

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT LIMA LANTAI MAHASISWA UNIVERSITAS SEMARANG

Ryan Adi Permana⁽¹⁾, Idia Wandoko⁽²⁾.

Ir. Bambang Purni, MT⁽³⁾, Trias Widorini, S.T.,M.Eng⁽⁴⁾

^(1,2) Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Semarang

^(3,4) Dosen Teknik Sipil Universitas Semarang

ABSTRAK

Pusat Kesehatan harus dibangun disetiap daerah guna melayani pengobatan dan pemulihan, khususnya untuk perawatan kesehatan primer masyarakat. Terlebih saat ini di seluruh Dunia sedang menghadapi ancaman virus yang sudah merenggut banyak sekali korban jiwa, maka pembangunan rumah sakit sangat dibutuhkan. Selain itu adanya pelayanan kesehatan memudahkan masyarakat memahami fungsi dari perawatan yang akurat tentang suatu penyakit atau masalah kesehatan yang dialaminya, antara lain laporan medis tentang masalah yg diderita pasien dengan uji laboratorium sehingga semua masalah kesehatan tersebut dapat ditangani dengan tepat. Kemudian perlu disadari bahwa dengan adanya pusat pelayanan kesehatan berguna bagi pemanfaatan sumber daya manusia dalam rangka peningkatan pelayanan kesehatan dengan memperhatikan etika ilmu pengetahuan pada bidang kesehatan, agar mendorong masyarakat peduli tentang pentingnya menjaga kesehatan. Untuk pengaruh pendidikan dalam Dunia kesehatan sebagai kegiatan penelitian dan pendidikan di fakultas kedokteran pada suatu universitas atau lembaga pendidikan tinggi.

Kata kunci : Rumah Sakit, Infrastruktur, Bangunan Vertikal, Kesehatan.

ABSTRACT

The construction of health service buildings is one of the efforts to meet the primary needs of the community. The progress and development of development in big cities is very rapid, especially in the city of Semarang. This has an impact on the availability of increasingly narrow land. Therefore, various efforts have been carried out to plan a building that can be used to meet the needs of facilities in terms of comfort, completeness of facilities and compliance with

standards as well as the incorporation of modern and traditional architecture in accordance with the characteristics of the city of Semarang by offering health services that have good services.

By presenting a hospital that is considered effective to meet health needs, this also encourages the world of education in the health sector at the tertiary level to develop infrastructure to support student facilities by building public hospitals. Of course, this is very helpful for students who are currently studying who have difficulty in knowing the types of drugs that can be used for certain diseases.

Keywords: General Hospital, Infrastructure, Health

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur untuk kebutuhan pelayanan kesehatan sangat di butuhkan . Dalam hal ini infrastruktu untuk kebutuhan masyarakat mengenai pusat kesehatan terus menerus dikembangkan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi masalah terhadap kesehatan dan mengatasi permasalahan virus yang sedang dihadapi oleh seluruh negara.

Dengan adanya bangunan rumah sakit memudahkan masyarakat untuk berobat ataupun menjalani masa pemulihan oleh penyakit yang diderita ,sehingga beberapa aspek yang membuat bangunan rumah sakit tersebut memiliki kenyamanan dan pelayanan yang baik. Jadi, perasaan yang dirasakan masyarakat terhadap pelayanan kesehatan menjadi lebih nyaman.

2. RUMUSAN MASALAH

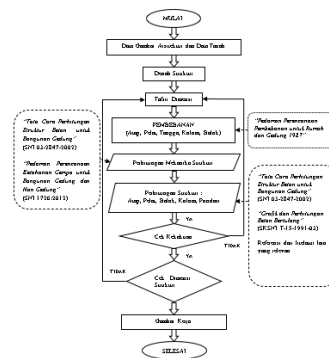
Bagaimana merencanakan gedung lima lantai yang berfungsi sebagai pusat layanan kesehatan dengan konstruksi yang aman dan nyaman ?

3. MAKSUD DAN TUJUAN

Perencanaan Struktur Gedung Lima Lantai Rumah Sakit Universitas Semarang dimaksud bertujuan memenuhi kebutuhan pelayanan kesehatan di kota semarang, dengan menjadikannya pusat pelayanan kesehatan. Khususnya adalah dikota Semarang ini menjadi salah satu kota yang terndampak oleh virus covid19

4. METODOLOGI PERENCANAAN

Berikut merupakan tahapan perencanaan yang disajikan dalam bentuk diagram alir seperti yang terdapat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Perencanaan

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Perencanaan Atap

Perhitungan Rangka Atap

Data-Data Perencanaan Kuda-Kuda :

- Bentang kuda-kuda = 10 m
- Jarak kuda-kuda = 4 m
- Jarak gording = 1 m
- Sudut kemiringan atap = 35°

(Asumsi)

- Gording = CNP 125 mm x 50mm x 20 mm x 3,2 mm
- Berat Gording = 6,13 kg/m

Tabel 1 Lip Channel In Back to Back Arrangement

Size (mm)	Section Area	Weight	Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
axbxc	t	Kg/m	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
125x50x20	3/2	7,807	6,13	181	26,6	4,82	1,85	29,02

Sumber : Tabel Profil Konstruksi Baja, hal 51

Sifat mekanis baja struktural untuk perencanaan di tetapkan sebagai berikut :

- Modulus Elastisitas (E) = 200000 Mpa
 - Modulus Geser (G) = 80000 Mpa
 - Poisson Ratio (μ) = 30 %
 - Koefisien Pemuaian (α) = 1,2 * 10⁻⁶ /°C
- (SNI 03 – 1729 – 2002, hal 9)
- Mutu Baja = BJ 37
 - Tegangan Leleh (fy) = 240 Mpa
 - Tegangan Ultimit (fu) = 370 Mpa
 - Tegangan Dasar = 160 Mpa
 - Peregangan Minimum = 20 %

Tabel 2 Sifat Mekanis Baja Struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : SNI 03-1729 – 2002, Tabel 5.3 hal 11

Berat bangunan dan komponen gedung di tetapkan sebagai berikut :

- Berat per unit volume baja = 7850 kg/m³
 - Penutup atap genteng = 50 kg/m²
 - Plafond Eternit = 11 kg/m²
 - Penggantung = 7 kg/m²
- (PPPURG 1987, hal 5-6)

Beban hidup pada atap di tetapkan sebagai berikut :

- Beban hidup pekerja = 100 kg
 - Beban air hujan = (40 – 0,8 x 35⁰) = 12 kg/m²
- (PPPURG 1987, hal 7)

- Tekanan tiup angin = 25 kg/m²
- (PPPURG 1987, hal 18)

- Koefisien angin :
 Angin tekan = 0,02 α – 0,4
 Angin hisap = - 0,40

5.2 Perencanaan Plat Lantai

Pada sistem perencanaan pelat direncanakan sama dari lantai 1-5 dengan tumpuan berupa jepit ataupun bebas. Sistem penulangan direncanakan sama pada tiap-tiap lantai.

1. Material Beton

- Fc = 25 Mpa
 - Berat per unit volume = 2400 Kg/m³
- (PPPURG 1987)
- Modulus elastisitas = 23500 Mpa

E_c
 $= 4700\sqrt{f_c}$
 $\rightarrow 4700\sqrt{25}$
 $= 23500 \text{ Mpa}$
 (SNI -03 -2847 -2002, pasal 10.5(1), hal 54)

2. Material Tulangan

F_y = 240 Mpa
 (SNI-03-1729-2002, pasal 5.1.3, hal 9)
 Berat per unit volume = 7850 kg/m^3
 (PPPURG 1987)
 Modulus elastisitas = 200000 Mpa
 (SNI-03-1729-2002, pasal 5.1.3, hal 9)

Menentukan Syarat-Syarat Batas dan Bentang Pelat Lantai

1. Penulangan Pelat Model I – 2

- Pelat $L_x = 350 \text{ cm}$, $L_y = 400 \text{ cm}$ dengan kode A1

2. Penulangan Pelat Model I – 4

- Pelat $L_x = 350 \text{ cm}$, $L_y = 400 \text{ cm}$ dengan kode A2
- Pelat $L_x = 300 \text{ cm}$, $L_y = 350 \text{ cm}$ dengan kode A2'

3. Penulangan Pelat Model I – 8

- Pelat $L_x = 300 \text{ cm}$, $L_y = 300 \text{ cm}$ dengan kode A3

Keterangan :

Sisi bentang pendek (L_x)
 Sisi bentang panjang (L_y)
 Didapatkan tebal plat lantai =

$$h = \frac{ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9 \frac{L_x}{L_y}} h = \frac{400(0,8 + \frac{240}{1500})}{36 + 9 \frac{500}{300}} =$$

 $h = 7,84 \text{ cm}$

(Maka tebal pelat lantai yang digunakan yaitu **12 cm**)

Perhitungan Momen Secara Manual Dengan Dibantu Program Excel
 Tabel 3 Rekapitulasi Momen Pelat Lantai

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020
 Dengan tulangan yang dihasilkan menggunakan rumus dalam interpolasi

$\frac{M_u}{b \times d^2} = A \rightarrow \rho = a$
 $\frac{M_u}{b \times d^2} = X \rightarrow \text{Interpolasi}$

Kedudukan		FUNGSI		W_u (kNm ²)	I_p (m ⁴)	Kedudukan Momen Penulangan Anak 1									
No	Urut					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1	1	Lantai Utama	0,30	1		-0,02	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
$M_u = 4,081 \text{ W}_u \times L_y^2 / D^2$															
(kNm ²)															
Kedudukan Momen Penulangan Anak 2															
D															
$M_u = 4,081 \text{ W}_u \times L_y^2 / D^2$															
(kNm ²)															

$\frac{M_u}{b \times d^2} = B \rightarrow \rho = b$
 $\rho = a + \frac{X-A}{100} \times (b - a)$

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil

No	Tipe Plat	Kode Plat	Momen M_u	b	d	$M_u / (b \times d^2)$	INTERPOLASI			ρ	ρ_{min}	ρ_{max}	A1	TULANGAN	A2'
							ρ	ρ_{min}	ρ_{max}						
1	1	A1	4,081	0,30	0,30	14,27	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	151	0,00 125	0,00
2	1	A1	4,081	0,30	0,30	14,27	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	151	0,00 125	0,00
3	1	A1	4,081	0,30	0,30	14,27	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	151	0,00 125	0,00

Perhitungan Tulangan Pelat Lantai

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

5.3 Perhitungan Tangga

Tangga adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk menghubungkan struktur bawah dengan struktur atas sehingga mempermudah orang untuk dapat mengakses atau mobilisasi orang keatas dan kebawah struktur lantai.

Syarat kenyamanan :

Syarat kenyamanan yang digunakan menggunakan aturan acuan dimensi dan sudut anak tangga. Untuk menghasilkan struktur tangga yang nyaman dilalui, maka dimensi tangga yang digunakan pada konstruksi memakai perkiraan acuan angka dibawah ini

O = *Optrede* (langkah tegak) = 15 cm – 20 cm

A = *Antrede* (langkah datar) = 20 cm – 35 cm

Digunakan : o = 17 cm
 a = 30 cm

Menentukan tulangan

a. Tinggi efektif plat tangga (d)
 $d_x = h - t_s - 0,5 \times \emptyset$
 $= 170 - 30 - 0,5 \times 10 = 125 \text{ mm}$

b. Momen nominal

$$M_{11} = M_u = 7,66 \text{ kN.m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7,66}{0,9} = 8,51 \text{ kN.m}$$
$$= 8,51 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

c. Rasio tulangan (ρ)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (f'c } 30)$$

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \times \beta \times f_c \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]}{f_y}$$
$$= \frac{0,85 \times 0,85 \times 30 \left[\frac{600}{600 + 240} \right]}{240} = 0,0645$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}} = 0,75 \times 0,0645 = 0,0483$$

$$R_n = \left(\frac{M_n}{b \times d^2} \right) = \left(\frac{1,102 \times 10^6}{1000 \times 115^2} \right) = 0,083 \text{ MPa}$$

$$m = \left(\frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right) = \left(\frac{240}{0,85 \times 30} \right) = 9,411$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$
$$= \frac{1}{9,411} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot (9,411) \cdot (0,083)}{240}} \right]$$
$$= 0,00039$$

Jika $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,00583$

d. Kebutuhan tulangan

$$A_{st} = 0,00583 \times 1000 \times 125 = 728,75 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan polos $\emptyset 10$

Luas satu tulangan A_s

$$A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan

$$N = A_{st} / A_s = 728,75 / 78,5 = 9,28 = 10 \text{ buah}$$

Jarak antar tulangan :

$$S = \left(\frac{0,25 \times \pi \times D^2 \times b}{A_{st}} \right)$$
$$\left(\frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{670,45} \right) =$$
$$117,08 \approx 100 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ ada} = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2$$
$$= 10 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2$$

$$= 785 \text{ mm}^2 > 670,45 \text{ mm}^2 \text{ (aman)}$$

Jadi tulangan plat tangga arah digunakan $\emptyset 10 - 100 \text{ mm}$

5.4 Pembebanan

1. Beban Gempa

Beban gempa atau respons spectrum yang terjadi sesuai dengan data pada perhitungan gempa, mengacu pada SNI 03-1726-2012. Analisis struktur terhadap beban gempa pada gedung dilakukan dengan metode analisis respon spektrum. Berdasarkan parameter respons percepatan perioda pendek (SDS) dan perioda 1 detik (SD1), bangunan gedung termasuk dalam Kriteria Desain Seismik (KDS) D, sehingga sistem penahan gaya gempa yang diijinkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Berdasarkan peta pada *google maps*, Gedung Rumah Sakit yang terletak pada lintang $-6,777280$ dan bujur 110.935851 .

a. Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan (I-IV) dan faktor keutamaan (I_e)

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I_e

Tabel 5 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II

Lebar balok(b) = 200 mm
 Tinggi balok (h) = 400 mm
 Tebal penutup beton (p)= 40 mm
 Diameter tulangan utama = D16mm
 Diameter tulangan sengkang = Ø10mm
 $F_c = 25\text{Mpa}$
 $F_y = 400\text{ Mpa}$ (tulangan pokok)
 $F_y = 240\text{ Mpa}$ (tulangan sengkang)

Faktor reduksi lentur= 0,9
 Faktor reduksi geser = 0,75

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko	DETAIL BALOK	
		TUMPUJUAN	LAPANGAN
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Blokop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo 	III		
Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi 	III	TULANGAN ATAS 3D16	2D16
Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III	TULANGAN BAWAH 2D16	3D16
		TULANGAN SENKANG Ø10-100	Ø10-150
		TULANGAN SAMPING 2D10	2D10
		TULANGAN SENKANG	4 cm
		TULANGAN SAMPING	25 Mpa

Faktor reduksi puntir= 0,75

Gambar 2 Detail Balok B1 20 X 40
Sumber : Dokumentasi Pribadi,

Perencanaan kolom

K1 40 x 40

Diameter tulangan utama = D22mm
 Diameter tulangan sengkang = Ø8 mm

Lebar Penampang(b) = 400mm

Tinggi Penampang (h) = 400mm

Tinggi Kolom = 400 cm

Panjang Balok = 400 cm

Selimut beton (p) = 40 mm

Sumber : SNI 03-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Perencanaan balok

Data Balok

Balok 20 x 40 cm

Panjang balok(L) = 4000 mm

$$\begin{aligned}
 f_c' &= 25 \text{ Mpa} \\
 f_y &= 400 \text{ Mpa (tulangan pokok)} \\
 f_y &= 240 \text{ Mpa (tulangan sengkang)}
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 0.0035$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi_D \\
 &= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} 22 \\
 &= 341 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Hasil terbesar dari output SAP diperoleh

$$P_u = 57434 \text{ N}$$

$$M_{u1} = 89,649 \text{ kNm}$$

$$M_{u2} = 26,933 \text{ kNm}$$

$$V_u = 51,968 \text{ kN}$$

$$A_{gr} = 400 \times 400 = 160000 \text{ mm}^2$$

Perhitungan Pengaruh Tekuk

$$\text{Beban Mati (D)} = \text{tebal pelat} + \text{penutup lantai}$$

$$\begin{aligned}
 &= (0,12 \times 2400) + 12 \\
 &= 300 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban Hidup (L)} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \beta d &= \frac{1,2 D}{(1,2 D + 1,6 L)} \\
 &= \frac{1,2 \times 300}{(1,2 \times 300 + 1,6 \times 250)} \\
 &= 0,474
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700 \sqrt{f_c'} \\
 &= 4700 \sqrt{25} \\
 &= 23500 \text{ Mpa} \\
 &= 235000 \text{ kg/cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_g \text{ kolom} &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 50 \times 50^3 \\
 &= 213333 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E I_k &= \frac{E_c \times I_g}{2,5 (1 + \beta d)} \\
 &= \frac{235000 \times 213333}{2,5 (1 + 0,474)} \\
 &= 13,61 \times 10^9
 \end{aligned}$$

Gambar 3 .Detail Kolom K1 40 X 40
Sumber : Data Pribadi, 2020

5.5 Perencanaan Pondasi

Spesifikasi Pondasi Tiang Pancang

Perencanaan pondasi tiang pancang menggunakan spesifikasi produk dari PT. Adhimix Precast Indonesia sebagai berikut.

D (mm)	Type	T (mm)	W (t/m)	M _{cr} (t.m)	P(ton) L(m)	
					ACI 543	
450	A1	80	0.242	7,5	150,83	6-13
	A2				147,07	6-13
	A3				143,31	6-13
	B				139,55	6-13
	C				135,10	6-15
500	A1	90	0.301	10,5	188,93	6-15
	A2				181,41	6-15
	A3				177,65	6-15
	B				175,08	6-15
	C				169,08	6-16
600	A1	100	0.408	17,0	255,03	6-16
	A2				251,27	6-16
	A3				243,82	6-16
	B				237,67	6-16
	C				227,17	6-16

Gambar 4. Spesifikasi Tiang Pancang
Sumber : Adhimix.co.id

USM

Data klasifikasi pondasi tiang pancang yang digunakan sebagai berikut :

- 1) Pondasi Type : A1
- 2) Diameter tiang pancang luar (DL) : 500 mm
- 3) Panjang tiang (H) : 12m/tiang
- 4) Luas penampang beton (A_b) : $0,25 \times \pi \times 0,5^2 = 0,196 \text{ m}^2$
- 5) F'c tiang pancang: K-600 kg/cm² (f_c'= 52 Mpa)

Daya dukung berdasarkan spesifikasi pondasi tiang pancang Adhimix Precast, didapatkan daya dukung tiang P_u max = 188,93 Ton dengan nilai Mu max = 10,5 Ton.m.

DETAIL KOLOM		
	TUMPUAN	LAPANGAN
KOLOM K1		
DIMENSI KOLOM	40 x 40	
TULANGAN POKOK	4D22	4D22
TULANGAN SENKANG	Ø8-100	Ø8-150
SELIMUT	4 cm	
MUTU BETON	25 Mpa	

Menentukan Kapasitas Dukung Tiang

Kapasitas dukung tiang dianalisis berdasarkan cara statis, dimana ditentukan dari data N-SPT diatas, dengan menggunakan rumus menurut Mayerhof (1967 dalam Cernica (1995) untuk tanah Non-koheusif :

$$f_{total} = \sum(f_i \times L_i)$$

$$f_i = 2 \times N$$

$$q = 40 \times N \times (L/D) < 400 \times N$$

Dimana :

f_{total} = total gesekan pada selimut tiang atau adhesi tanah dengan selimut tiang untuk setiap lapisan yang dijumpai (kN/m^2)
 L_i = tebal lapisan tanah ke-I (m)
 f_i = gesekan pada selimut tiang atau adhesi tanah dengan selimut tiang ntuk lapisan tanah ke-I (kN/m^2)
 D = diameter tiang (m)
 L = total panjang tiang (m)
 q = kapasitas dukung tanah pada ujung tiang (kN/m^2)

$$Q_{ultimit} = A_{ujung} \cdot q + O \cdot f_{total}$$

$$Q_{ijin} = Q_{ultimit} / SF$$

Dimana :

$Q_{ultimit}$ = kapasitas ultimit pondasi tiang tunggal (kN)
 Q_{ijin} = kapasitas ijin pondasi
 SF = faktor aman yang nilainya dapat diambil 2,5 s/d 3
 A_{ujung} = luas permukaan ujung tiang (m^2)
 O = keliling tiang (m)

Tabel 6 Nilai N-SPT untuk Perhitungan Q_{friksi}

No.	Lapisan Tanah	Depth (m)	Tebal Li (m)	Ni	fi	fi x Li
1	Lanau Lempungan Coklat Lunak dan Pasir Lanauan Abu Kehitaman Medium	0 – 8	8	6,2	12,4	99,2
2	Pasir Lanauan Abu Kehitaman dan Lanau Lempungan Abu-abu Lunak-Medium	8 – 16	8	8,2	16,4	131,2
3	Lanau Lempungan Abu-abu Lunak-Medium	16 – 22	6	5	10	60
4	Lanau Lempungan Abu-abu Kaku	22 – 36	14	15,375	30,75	430,5
					ftotal	720,9

Sumber : Data Analisis, 2020

$$F_i = 2 \times N_i \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Nilai N-SPT pada kedalaman 36 meter adalah 22, maka :

$$q = 40 \times N \times (L/D) < 400 \times N$$

$$= 40 \times 22 \times (36/0,5) < 400 \times 22$$

$$= 15840 \text{ kN/m}^2 > 8800 \text{ kN/m}^2$$

Diambil $q = 15840 \text{ kN/m}^2$

$$Q_{ultimit} = A_{ujung} \cdot q + O \cdot f_{total}$$

$$= (0,25 \times \pi \times 0,5^2) \times 15840 + (\pi \times 0,5) \times 720,9$$

$$= 4240,41 \text{ kN}$$

$$Q_{ijin} = Q_{ultimit} / SF$$

$$= 4240,41 / 3 = 1413,47 \text{ kN} = 141,347 \text{ ton}$$

Kontrol :

$$(Q_{ijin} \text{ bahan}) = 188,93 \text{ ton} > (Q_{ijin}) = 141,347 \text{ ton} \rightarrow \text{OK.}$$

Sehingga kapasitas tiang tunggal (Q_{ijin}) diambil **141,347 ton = 1413,47 kN.**

Perencanaan Jumlah Tiang dan Konfiguraasi Titik Tiang

Berdasarkan perhitungan, direncanakan jumlah tiang pancang dengan perhitungan awal Gaya aksial pada *joint* yang mewakili untuk perhitungan, didapat data sebagai berikut :

Tabel 7 Jumlah Tiang Pancang Perlu

Joint	Fz (Kn)	Kombinasi	Qijin (kN)	Digunakan Jumlah Tiang	
				Buah	Tipe
1	586,385	1.2D+1L	1413,47	0,414854931	P-1
2	851,353	1.2D+1L	1413,47	0,602314163	P-1
3	763,663	1.2D+1L	1413,47	0,540275351	P-2
4	831,747	1.2D+1L	1413,47	0,588443334	P-2
5	904,617	1.2D+1L	1413,47	0,639997312	P-2
6	944,225	1.2D+1L	1413,47	0,66801913	P-2
7	947,157	1.2D+1L	1413,47	0,670093458	P-2
8	853,416	1.2D+1L	1413,47	0,603773692	P-2

Sumber : Data Analisis, 2020

Jarak antar tiang berdasarkan daya dukung tanah, menurut syarat Dirjen Bina Marga Departemen P.U.T.L.

$$S \geq 2,5 D \text{ dan } S \geq 3 D$$

$$S_{\min} = 60 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 200 \text{ cm}$$

Keterangan :

S = jarak as-as tiang

D = diameter tiang pancang

Perhitungan jarak antar tiang pancang pondasi:

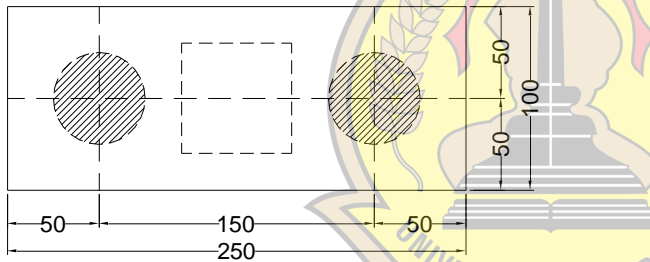
$$S = 3D$$

$$= 3 \times 50 = 150 \text{ cm}$$

Perhitungan jarak antar tepi *Pile Cap* dengan tiang pancang :

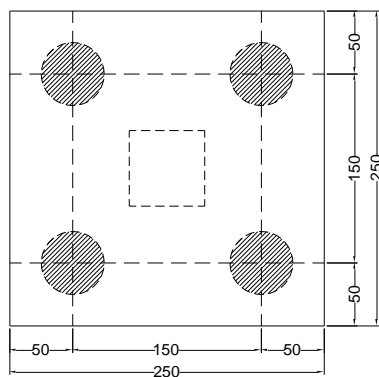
$$S = 1D$$

$$= 1 \times 50 = 50 \text{ cm}$$



Gambar 5. Susunan Tiang Tipe P-1

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020



Gambar 6. Susunan Tiang Tipe P-2

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

Berdasarkan hasil akhir penyusunan laporan tugas akhir ini mengambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Perhitungan Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Umum 5 lantai Universitas Semarang ini mengacu pada beberapa pedoman, yaitu:
 - a. Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727: 2013).
 - b. Pedoman Perencanaan Pembangunan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).
 - c. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847: 2013).
 - d. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (SNI 1726-2012).
 - e. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971).
 - f. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015).
2. Perhitungan tulangan pada struktur atap, plat lantai, balok, tie beam, kolom, dibantu menggunakan SAP2000. Dimana di peroleh nilai momen, gaya lintang dan torsi yang berbeda-beda. Dari nilai tersebut diambil nilai maksimum dan dikelompokkan untuk mempermudah perhitungan.
3. Perhitungan struktur pondasi menggunakan perhitungan manual dengan data N-SPT, dan penyelidikan tanah dari data hasil penyelidikan tanah Menara USM, akan tetapi untuk nilai momen, gaya aksial berdasarkan perhitungan SAP2000.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

4. Perhitungan beban gempa mengacu pada Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI 1726-2012.

SARAN

Berdasarkan beberapa masalah yang penyusun temukan selama penyusunan laporan tugas akhir ini. Penyusun memberikan saran dalam perencanaan struktur gedung antara lain:

1. Dalam penyusunan tugas akhir sebaiknya perlu mengamati perkembangan dan pedoman terkait perencanaan struktur bangunan saat ini, sehingga bangunan yang dihasilkan lebih optimal dan persyaratan pada bangunan sudah menggunakan yang terbaru.
2. Mengunjungi pelaksanaan dilapangan guna menambah wawasan mengenai dasar-dasar untuk merencanakan sebuah struktur gedung bertingkat.
3. Rutin melakukan konsultasi laporan tugas akhir untuk mendapatkan saran masukan terkait penyusunan maupun perencanaan struktur gedung dan segala permasalahan yang dihadapi.
4. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada perhitungan disarankan penyusun tugas akhir dapat menguasai program SAP200, AUTOCAD dan aplikasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Google Earth*. 2020. Lokasi Universitas Semarang . <http://www.earthgoogle.com>
2. Badan Standarisasi Nasional. 1991. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SKSNI T-15-1991-03*.
3. Badan Standarisasi Nasional. 1991. *Tata Cara Perhitungam Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*.
4. Badan Standarisasi Nasional. 2003. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002*.
- 5.
6. Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Rumah Dan Gedung SNI 1726-2012*.
7. Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Perencanaan Pembangunan Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG)1987*.
8. Purwanto. 2006. *Bahan Ajar Beton I*. Fakultas Teknik Universitas Semarang : Semarang.
9. Gunawan, Rudy.1998. *Tabel Konstruksi Baja*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
10. Setiawan, Agus. 2013. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Penerbit Erlangga : Jakarta.
11. Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1997. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga : Jakarta.
12. Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1993. *Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga : Jakarta.
13. Wira.MSCE, 1997. *Struktur Baja I dan II*. Erlangga. Jakarta