

ANALISA STRUKTUR KOLOM BANGUNAN GEDUNG ASRAMA DI KABUPATEN LANGKAT MENGGUNAKAN PROGRAM ETABS

Andar Sitohang¹, Samsuardi Batubara², Oloan Sitohang³

¹Akademi Teknik Deli Serdang

^{2,3}Universitas Katolik Santo Thomas

Email : andarsitohangatds@gmail.com

ABSTRAK

Dalam perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat perlu dilakukan analisis desain untuk menentukan besaran dimensi dan spesifikasi struktur bangunan sebelum pembangunan dilaksanakan. Analisa perencanaan meliputi struktur atas dan struktur bawah. Tujuan penelitian untuk menentukan dimensi kolom dan tulangan yang digunakan sehingga aman untuk memikul beban kerja yang bejkerja. Pada metode penelitian ini diuraikan secara garis besar langkah-langkah (metode yang digunakan) dengan melakukan survey lapangan dan pengumpulan data perencanaan, analisa data dengan bantuan program ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis Building Systems*). Perencanaan struktur adalah gedung asrama 3 (tiga) lantai direncanakan menggunakan beton bertulang dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan bentang gedung yaitu 36 x 7,5 m. Kategori Resiko Gempa I dengan Faktor Keutamaan Gempa (I_e) = 1,0. dan kelas situs tanah lunak (SE). Dimensi kolom berdasarkan hasil analisis digunakan dimensi kolom 40 x 40 cm dengan tulangan longitudinal 14 D 13 dan sengkang tumpuan D10-100 dan lapangan D10-150.

Kata Kunci: Struktur, Kolom, Tulangan

1. PENDAHULUAN

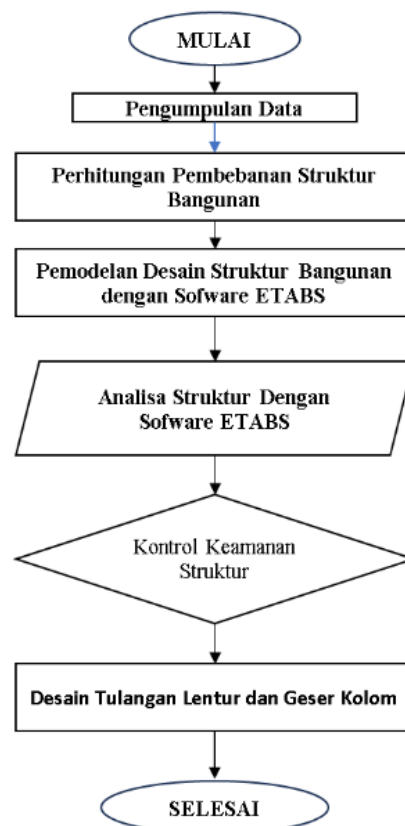
Dalam perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat perlu dilakukan analisis desain untuk menentukan besaran dimensi dan spesifikasi struktur bangunan sebelum pembangunan dilaksanakan. Analisa perencanaan meliputi seluruh bagian struktur bangunan, dari bagian pondasi sampai atap bangunan. Sehingga dimensi struktur bangunan dapat menghasilkan gedung yang kuat, aman dan ekonomis. Secara keseluruhan, struktur bangunan gedung terdiri dari dua bagian yaitu struktur bagian atas yang berupa lantai, balok, kolom, dinding dan atap sedangkan struktur bagian bawah berupa pondasi dan balok sloof. Dalam menopang struktur bagian atas perlu didesain kolom yang kuat sehingga dapat memikul beban-beban yang ada dalam bangunan tersebut, penelitian ini dilakukan dilokasi Kabupaten Langkat, Sumatera Utara.

Penelitian Sebelumnya yang sudah pernah melakukan penelitian dalam perencanaan bangunan Zaenal Bustomi (2017) melakukan Analisis Perencanaan Struktur Ruko Soho Park Cirebon Menggunakan Struktur Beton SNI 2013, Aries Saputra (2017), melakukan Analisis Perencanaan Pembangunan Struktur Rumah Sakit Permata Cirebon. Fathurohman (2020): Analisis Struktur Pembangunan Gedung Kantor Pt. Kawasan Berikan Nusantara (Persero) Jakarta Utara, Fery Hendijaya (2019): Analisis Struktur Bangunan Terhadap Beban Horizontal Pada Gedung Rawat Inap Rumah Sakit Dadi

Tjokro Dipo Bandar Lampung. Dalam analisa perencanaan gedung ini, metode yang digunakan program ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis Building Systems*). ETABS merupakan perangkat lunak hasil karya CSI Bekeley, program ini sangat Power Full dalam melakukan permodelan struktur analysis, dan desain. Program ETABS ini juga mampu untuk menyelesaikan beragam model struktur bangunan. Program ETABS secara khusus difungsikan untuk menganalisis lima perencanaan struktur, yaitu analisis frame baja, analisis frame beton, analisis balok komposit, analisis baja rangka batang, analisis dinding geser. Penggunaan program ini untuk menganalisis struktur, terutama untuk bangunan tinggi sangat tepat bagi perencana struktur karena ketepatan dari output yang dihasilkan dan efektif waktu dalam menganalisisnya. Adapun tujuan penelitian ini mengetahui besaran dimensi kolom dan besaran tulangan yang dipakai sehingga aman untuk memikul beban di atasnya.

2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini diuraikan secara garis besar langkah-langkah (metode yang digunakan) dalam perencanaan bangunan dan perancangan strukturnya. Langkah-langkah yang dimaksud meliputi hanya komponen bangunan struktur kolom sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

- a. Survey lapangan dan pengumpulan data perencanaan
Survei dilakukan dalam rangka memperoleh data, baik data primer lapangan maupun data sekunder dari literatur-literatur penunjang, grafik, tabel dan gambar-gambar yang berkaitan erat dengan proses perancangan struktur.

- b. Kumpulkan data beban.
Tahapan ini merupakan tahapan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk melengkapi penelitian. Data tersebut adalah data masukkan yang siap dianalisis.
- c. Analisa Data
Berdasarkan data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah perencanaan bangunan struktur kolom tersebut telah sesuai/layak.
Dalam pelaksanaan penelitian ini diharapkan dapat memperoleh hasil yang diinginkan maka secara sistematis rencana penyusunan (bagan alir) dapat dilihat dalam gambar berikut ini

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur bangunan, perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur. Hal penting yang mendasar adalah pemisahan antara beban-beban yang bersifat statis dan dinamis. Beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya-gaya baik yang bersumber dari alam maupun buatan manusia. Beban yang bersumber dari alam misalnya gempa bumi, angin, hujan salju dan lain-lain, sedangkan beban yang ditimbulkan oleh manusia misalnya akibat dari mobilitas manusia itu sendiri, mesin, kendaraan bermotor dan sebagainya. Struktur gedung Asrama ini secara umum direncanakan seperti berikut.

1. Spesifikasi bahan yang digunakan dalam evaluasi

a) Material beton dan tulangan

Klasifikasi dan properti material beton dan tulangan yang akan digunakan pada struktur adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Material Beton

Material	Spesifikasi		Compression Strength (Mpa)
Beton	K – 250	Test Kubus	fc' 25
		Test Silinder	fc' 20,75

Tabel 2. Material Tulangan (Tabel 6 SNI 2052-2017)

Material	Spesifikasi		Yield Strength ((N/mm ²))	Tensile Strength (N/mm ²)
Tulangan	Tulangan Polos	BJTS 420	420	525
	Tulangan Ulir	BJTS 420AB	420	525

b. Dimensi Kolom

Besaran kolom yang akan digunakan pada struktur adalah K 40 cm x 40 cm

c. Pembebanan

Pembebanan yang digunakan dalam evaluasi ini mengacu pada peraturan Pedoman Perencanaan Gedung SNI 1727 - 2020

1) Beban Mati, D

Beban mati yang dimodelkan akan dihitung secara otomatis oleh program.

Program struktur yang digunakan adalah ETABS versi 19.

2) Beban Mati tambahan pada lantai, (SDL)

- Berat pasir setebal 1 cm = 0.16 kN/m²

- Berat spesi setebal 3cm = 0.66 kN/m²
 - Berat keramik setebal 1cm = 0.24 kN/m²
 - Berat plafon & penggantung = 0.2 kN/m²
 - Berat instalasi ME = 0.25 kN/m²
 - Total beban mati tambahan` = 1.51 kN/m²
- 3) Beban Mati tambahan pada lantai, (SDL)
- Berat waterproofing = 0.28 kN/m²
 - Berat plafon & penggantung = 0.2 kN/m²
 - Berat instalasi ME = 0.25 kN/m²
 - Total beban mati tambahan = 0.73 kN/m²
- 4) Beban hidup,
- pada plat lantai = 2.40 kN/m²
 - pada plat atap = 1.00 kN/m²
- 5) Beban Angin
- Angin Atap
- Kecepatan Desak = 1.02 kN/m²
 - Kecepatan Hisap = (0.70) kN/m²
- Angin Dinding bangunan arah X
- Kecepatan datang = 0.80 kN/m²
 - Kecepatan pergi = (0.40) kN/m²
- Angin Dinding bangunan arah Y
- Kecepatan datang = 0.80 kN/m²
 - Kecepatan pergi = (0.40) kN/m²
- d. Kombinasi Pembebanan
- Untuk perhitungan Struktur beton dan penulangan balok, kolom, kombinasi pembebanannya adalah sebagai berikut:

Kombinasi Beban Dasar

Kombinasi beban yang digunakan adalah kombinasi beban metode ultimit. Struktur didesain untuk memenuhi kekuatan yang sama atau melebihi dari efek beban terfaktor (SNI 1726 2019). SNI 1726 2019 Pasal 4.2.2.1 kombinasi beban metode ultimit dibagi menjadi dua, yaitu pembebanan dasar dan pembebanan dengan pengaruh beban seismik. Berikut kombinasi pembebanannya

- 1,4 DL..... 1
- 1,2 DL + 1,6 LL + 0,5 (Lr atau R)..... 2
- 1,2 DL + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5 W)..... 3
- 1,2 DL + 1,0 W + LL + 0,5 (Lr atau R)..... 4
- 0,9 DL + 1,0 W..... 5

Keterangan:

DL = beban mati dan sudah termasuk pada beban mati tambahan (SDL)

LL = beban hidup bangunan.

Lr = beban hidup atap

R = beban hujan

W = beban angin

Menurut SNI 1726 2019 Pasal 4.2.2.1 faktor beban pada LL untuk kombinasi 3 dan 4 Tabel II.4 diizinkan memakai 0,5 untuk semua fungsi ruang apabila beban hidup desain tak tereduksi lebih kecil atau sama dengan 4,78 kN/m² , kecuali

garasi dan ruang pertemuan publik

Kombinasi pembebanan dengan pengaruh beban seismik

Kombinasi beban seismik berikut harus diperhitungkan dengan kombinasi beban dasar dan tidak diharuskan dihitung bersamaan dengan beban angin (SNI 1726 2019). Pada Pasal 4.2.2.3 SNI 1726 2019, kombinasi beban dengan pengaruh seismik metode ultimit adalah sebagai berikut:

- 1,2 DL + 1,0 LL + E
- 0,9 DL + E

Menurut SNI 1726 2019 Pasal 4.2.2.3 pengaruh beban seismik pada poin 6 dan 7 ditentukan sesuai persamaan berikut:

$$E = E_h + E_v \text{ (untuk kombinasi 6)}$$

$$E = E_h - E_v \text{ (untuk kombinasi 7)}$$

Keterangan:

E = beban gempa

E_h = beban gempa horizontal

E_v = beban gempa vertikal

2. Metode Design

Struktur bangunan dimodelkan sebagai portal 3-Dimensi, dan dianalisis dengan program ETABS. Analisis dilakukan terhadap pembebanan statik. Setelah dilakukan analisis dan didapatkan gaya dalam pada elemen struktur, dilakukan perhitungan (desain) untuk mendapatkan penulangan struktur perlu. Desain elemen struktur dilakukan berdasarkan metode kekuatan batas. Semua analisis tersebut di atas dilakukan dengan memperhatikan peraturan / ketentuan yang berlaku sampai saat ini.

3. Beban Gempa

Berdasarkan SNI 1726 : 2019 dapat dari website desain spektra Data Desain Gempa sebagai berikut:

- Lokasi : Jl Besar Medan - Banda Aceh Kec. Besitang, Sumatera Utara - Titik Koordinat (dari google maps) : @ 3.3450, 98.4020
- Jenis Tanah : Tanah Lunak
- Klasifikasi Situs : SE
- Kategori resiko : Gedung Pendidikan = I

Tabel 3. Data Percepatan Gempa

Spektral Percepatan Periode Pendek	S_s	=	0.9017	g
Spektral Percepatan Periode 1 Detik	S_1	=	0.4686	g
Koefisien Situs	F_a	=	1.1787	
<i>SNI 1726:2019 tabel 6</i>				
Koefisien Situs	F_v	=	2.2628	
<i>SNI 1726:2019 tabel 7</i>				
Percepatan Desain Periode Pendek	SDS	=	$2/3 * F_a * S_s$	
<i>SNI 1726:2019 pasal 6.2 dan 6.3</i>				
		=	0.7085	g
Percepatan Desain Periode 1 Detik	SD_1	=	$2/3 * F_v * S_1$	
<i>SNI 1726:2019 pasal 6.2 dan 6.3</i>				
		=	0.7069	g
	T_0	=	$0.2 * SD_1 / SDS$	
<i>SNI 1726:2019 pasal 6.4</i>				
		=	0.1995	detik

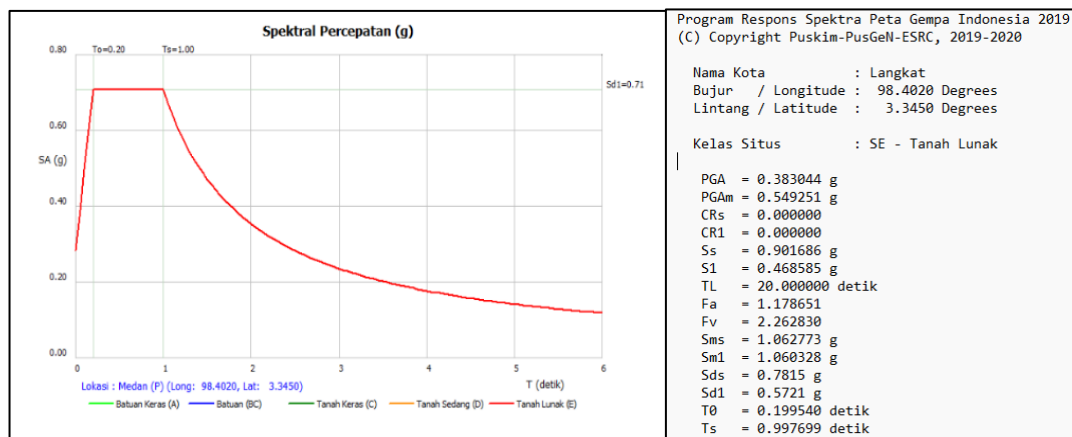
	T_s	=	SDI / SDS	
<i>SNI 1726:2019 pasal 6.4</i>		=	0.9977	detik

Tabel 4. Data Parameter Gempa

Faktor Keutamaan Gempa	I_e	=	1.00
Koefisien Modifikasi Respons	R	=	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	=	3
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	=	5.5

Tabel 5. Data Periode Struktur

Percepatan Desain Periode 1 Detik	SDI	=	0.7069	g
Koefisien untuk Batas Periode	C_u	=	1.4	
Parameter Periode Pendekatan	C_t	=	0.0466	
Parameter Periode Pendekatan	x	=	0.9	
Tinggi Bangunan (Seismik)	h	=	12	m
Periode Fundamental Pendekatan	T_a	=	$C_t * h_x$	
<i>SNI 1726:2019 persamaan 36</i>		=	0.4362	detik
Periode Maksimum	T_{max}	=	$C_u * T_a$	
<i>SNI 1726:2019 pasal 7.8.2</i>		=	0.611	detik
Periode Hasil Analisis Arah X	$T_{c,X}$	=	0.852	detik
Periode Hasil Analisis Arah Y	$T_{c,Y}$	=	0.903	detik
Periode Pakai Arah X	T_X	=	0.611	detik
Periode Pakai Arah Y	T_Y	=	0.611	detik

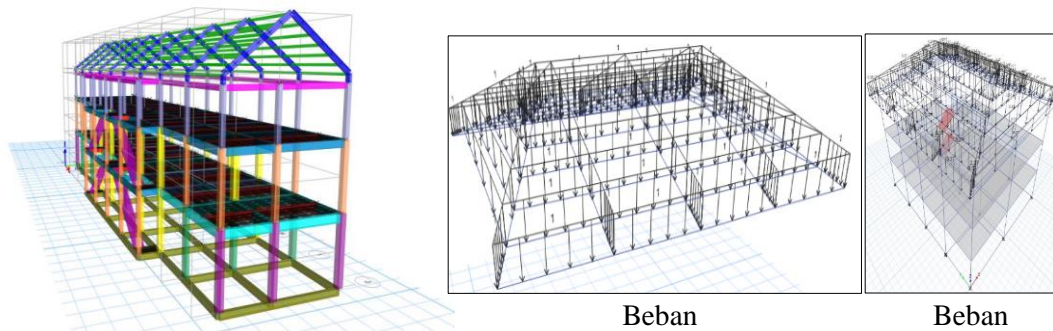


Gambar 2. Respon Spektra Gempa Lokasi Langkat

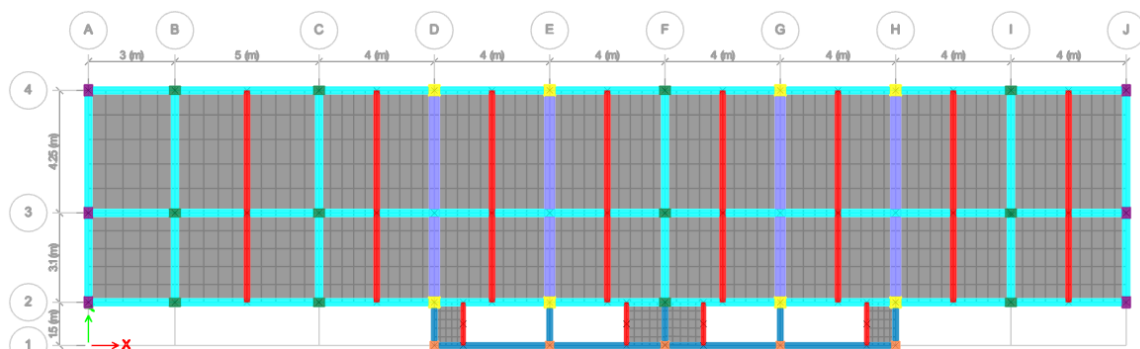
4. Analisa Struktur

Dalam laporan perhitungan ini menggunakan analisis linear dinamik dengan analisis spektrum ragam.

a. Pemodelan Struktur



Gambar 3. Pemodelan Struktur 3 Dimensi



Gambar 4. Pemodelan Struktur Kolom

b. Pemodelan Struktur Kolom

Dalam pemodelan struktur dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel: 6 Bentuk dan Jumlah Ragam

Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.903	0.2436	0.3752	0	0.2436	0.3752	0	0.2065	0.1019	0.1775	0.2065	0.1019	0.1775
2	0.852	0.52	0.2635	0	0.7636	0.6387	0	0.1688	0.212	0.0002	0.3753	0.3139	0.1777
3	0.732	0.067	0.0731	0	0.8306	0.7118	0	0.0734	0.0225	0.5752	0.4487	0.3363	0.7529
4	0.53	0.0001	0.1693	0	0.8307	0.8811	0	0.1315	0.0002	0.0022	0.5802	0.3366	0.7551
5	0.481	0.0296	0.0027	0	0.8603	0.8839	0	0.0003	0.0891	0.0573	0.5805	0.4257	0.8125
6	0.466	0.0099	0.0009	0	0.8702	0.8847	0	0.0001	0.0168	0.0282	0.5806	0.4424	0.8407
7	0.428	0.0358	0.0001	0	0.906	0.8848	0	0.0001	0.1391	0.0001	0.5806	0.5815	0.8408
8	0.409	0.0092	0.0005	0	0.9152	0.8853	0	0.0001	0.0515	0.0082	0.5807	0.633	0.8489
9	0.355	0.0115	0.0001	0	0.9287	0.8854	0	0.0015	0.0626	0.0665	0.5823	0.6955	0.9154
10	0.315	0.0001	0.03	0	0.9268	0.9154	0	0.1316	0.0009	0.0007	0.7138	0.6964	0.9161
11	0.244	0.0001	0.0011	0	0.9268	0.9165	0	0.004	0.0004	0.0005	0.7179	0.6968	0.9166
12	0.239	0.0347	0.0179	0	0.9615	0.9344	0	0.0505	0.1415	0.0071	0.7684	0.8383	0.9236
13	0.235	0.0278	0.0129	0	0.9893	0.9474	0	0.0377	0.1097	0.0001	0.8061	0.9481	0.9237
14	0.219	0.0042	0.0307	0	0.9935	0.9781	0	0.1248	0.0156	0.0054	0.9309	0.9637	0.9292
15	0.208	2.685E-05	0.0005	0	0.9935	0.9786	0	0.0024	0.0002	0.0002	0.9333	0.9638	0.9294

c. Periode dan rasio

Koefisien Respons Seismik
SNI 1726:2019 persamaan 31

Batas Atas

SNI 1726:2019 persamaan 32

$Cs_{max,Y} = 0.1929$

Batas Bawah

SNI 1726:2019 persamaan 34

Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)

$$Cs = S_{DS} / (R/I_e)$$

$$= 0.1181$$

$$Cs_{max} = SD1 / [T * (R/I_e)]$$

$$Cs_{max,X} = 0.1929$$

$$Cs_{min,1} = 0.044 SDS I_e \geq 0.01$$

$$= 0.0312$$

$$Cs_{min,2} = 0.5 S1 / (R/I_e)$$

SNI 1726:2019 persamaan 35	=	0.0390
Koefisien Respons Seismik Pakai	$C_{s,pakai,X}$	= 0.1181
$C_{s,pakai,Y}$	=	0.1181
Berat Seismik Efektif	W	= 5140.06 kN
Gaya Geser Dasar Seismik	V_x	= 606.97 kN
	V_y	= 606.97 kN
Berat Seismik Efektif ETABS	=	600.44 kN
Penskalaan Gaya		
Faktor Skala Awal	SF	= $g / (R / D)$
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.2	=	1.634 m/s ² = 1634.44 mm/s ²
Gaya Geser Respon Spektra Unscaled	$V_{i,X}$	= 269.073 kN
	$V_{i,Y}$	= 246.513 kN
Penskalaan Gaya Gempa	F_x	= 2.256
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1	f_Y	= 2.462
Faktor Skala Baru	SFX	= 3686.94 mm/s ²
	SFY	= 4024.35 mm/s ²
Penskalaan Simpangan		
Koefisien Respons Seismik	C_s	= $0.5 S_1 / (R/I_e)$
SNI 1726:2019 persamaan 35	=	0.0390
Gaya Geser Statik (Simpangan)	V	= $C_s * W$
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.2	=	200.71 kN
Faktor Skala Awal	SF	= 1634.44 mm/s ²
Gaya Geser Respon Spektra Unscaled	$V_{i,X}$	= 269.073 kN
	$V_{i,Y}$	= 246.513 kN
Penskalaan Simpangan	f_X	= 1.000
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.2	f_Y	= 1.000
Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δa	= 0.02
Faktor Redundansi	ρ	= 1.3
Story Drift Inelastik Izin	Δ_{max}	= $\Delta / \rho = 0.0154$
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	= 5.5
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	= 1.00
Story Drift Inelastik	Δ	= $\delta * C_d / I_e$

Tabel 7. Simpangan Antar Tingkat

Story	Displacement		Elastic Drift		h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek
	δe_x	δe_y	δe_x	δe_y		Δ_x	Δ_y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
15.25	0.072	0.076	0.001	0.002	250	0.006	0.011	3.846	OK
12.5	0.071	0.074	0.004	0.005	500	0.022	0.027	7.692	OK
12	0.067	0.069	0.027	0.030	4000	0.149	0.165	61.538	OK
8	0.040	0.039	0.032	0.030	2000	0.176	0.165	30.769	OK
6	0.008	0.009	-0.011	-0.009	2000	-0.061	-0.050	30.769	OK
4	0.019	0.018	0.018	0.016	2000	0.099	0.088	30.769	OK
2	0.001	0.002	0.001	0.002	2000	0.006	0.011	30.769	OK

Tabel 8. Batas Stabilitas Struktur

Story	Inelastic Drift		Story Forces			h (mm)	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Cek
	Δ_x	Δ_y	P	V_x	V_y		θ_X	θ_Y			
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)						
12	0.149	0.165	7018.58	355.93	359.48	4000	0.0001	0.0001	0.1	0.0909	OK
8	0.176	0.165	9761.59	439.08	442.24	2000	0.0004	0.0003	0.1	0.0909	OK
6	-0.061	-0.050	12504.59	506.32	508.88	2000	0.0001	0.0001	0.1	0.0909	OK
4	0.099	0.088	15247.59	561.79	563.72	2000	0.0002	0.0002	0.1	0.0909	OK
2	0.006	0.011	17990.60	608.26	609.43	2000	0.0000	0.0000	0.1	0.0909	OK

5. Perhitungan Struktur Kolom

Perancangan kolom direncanakan menggunakan kolom utama berdimensi 400 x 400. Dari hasil output Etabs v19 didapatkan gaya aksial (P_u) sebesar 653,791 kN, dan gaya geser (V_u) sebesar 520,122 kN. Dari hasil tersebut dilakukan perhitungan struktur pada kolom dan dihasilkan penulangan kolom seperti tabel dibawah ini :

Tabel 9: Perhitungan Struktur

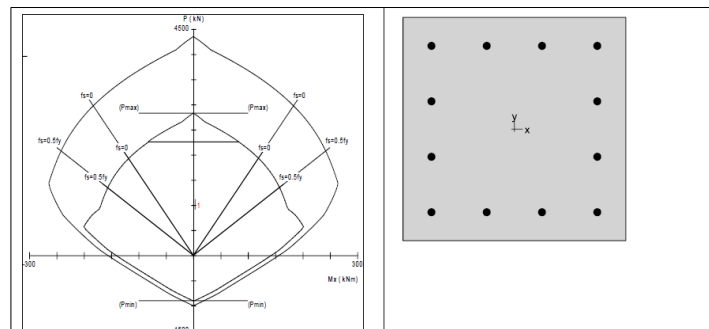
Parameter	Pasal Referensi SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019	Persamaan	Satuan	Nilai
Panjang/Tinggi Kolom, L		Input	mm	4000
Sisi Pendek Kolom, b		Input	mm	400
Sisi Panjang Kolom, h		Input	mm	400
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b		Input	mm	13
Diameter Tulangan Sengkang, d_s		Input	mm	10
Selimit Bersih, cc		Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'		Input	MPa	25
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y		Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}		Input	MPa	420
Tinggi Balok, h_b		Input	mm	500
L_n		$L - h_b$	mm	3500
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column)				
Jumlah Tulangan, n		input		14
Luas Tulangan Longitudinal, A_s		$n * \pi/4 * d_{b2}^2$	mm ²	1858.3
Rasio Tulangan, ρ		$A_s / (b * h)$		1.16%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}	21.6.3.1	18.7.4.1	$1\% \leq \rho \leq 6\%$	OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)				
Momen Nominal Kolom, M_{nc}		Input (M_n dari kondisi P_{max} dan P_{min})	kN m	245.000

Mn- Tumpuan			Input	kN m	34.000
Mn+ Tumpuan			Input	kN m	31.000
Cek SCWB	21.6.2.2	18.7.3.2	$2 * M_{nc} \geq 1.2 * (M_{n-} + M_{n+})$ OK		
Panjang Zona Sendi Plastis					
l_{o1}	h			mm	400.0
l_{o2}	$L_n / 6$			mm	583.3
l_{o3}	450 mm			mm	450
l_o	$M_{ax} (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})$			mm	583.3
Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n_1	Input				2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n_2	Input				2
Spasi, s	Input			mm	50
Spasi Kaki Terbesar, $x_{i \max}$	Input			mm	250
Ash 1	$n * \pi/4 * d_{s2}$			mm ²	157.080
Ash 2	$n * \pi/4 * d_{s2}$			mm ²	157.080
Ash / $s_{,1}$				mm ² / mm	3.142
Ash / $s_{,2}$				mm ² / mm	3.142
Confinement/Kekangan Zona Sendi Plastis					
Lebar Penampang Inti Beton, b_c	b - 2cc			mm	320
Panjang Penampang Inti Beton, h_c	h - 2cc			mm	320
Luas Penampang Kolom, A_g	b * h			mm ²	160000
Luas Penampang Inti Beton, A_{ch}	$b_c * h_c$			mm ²	102400
Sisi Pendek/Sumbu Lemah					
Ash/s min, 1	$0.3 (b_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$			mm ²	2.071
Ash/s min, 2	$0.09 * b_c * f_c' / f_{yv}$			mm ²	1.714
Cek Ash/s 1	Ash/s 1 \geq Ash/s min ?				OK
Sisi Panjang/Sumbu Kuat					
Ash/s min, 1	$0.3 (h_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$			mm ²	2.071
Ash/s min, 2	$0.09 * h_c * f_c' / f_{yv}$			mm ²	1.714
Cek Ash/s 2	Ash/s 2 \geq Ash/s min ?				Ok
Cek Spasi					
$s_{max,1}$	b / 4			mm	100
$s_{max,2}$	$10 * d_b$			mm	130
hx	$x_{i \max}$			mm	250
$s_{max,3} = s_o$	$100 \leq 100 + (350 - hx) / 3 \leq 150$			mm	133.333
s_{max}	Min ($s_{max,1}$, $s_{max,2}$, $s_{max,3}$)			mm	100.000
Kuat Geser Zona Sendi Plastis					
Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan $f_{pr} = 1.25 f_y$)					
Mpr Kolom	Input, (nilai terbesar)			kN m	32.000

Vu 1	2 * Mpr Kolom / Ln	N	18286
Gaya Geser Hasil Analisis Struktur			
Vu 2, Sumbu Lemah	Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
Vu 2, Sumbu Kuat	Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah			
Vu	Max (Vu1, Vu2)	N	258722
ϕ			0.75
Vc	$0.17 (1 + Nu/(14 Ag)) (fc')0.5 h d; d = b - cc - ds - db / 2$	N	116794
Vs Perlu	$Vu / \phi - Vc$	N	228169
As/s Perlu	$Vs / (fyv * d); d = b - cc - ds - db / 2$	mm ²	1.5815
As/s Min 1	$0.062 (fc')0.5 h / fyv$	mm ²	0.2952
As/s Min 2	$0.35 h / fyv$	mm ²	0.3333
Cek As/s	Ash/s 1 \geq Max (As/s Perlu, As/s Min)		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat			
Vu	Max (Vu1, Vu2)	N	520122
ϕ			1
Vc	$0.17 (1 + Nu/(14 Ag)) (fc')0.5 b d; d = h - cc - ds - db / 2$	N	116794
Vs Perlu	$Vu / \phi - Vc$	N	403327
As/s Perlu	$Vs / (fyv * d); d = h - cc - ds - db / 2$	mm ²	2.7956
As/s Min 1	$0.062 (fc')0.5 b / fyv$	mm ²	0.2952
As/s Min 2	$0.35 b / fyv$	mm ²	0.3333
Cek As/s	Ash/s 2 \geq Max (As/s Perlu, As/s Min)		Cek As/s
Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan			
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1	Input		4
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n2	Input		4
Spasi, s	Input	mm	100
Av Sumbu Lemah	$n * \pi / 4 * ds^2$	mm ²	314.159
Av Sumbu Kuat	$n * \pi / 4 * ds^2$	mm ²	314.159
Confinement/Kekangan Luar Zona Sendi Plastis			
Spasi max 1	10 db	mm	130.0
Spasi max 2	150 mm	mm	150.0
Cek Spasi	Spasi \leq Spasi Max		Ok
Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis			
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah			
Vu	Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ			0.85
Vc	$0.17 (1 + Nu/(14 Ag)) (fc')0.5 h d; d = b - cc - ds - db / 2$	N	116794

Vs Perlu	$\text{Max} (V_u/\phi - V_c; 0)$		187585
Av/s Perlu	$V_s / (f_{yv} * d); d = b - c_c - d_s - d_b / 2$		1.3002
As/s Min 1	$0.062 (f_c')^{0.5} b / f_{yv}$	mm ²	0.2952
As/s Min 2	$0.35 b / f_{yv}$	mm ²	0.3333
Cek As/s	Av/s \geq Av/s Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat			
Vu	Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ			0.75
Vc	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)) (f_c')^{0.5} b d; d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	116794
Vs Perlu	$\text{Max} (V_u/\phi - V_c; 0)$		576701
Cek As/s	Av/s \geq Av/s Perlu ?		OK

Dengan menggunakan Tulangan Longitudinal 12 - D13 cukup untuk menahan beban yang terjadi dan pengecekan keamanan tulangan kolom dilakukan menggunakan program SpColumn yang kemudian menghasilkan diagram interaksi kolom seperti gambar dibawah ini.



Gambar 5. Diagram Interaksi Kolom K. 400x400 cm

4. KESIMPULAN

Setelah membandingkan perancangan kolom menggunakan program ETABS v9.0.0 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Perencanaan struktur gedung asrama 3 lantai direncanakan menggunakan beton bertulang dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan bentang gedung yaitu 36 x 7,5 m. Memiliki Kategori Resiko Gempa IV dengan Faktor Keutamaan Gempa (I_e) = 1,0. termasuk kelas situs tanah lunak (SE).
- Parameter Gempa pada Gedung Asrama adalah $S_s = 0.9017$ g; $S_1 = 0.4686$ g; $F_a = 1.1787$ g; $F_v = 2.2628$ g; $SDS = 0.7085$ g; $SD1 = 0.7069$ g
- Struktur Gedung asrama 3 Lantai menghasilkan dimensi kolom 40 x 40 cm sangat aman menahan kapasitas lentur dan geser dengan menggunakan tulangan longitudinal 14 D 13 dan sengkang tumpuan D10 – 100 dan lapangan D10-150.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali Asroni. 2010. Kolom, Fondasi, dan Balok “T” Beton Bertulang. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [2] Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti. 2013. Desain Pondasi Tahan Gempa.

- C.V Andi Offset. Yogyakarta.
- [3] ASCE 41-17. Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. Ditjen Ciptakarya. (2021). Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia, Kementerian PUPR. rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021
 - [4] PPURG. (1987). Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.
 - [5] SNI 1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Untuk Gedung dan non Gedung.
 - [6] SNI 1727-2020. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain.
 - [7] SNI 2847-2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung