daerah tumpuan dan lapangan, B2= 25 cm x 35 cm dengan tulangan utama tarik 5 D16 dan 3 D16. Penulangan kolom didapatkan dengan ukuran K1 = 40 cm x 40 cm dipasang tulangan lentur 16D16,

tulangan geser D10-100 pada daerah tumpuan dan tulangan geser D10-150 pada daerah lapangan, K2 = 35 cm x 35 cm dipasang tulangan lentur 16D16, tulangan geser D10-100 pada daerah tumpuan dan tulangan geser D10-150 pada daerah lapangan, K3 = 30 cm x 30 cm dipasang tulangan lentur 12D16, tulangan geser D10-100 pada daerah tumpuan dan tulangan geser D10-130 pada daerah lapangan. Perencanaan Pelat lantai didapatkan dengan ketebalan 12 cm dengan tulangan arah x = Ø 12 -230 dan arah y = Ø 12 – 240 dan pelat atap

didapatkan dengan ketebalan 10 cm dengan tulangan arah $x = \emptyset 12$ -200 dan arah $y = \emptyset 12$ -200. Dengan hasil analisis tersebut, bangunan telah memenuhi aspek keamanan struktur karena struktur

V. SARAN

Selama pelaksanaan konstruksi, perlu dilakukan *quality control* ketat terhadap material beton dan baja tulangan untuk memastikan kualitas sesuai desain

dirancang sesuai ketentuan berdasarkan SNI 2847-2019 dengan mempertimbangkan kekuatan dan stabilitas, serta kesesuaian fungsi bangunan sehingga dapat dinyatakan layak dan aman untuk digunakan.

perencanaan telah memenuhi standar keamanan dan kelayakan sesuai dengan SNI 2847-2019.

DAFTAR PUSTAKA

1. Buku

- SNI 1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847-2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi nasional.
- SNI 1727-2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

2. Jurnal

- Gusfita, Y. A., Masril, M., & Bastian, E. (2022). Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan Sdn 04 Garegeh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 40-45. (Diakses Pada

Tanggal 27 Maret 2025). <https://jurnal.ensiklopediaku.org/ojs-2.4.83/index.php/erw/article/view/1123>

- Lina, H. S. (2023). Perkuatan Geser Balok Dengan Serpihan Besi Untuk Menghemat Tulangan Dan Biaya Di Era New Normal Setelah Pandemi Covid-19. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 6(1), 35-44. (Diakses Pada Tanggal 30 Mei 2025). <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/potensi/article/view/16932>

- Simatupang, Partogi H., Gisella D. Siallagan, Jusuf J.S. Pah. 2018. Pengaruh Variasi Perhitungan Tegangan dan Regangan Kolom Beton Bertulang Terhadap Daktilitas Penampang Tak Terkekang . *Jurnal Teknik Sipil* 7(1):45-56. (Diakses Pada Tanggal 30 Mei 2025). <http://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/261>