

REDESAIN GEDUNG KULIAH BERLANTAI EMPAT UNIVERSITAS MUARA BUNGO

Rudi Hartono, Suwarjo, Ari Endra Nasution

Teknik Sipil Universitas Muara Bungo

rudiwinartahartono@gmail.com

ABSTRAK

Universitas Muara Bungo (UMB) melakukan pembangunan gedung sebagai langkah yang di ambil pihak Universitas untuk kemajuan dan tercapainya kelengkapan sarana dan prasarana kampus. Pelaksanaan pekerjaan yang dilaksanakan yaitu berupa pembangunan gedung perkuliahan berlantai 4 (empat) yang di rancang oleh tenaga teknis yang ada di UMB. Berdasarkan SNI 03-1729-2002 perhitungan analisa struktur atap gedung kuliah ini menggunakan bahan baja konvensional dan dipakai konstruksi baja mutu Bj.33. Perhitungan portal menggunakan metode kiyosi Mutho dengan setiap beban pada masing-masing lantai dianggap sebagai beban gempa. Setelah dilakukan analisa tidak ada perubahan pada design karena beban telah sesuai dengan syarat perencanaan portal pada gedung berlantai banyak. dilakukan analisa berdasarkan beban terbesar dari kolom secara keseluruhan pada setiap lantai dan data sondir didapat ukuran pondasi tapak yaitu 200 cm x 200 cm cukup untuk menahan beban pada portal.

Kata kunci : redesain, beban gempa, analisa struktur

1 PENDAHULUAN

Universitas Muara Bungo (UMB) melakukan pembangunan gedung sebagai langkah yang di ambil pihak Universitas untuk kemajuan dan tercapainya kelengkapan sarana dan prasarana kampus. Hal ini disebabkan selama ini UMB belum memiliki gedung yang memadai untuk proses belajar mengajar serta gedung untuk administrasi kampus. Pada tahun 2018 dirancanglah gedung baru yang berlokasi di Jl.Lintas Sumatera, Sungai Binjai Kecamatan Bathin III Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa struktur Gedung secara keseluruhan

Pelaksanaan pekerjaan yang dilaksanakan yaitu berupa pembangunan gedung perkuliahan berlantai 4 (empat) yang di rancang oleh tenaga teknis yang ada di UMB.

Penelitian ini bertujuan menganalisa struktur gedung kuliah tersebut secara keseluruhan, yaitu meliputi perencanaan atap, perencanaan portal, perencanaan pelat lantai dan perencanaan pondasi.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PEDOMAN PERENCANAAN STRUKTUR

- a. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002).
- b. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).
- c. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-2013).
- d. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012).

2.2 PERATURAN PERENCANAAN

Apabila kita akan merencanakan suatu bangunan, sudah tentu kita harus memperhatikan serta memperhitungkan segala aspek yang berhubungan dengan bangunan tersebut. Disamping segi teknis yang menjadi landasan utama dalam merencanakan suatu bangunan, segi-segi lainnya tidak bisa kita tinggalkan atau kita abaikan begitu saja. Faktor fungsi, ekonomi, sosial, lingkungan, dan sebagainya tidak kalah pentingnya bila dibandingkan dengan segi teknis konstruksi dalam perencanaan suatu bangunan.

Sedangkan pemilihan jenis pondasi (Sub Structure) yang digunakan menurut Suyono (1984) didasarkan kepada beberapa pertimbangan, yaitu : Keadaan tanah pondasi. Jenis tanah, daya dukung tanah, kedalaman tanah keras, dan beberapa hal yangmenyangkut keadaan tanah erat kaitannya dengan jenis pondasi yang dipilih.

Batasan-batasan akibat konstruksi diatasnya. Keadaan struktur atas sangat mempengaruhi pemilihan jenis pondasi. hal ini meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan diatasnya (statis tertentu atau tak tertentu, kekakuan dan sebagainya).

Batasan-batasan di lingkungan sekelilingnya Hal ini menyangkut lokasi proyek, pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu atau membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah ada disekitarnya.

Waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan Suatu proyek pembangunan akan sangat memperhatikan aspek waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan, karena hal ini sangat erat hubungannya dengan tujuan pencapaian kondisi ekonomis dalam pembangunan.

2.3 DASAR PERENCANAAN

2.3.1 Perencanaan Atap

Beban Yang Bekerja :

- Beban mati
- Beban hidup
- Beban angin

Asumsi Perletakan

- Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi
- Tumpuan sebelah kanan adalah Rol
- Semua tumpuan jepit sempurna

Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03 –1729 –2002.

Perhitungan Desain Profil Kuda –Kuda.

Untuk perhitungan dimensi profil rangka kuda –kuda meliputi batang tarik dan batang tekan.

Sambungan Baut

Sambungan menggunakan alat sambung baut mutu.

Perencanaan Pelat Lantai

Pembebanan :

Beban mati 150 kg/m²

Beban hidup 250 kg/m²

Beban gempa dihitung menggunakan metode gempa Kiyoshi Muto

Asumsi perletakan : jepit penuh

Analisa struktur menggunakan Tabel 14 “Dasar –dasar Perencanaan Beton Bertulang”

Analisa tampang menggunakan SKSNI T15-1991-03.

Perhitungan tulangan lentur :

Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm

Jarak maksimum tulangan sengkang 240 mm atau 2h

Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah –langkah sebagai berikut :

$$dx = h - p - \frac{1}{2} \emptyset \quad \text{.....(1)}$$

$$dy = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset \quad \text{.....(2)}$$

$$\rho b = (0,85 \times f_c) / f_y \beta_1 \times (600 / (600 + f_y)) \quad \text{.....(3)}$$

Untuk $f_c \leq 30$ Mpa, maka digunakan $\beta_1 = 0,85$

$\rho \text{ maks} = 0,75 \cdot \rho b$

$\rho \text{ min} = 1,4 / f_y$ (SKSNI)

Momen –momen pelat lantai ditentukan sesuai dengan Tabel 14 buku “Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang” pada $l_x / l_y = 1,2$ untuk kasus II

Perencanaan Balok

Pembebanan :

Beban mati : 150 kg/m²

Beban hidup : 250 kg/m²

Beban gempa : Dihitung menggunakan metode gempa Kiyoshi Muto

Aksi perletakan : jepit - jepit

Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03 –2847 –2002

Perencanaan Kolom

Pembebanan :

Beban mati : 150 kg/m²

Beban hidup : 250 kg/m²

Beban gempa : Dihitung menggunakan metode gempa Kiyoshi Muto

Asumsi perletakan

Jepit pada kaki portal.

Bebas pada titik yang lain

Analisa struktur pada perencanaan ini menggunakan metode cross

Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03 –2847 –2013

Perencanaan Pondasi

Pondasi yang digunakan pada gedung kuliah ini adalah adalah pondasi tapak. Mendesain pondasi yang sesuai berdasarkan analisis mekanika teknik struktur rangka gedung dan data tanah dari hasil investigasi.digunakan rumus sebagai berikut :

Kuat detak (tekan) kolom

$$V_k = A_c \times \beta_1 \times f_c \quad \text{.....(4)}$$

Berat sendiri kolom

$$N_k = A_c \times t_k \times \gamma_b \times f_k \quad \text{.....(5)}$$

Beban rencana pada kolom

$$N_u = N + N_k \quad \text{.....(6)}$$

3 METODOLOGI

Perencanaan penataan ruang dilakukan dengan secara matematis sesuai dengan peraturan World Health Organization (WHO) tentang udara segar perjiwa/jam. Dan juga Menurut Peraturan Menteri Riset, Teknologi,dan Pendidikan Tinggi nomor 40 tahun 2017. Perhitungan struktur juga dilakukan dengan secara matematis yang mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-03-1726-2012 dan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2.

4 PEMBAHASAN

4.1 BERDASARKAN UDARA SEHAT

Volume udara bersih/sehat untuk satu orang memerlukan udara sebanyak (24m³/jam)/jiwa

$V_u = 24\text{m}^3/\text{jam}/\text{jiwa}$

Sehingga dibutuhkan ruang gerak aktifitas perorang adalah :

$V_u = A \times B \times t \quad (A=B)$

$A = \sqrt{6\text{m}^2}$

$A = 2,4 \text{ m}$

Sehingga, banyaknya orang yang ditampung didalam ruang tersebut adalah :

$$\begin{aligned} \text{Banyak orang} &= (7\text{m} \times 7\text{m}) / (2,4\text{m} \times 2,4\text{m}) \\ &= 8,5 \approx 9 \text{ orang/kelas} \end{aligned}$$

4.2 BERDASARKAN RUANG GERAK AKTIFITAS

1 orang mahasiswa membutuhkan 1 m x 1,40 m

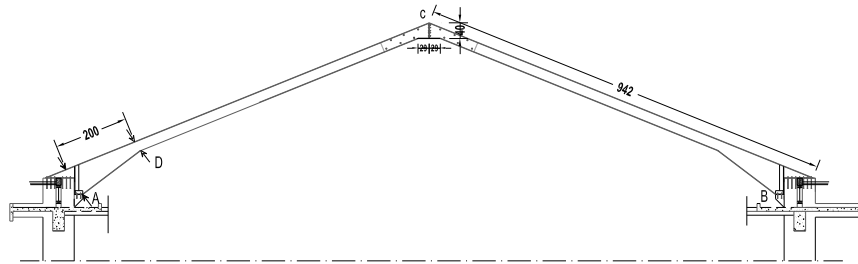
$A = 1,4 \text{ m}^2$

Jumlah maksimal mahasiswa perkelas berdasarkan aturan Dikti adalah maksimal 25 orang perkelas
Jadi, dengan ukuran 1,4 m²/orang maka ukuran ruang yang diperlukan adalah :

$A_t = A \times \text{Jumlah maksimal orang/kelas}$

$$= 1,4 \text{ m}^2 \times 25 = 35 \text{ m}^2$$

4.3 PERHITUNGAN RANGKA ATAP



Gambar 1. Perencanaan Kuda-Kuda

Tabel 1. Penampang Kuda-Kuda

Nama Item	Profil	Keterangan
Gording	INP.12	
<u>Kuda-Kuda</u>		
1. Titik A = B	S.15 x 42,9	Seperti gambar hasil perhitungan
2. Titik D = E	S.6 X 17,25	
3. Titik C	S.10 x 35	
4. Baut tanam kuda-kuda	Diameter 1,6 cm	Harus ditanam di dalam beton pada kedalaman $t \geq 27$

4.4 ANALISA PEMEBEBANAN PADA MASING-MASING LANTAI

Lebar bidang tinjauan pada $L = 3,5 \text{ m}$ panjang total bangunan arah $Lz = 17,5 \text{ m}$

4.4.1 Beban pada masing-masing lantai

Terdiri atas beban-beban pada masing-masing kolom akibat beban dalam ultimate berupa :

- a. Gaya normal atau vertikal akibat beban rangka atap baja

$$Vu = 2.145,5820 \text{ kg} = 2,1455820 \text{ ton} \approx 2,2 \text{ ton}$$

$$Hu = 4.819,1062 \text{ kg} = 4,8191062 \text{ ton} \approx 4,9 \text{ ton}$$

$$Mn = 15.879,63 \text{ kg.m} = 15,87963 \text{ ton.m} \approx 15,9 \text{ ton}$$

- b. Beban atap lantai beton bertulang lisplank

Beban mati atau tetap

Lantai atap beton tebal 10 cm (lisplank)

Balok anak beton bertulang

Balok induk beton bertulang

Rangka plafond atau plafond, jaringan listrik dan AC

Beban dinamis

Orang kerja di lantai atap

Tekanan angin datar pada lantai atap

4.5 ANALISA DISTRIBUSI GAYA GESER HORIZONTAL AKIBAT GEMPA SETINGGI GEDUNG (H = 16 M)

Jadi, jumlah berat total rencana bangunan (satu bidang tinjauan) adalah :

$$G = W_{\text{atap}} + W_{4u} + W_{3u} + W_{2u} + W_{1u}$$

$$= 14 + 136 + 127 + 127 + 82$$

$$= 486 \text{ ton}$$

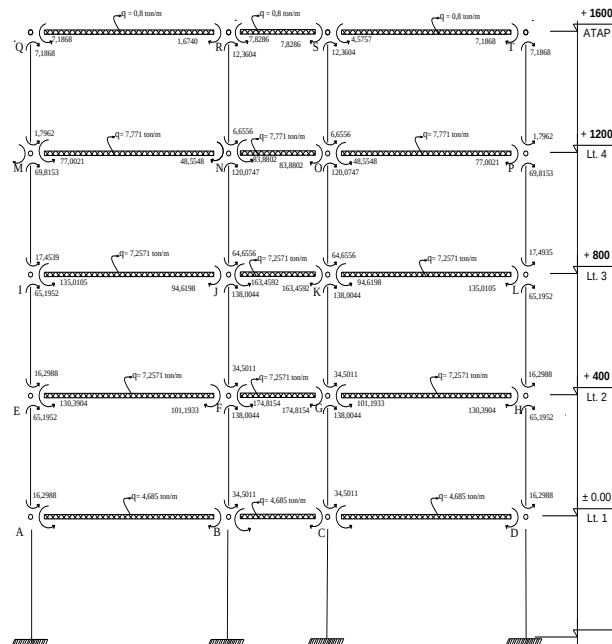
Tabel 2. Gaya Geser Kolom

Lantai	Kolom	Qi-portal (ton)	Di	Qi-kolom (ton)
Atap	M-Q	14	0,7133	2,2459
	N-R		1,5099	4,7540
	O-S		1,5099	4,7540
	P-T		0,7133	2,2459
			4,4464	13,9998
Lantai 4	I-M	136	0,7133	21,8173
	J-N		1,5099	46,1826
	K-O		1,5099	46,1826
	L-P		0,7133	21,8173
			4,4464	135,9998
Lantai 3	E-I	127	0,7133	20,3735
	F-J		1,5099	43,1264
	G-K		1,5099	43,1264
	H-L		0,7133	20,3735
			4,4464	127
Lantai 2	A-E	127	0,7133	20,3735
	B-F		1,5099	43,1264
	C-G		1,5099	43,1264
	D-H		0,7133	20,3735
			4,4464	126,9998
Lantai 1	-	82	-	82
Jumlah gaya normal pada kolom (lantai s/d 5)	Qtot	486		486

Tabel 3. Momen Kolom Atas (M_a) Dan Kolom Bawah (M_b)

Lantai	Kolom	Qi-kolom (ton)	Hk (m)	Y	M atas (t.m) (Qi.Hk (1-y))	Mbawah (t.m) (Qi.Hk)- (Qi.Hk.1-y)
Lantai 5/atap	M-Q	2,2459	4	0,20	7,1868	1,7962
	N-R	4,7540	4	0,35	12,3604	6,6556
	O-S	4,7540	4	0,35	12,3604	6,6556
	P-T	2,2459	4	0,20	7,1868	1,7962
Lantai 4	I-M	21,8173	4	0,20	69,8153	17,4539
	J-N	46,1826	4	0,35	120,0747	64,6556
	K-O	46,1826	4	0,35	120,0747	64,6556
	L-P	21,8173	4	0,20	69,8153	17,4539
Lantai 3	E-I	20,3735	4	0,20	65,1952	16,2988
	F-J	43,1264	4	0,35	138,0044	34,5011
	G-K	43,1264	4	0,35	138,0044	34,5011
	H-L	20,3735	4	0,20	65,1952	16,2988
Lantai 2	A-E	20,3735	4	0,20	65,1952	16,2988
	B-F	43,1264	4	0,35	138,0044	34,5011
	C-G	43,1264	4	0,35	138,0044	34,5011
	D-H	20,3735	4	0,20	65,1952	16,2988

4.6 MOMEN DAN GAYA GESER BALOK



4.7 ANALISIS PROPERTIS KEKAKUAN KOLOM DAN BALOK

- Berat struktur rangka atap
 - Reaksi pereletkan $R_A = R_B = 2,2$ ton
 - Gaya horizontal $H_A = H_B = 4,9$ ton
- Berat sendiri struktur kolom
 - Volume = $t \times b \times h$
 Dimana, t = tinggi kolom
 b = tebal kolom
 h = lebar kolom
 - Berat layan = Volume $\times \gamma_{\text{beton}}$
 - Berat beban kondisi ultimate = berat layan $\times f_k$
 Faktor keamanan $f_k = 1,2$

Berat kolom pada setiap lantai terdapat pada hasil perhitungan di tabel 4.20. Berat sendiri kolom dianggap sama karena ukuran kolom pada setiap lantai sama tidak ada yang berbeda

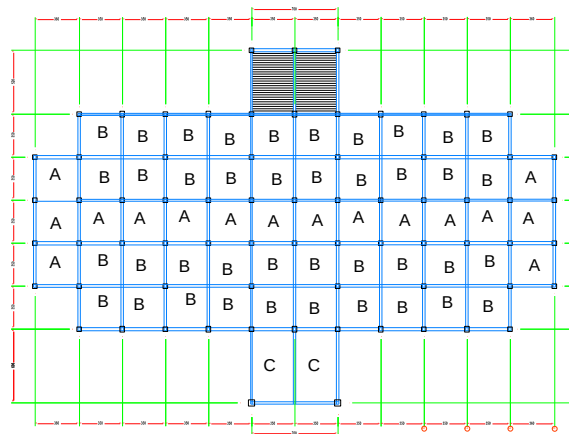
- $Q-M = R-N = S-O = T-P$
- $M-I = N-J = O-K = P-L$
- $I-E = J-F = K-G = L-H$
- $E-A = F-B = G-C = H-D$

4.8 .PERENCANAAN PLAT LANTAI

Perhitungan plat lanantai berdasarkan SNI 03-2847-2013 tentang tata caraperhitungan struktur beton untuk bangunan gedung.

Data perencanaan :

- Mutu beton (f'_c) = 25 Mpa= 250 kg/cm²
- Mutu baja tulangan (f_y)=240 Mpa= 2400 kg/cm²
- Elastisitas beton (E_c)= 4700 $\times \sqrt{25}$ = 23500 Mpa
- Elstisitas baja (E_s) = 200.000 Mpa =2,1 $\times 10^6$ kg/cm²



Gambar 4. Tipe Plat Lantai

Tabel 5. Resume Tulangan Pelat Lantai

Tipe Pelat	Tulangan Perlu Per Meter	Spasi (cm)
A	Lapangan : 5 $\varnothing$ 10mm Tumpuan : 9 $\varnothing$ 10mm	25 12,5
B	Lapangan : 5 $\varnothing$ 10mm Tumpuan : 5 $\varnothing$ 10mm	25 25

4.9 ANALISA PERHITUNGAN BALOK BETON

Tinjauan Balok FG

Dari perhitungan Tulangan didapat :

Tulangan tarik : 4 $\varnothing$ 16

4.10 ANALISA ATAU PERHITUNGAN KOLOM BETON

Ditinjau Kolom R-N

Dari perhitungan didapat

Tulangan utama : 5 $\varnothing$ 16

Tulangan geser : 4 $\varnothing$ (10 mm)

4.11 PERENCANAAN PONDASI

Pada perencanaan pondasi ini direncanakan pondasi tapak dengan ukuran 2m x 2m. Data yang Diperoleh data sebagai berikut :

N = 42,0131 ton

Mu = 138,0044 ton

Mutu beton K.250 $\rightarrow f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

Mutu baja tulangan U.32 $\rightarrow f_y = 3200$

tk = 4 m

Kuat detak (tekan) kolom

$$\begin{aligned}
 V_k &= A_c \times \beta_1 \times f_c \\
 &= 70 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 0,85 \times 250 \text{ Kg/cm}^2 \\
 &= 446.250 \text{ kg} = 446,250 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Berat sendiri kolom

$$\begin{aligned}
 N_k &= A_c \times t_k \times \gamma_b \times f_k \\
 &= 0,30 \times 0,70 \times 4 \times 2,3 \text{ t/m} \times 1,2 \\
 &= 2,3184 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Beban rencana pada kolom

$$\begin{aligned}N_u &= N + N_k \\&= 42,0131 + 2,3184 \\&= 44,33\end{aligned}$$

$$V_k > N_u$$

446,250 ton > 44,33 ton → berarti cukup tulangan praktis saja

Cek nilai $\bar{x}$

$$\begin{aligned}\bar{x} &= (3 \times (d - d') \times h) / (2d^2) \\&= (3 \times (67 - 3) \times 70) / (2 \times 67^2) \\&= 1,496 \text{ cm}\end{aligned}$$

Eksentrisitas

$$\begin{aligned}e &= M_u / N_u = (138,0044 \text{ ton.m}) / (44,33 \text{ ton}) \\&= 3,113 \text{ m} = 311,3 \text{ cm}\end{aligned}$$

Menentukan tulangan A_s dan A_s'

Asumsi $A_s = A_s'$

Dicoba dengan rasio tulangan minimum

$$\rho_{\min} = 0,3\% = 0,003, \text{ maka :}$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\min} \times b \times d \\&= 0,003 \times 30 \times 67 \\&= 6,03 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Misal selanjutnya kita pakai tulangan Bj.TB $\emptyset$ 13 mm

$$A_{13} = 1,327 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 6,03 / 1,327 = 4,54 \approx 5 \emptyset 13 \text{ mm}$$

$$A_{s\text{ ada}} = 5 \times 1,327 = 6,635 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{ada}} &= (A_s) / (b \times d) \\&= (6,635) / (30 \times 67) = 0,0033\end{aligned}$$

Selanjutnya menggunakan rumus Whitney

$$\begin{aligned}P_n &= (A_s \times F_y) / (e / ((d - d') + 1/2) + (b \times h \times f_c) / ((3 \times h \times e) / d^2 + \bar{x})) \\&= (6,635 \times 3200) / (311,3 / ((67 - 3) + 1/2) + (30 \times 70 \times 250) / ((3 \times 70 \times 311,3) / 67^2 + 1,496)) \\&= 3958,193 + 32692,087 \\&= 36.650,28\end{aligned}$$

$$\phi = 0,75 \times P_n$$

$$= 0,75 \times 36.650,28$$

$$= 35.660,731 \text{ kg} < N_u = 44.330 \text{ kg} \rightarrow \text{jadi perlu tulangan } A_s'$$

$$A_s = A_s' = 5 \emptyset 13 \text{ mm}$$

Analisis tulangan geser atau sengkang

$$\text{Gaya lintang } H = 4,819 \text{ ton} = 4819 \text{ kg}$$

$$\text{Mutu beton K.250} \rightarrow f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

Tegangan geser ijin

$$\tau_b = 1/6 \times \sqrt{f_c}$$

$$= 1/6 \times \sqrt{25}$$

$$= 0,83 \text{ Mpa} = 8,3 \text{ Kg/cm}^2$$

Kuat dukung penampang beton terhadap geser

$$V_c = \tau_b \times b \times d$$

$$= 8,3 \times 30 \times 70$$

$$= 16.683 \text{ kg} > H = 4.819 \text{ kg}$$

Jadi secara teoritis cukup tulangan praktis saja, kita gunakan $\emptyset$ 7 mm. Jadi jarak untuk $1/2$ tk = 200 cm

$$a_1 = 8 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ baris} = 40 \text{ cm}$$

$$a_2 = 10 \text{ cm} \rightarrow 6 \text{ baris} = 60 \text{ cm}$$

$$a_3 = 12,5 \text{ cm} \rightarrow 8 \text{ baris} = 100 \text{ cm}$$

Perhitungan tulangan pondasi

Kita pakai faktor keamanan $f_k = 1,5$

Berat kolom dan beban rencana kerja

$$N_u = 44,33 \text{ ton} \times (1,5) = 66,495 \text{ ton}$$

Berat tanah diatas tapak pondasi

$$2 \times 2 \times 2 \times (1,3) (1,5) = 15,6 \text{ ton}$$

Berat tapak pondasi

$$2 \times 2 \times 0,40 (2,3) (1,5) = 5,52 \text{ ton} +$$

$$N_t = 87,615 \text{ ton} \approx 88 \text{ ton}$$

Eksentrisitas beban

$$e = M_u/N_u = (138,0044 \text{ ton.m})/(88 \text{ ton}) = 1,568 \text{ m}$$

$$= 156,8 \text{ cm}$$

Tegangan tanah dibawah tapak pondasi

$$[\sigma]_{\text{ada}} \leq q_c \rightarrow \text{nilai conus di ambil dari hasil uji sondir}$$

$$N_t/(B \times L) \leq 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$88.000/(200 \times 200) \leq 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$2,2 \text{ Kg/cm}^2 \leq 210 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow \text{ok aman!}$$

Tegangan geser pondasi pada tapak pondasi

Ukuran pondasi 200 cm x 200 cm

$$1/2 d = 1/2 34 = 17 \text{ cm}$$

Bidang geser pondasi

$$d' = 17+30+17 = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$$

$$l' = 17+70+17 = 104 \text{ cm} = 1,04 \text{ m}$$

Tebal efektif plat tapak pondasi

$$d = d - t - 1/2 \text{ asumsi } \phi \text{ tulangan}$$

$$= 34 - 6 - 1/2 \times 1,2$$

$$= 27,4 \text{ cm} = 0,274 \text{ m}$$

Gaya geser pondasi

$$V_p = (B - b'/2 - d) \times L \times [\sigma]_{\text{ada}}$$

$$= (2 - 0,64/2 - 0,274) \times 2 \times 22.000 = 61.864 \text{ Kg/m}^2$$

Gaya geser 2 arah (BxL)

$$V_u = [\sigma]_{\text{ada}} (\text{luas tapak} - \text{luas bidang pondasi})$$

$$= 22.000 (2 \times 2 - 0,64 \times 1,04)$$

$$= 73.356,8 \text{ kg}$$

Kuat geser beton tapak pondasi

$$V_{pc} = (1 + 2/(L/B)) \times [\sigma]_b \times B \times d$$

$$= (1 + 2/(200/200)) \times 8,3 \times 200 \times 34$$

$$= 169.320 \text{ kg}$$

$$\phi V_{pc} = 0,8 \times 169.320 = 135.456 \text{ kg}$$

$$\text{Jadi, } V_u \leq V_{pc} \times \phi$$

$$73.356,8 \text{ kg} \leq 135.456 \text{ kg}$$

Momen yang bekerja pada tapak pondasi

$$M = ([\sigma]_{\text{ada}} \times B \times (L - 1/2 d) \times 2)/2$$

$$= (2,2 \times 200 \times (200 - 17) \times 2)/2$$

$$= 80.500 \text{ kg}$$

$$M_n = \phi M = 0,80 \times 80.500 \text{ kg}$$

$$= 64.400 \text{ kg.cm} < 13.800.440 \text{ kg.cm}$$

Denah teras beton

$$a = (A_s \times f_y)/(0,85 \times f_c \times B)$$

$$= (A_s \times 3200)/(0,85 \times 250 \times 200)$$

$$= 0,07529 A_s$$

$M_n < M_u$, maka dipakai M_u

$$M_u = A_s \times f_y (d - a/2)$$

$$13.800.440 = A_s \times 3200 (34 - (0,07529 \times A_s)/2)$$

$$13.800.440 = A_s \times 3200 (34 - 0,03764 A_s)$$

$$13.800.440 = 108.800 A_s - 120,448 A_s^2$$

$$-120,448 A_s^2 + 108.800 A_s - 13.800.440 = 0 \rightarrow \text{pakai rumus abc}$$

$$\begin{aligned}
[A_s]_{1,2} &= (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a \\
&= (-108.800 \pm \sqrt{(108.800)^2 - 4 \times (-120,448) \times (13.800.440)}) / (2 \times (-120,448)) \\
&= 152,632 \text{ cm}^2 \\
\text{Jadi, } \rho &= A_s / (b \times d) = 152,632 / (200 \times 34) = 0,022445 \\
\rho_{\min} &= 14 / f_y = 14 / 3200 = 0,004375 \\
\rho &> \rho_{\min} \text{ maka dipakai tulangan} \\
\rho_{\min} &= 0,004375 \\
\text{Jadi, } A_s &= \rho_{\min} \times b \times d \\
&= 0,004375 \times 200 \times 34 \\
&= 29,75 \text{ cm}^2 \\
\text{Pakai besi tulangan } \phi 16 \text{ mm} &\rightarrow A_{16} = 2,011 \text{ cm}^2 \\
\text{Perlu} &= (29,75 \text{ cm}^2) / (2,011 \text{ cm}^2) = 14,793 \approx 15 \phi 16 \text{ mm} \\
\text{Jarak tulangan} &= ((B - 6 - 6 - 15 \times 1,6)) / (15 - 1) \\
&= ((20 - 6 - 6 - 15 \times 1,6)) / 14 \\
&= 11,71 \text{ cm}
\end{aligned}$$

5 KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Luas ruangan kelas yang optimal diambil sebesar 35 m²
2. Rangka atap digunakan profil S.15, S10 dan S6 dengan menggunakan alat baut diameter 1,6. Elemen gording menggunakan profil INP.12
3. Tulangan lentur balok menggunakan 4 ϕ 16 dan Tulangan Kolom menggunakan 5 ϕ 16
4. Tulangan pelat lantai tipe A menggunakan 5 ϕ 10mm spasi 25 cm untuk tulangan lapangan dan 9 ϕ 10mm dengan spasi 12,5 cm.
5. Tulangan pelat lantai tipe B menggunakan 5 ϕ 10mm spasi 25 cm untuk tulangan lapangan dan tumpuan dengan spasi 25 cm.

DAFTAR RUJUKAN

Peraturan World Health Organization (WHO) tentang udara segar perjiwa/jam.

Anonim,(2017) : Peraturan Menteri Riset, Teknologi,dan Pendidikan Tinggi nomor 40 tahun 2017.

Anonim,(2002) : Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002).

Anonim,(2013) : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).

Anonim,(2013): Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-2013).

Anonim,(2012) : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012)

Anonim, (2005) : Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing (SNI 03-7065-2005)

Handri Dwi Saputra,(2015) : Perencanaan Ulang Pembangunan Gedung Universitas Widya Dharma Klaten Jawa Tengah. Tugas Akhir. Universitas Negeri Semarang.

Linda Widyastani, Takhmid Uly,(2010) : Perencanaan bangunan Gedung Kuliah Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Tugas Akhir. Universitas Diponegoro, Semarang.

Ir. Sumardjito, M.T : Perencanaan Utilitas Bangunan Gedung.

Ir. V Sunggono Kh : Buku Teknik Sipil

Agus Setiawan : Perencanaan Struktur Baja Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2008).

Ir. V Sunggono Kh : Buku Teknik Sipil

Agus Seiawan : Perencanaan Struktur Baja Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2008).