

**PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG
GEDUNG SEKOLAH SMK PEMBANGUNAN NASIONAL
AL-MUHYIDDIN KEC. BANJARSARI, CIAMIS, JAWA BARAT**

Asep rais amarulloh¹⁾, Eko Darma²⁾, Anita Setyowati Srie Gunarti³⁾

^{1,2,3)} Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Telp. 021-88344436
Email: ekodarma91@gmail.com

ABSTRAK

Perencanaan struktur beton bertulang pada struktur bangunan sekolah SMK Pembangunan Nasional Al-Muhyiddin ini bertujuan dapat merencanakan: Struktur atas dan struktur bawah. Alat bantu program untuk menghitung gaya-dalam menggunakan STAAD.PRO.v8.i. Kontrol hasil perhitungan kolom menggunakan program PCA Column. Gambar bentuk 3D menggunakan program ArchiCad. Struktur gedung beton bertulang direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah sesuai dengan SNI 03-2847-2002. Struktur yang direncanakan adalah gedung sekolah 3 lantai dan terletak pada wilayah gempa 4. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh tulangan pelat atap tendon Ø8-150 tumpuan arah X, Ø8-250 lapangan arah X, Ø8-150 tumpuan arah Y, Ø8-300 lapangan arah Y; tulangan pelat atap Ø10-100 tumpuan arah X, Ø10-200 lapangan arah X, Ø10-100 tumpuan arah Y, Ø10-250 lapangan arah Y; tulangan pelat lantai Ø12-125 tumpuan arah X, Ø12-200 lapangan arah X, Ø12-90 tumpuan arah Y, Ø12-250 lapangan arah Y; tangga (3m x 7m) tulangan tumpuan D19-125, tulangan lapangan D19-140; Balok B1 (300x600) dengan 5D32 tulangan tarik, 3D32 pada bagian tumpuan, 3D32 tulangan tarik, 4D32 tulangan tekan pada bagian lapangan, Balok B2 (250x500) dengan 4D25 tulangan tarik, 2D25 pada bagian tumpuan, 2D12 tulangan tarik, 3D25 tulangan tekan pada bagian lapangan, Balok B2A (200x300) dengan 4D16 tulangan tarik, 2D12 pada bagian tumpuan, 2D12 tulangan tarik, 2D16 tulangan tekan pada bagian lapangan, Balok B2B (250x500) dengan 3D16 tulangan tarik, 2D12 pada bagian tumpuan, 2D12 tulangan tarik, 2D16 tulangan tekan pada bagian lapangan, kolom (500x500) dengan tulangan *longitudinal* 12D25, tulangan transversal D10-150 sepanjang seperempat bentang dan D10-400 di setengah bentang; pondasi (1900x1900 dan tebal *pons* 60 cm) dengan D19-150 tulangan arah X dan Y.

Kata kunci: Program Staad.Pro.v8.i, program PCA Column, program Archi Cad, perencanaan struktur, perencanaan pondasi.

PENDAHULUAN

Semakin pesatnya pembangunan di Indonesia saat ini membutuhkan generasi muda yang memiliki pemahaman terhadap dasar-dasar perlakuan dalam penempatan beban dan pemilihan pemodelan struktur sesuai lokasi serta kebutuhan rencana suatu bangunan yang akan direncanakan.

Permasalahan yang dirumuskan adalah Bagaimana merencanakan struktur atas dan struktur bawah bangunan sekolah SMK Pembangunan Nasional Al-Muhyiddin menggunakan struktur beton bertulang, dengan alat bantuan program Staad.Pro.v.8i.

Tujuan penelitian ini adalah dapat merencanakan struktur atas dan struktur bawah bangunan sekolah SMK Pembangunan Nasional Al-Muhyiddin, untuk memahami secara aplikatif teoritis keilmuan teknik sipil tentang bagaimana merencanakan struktur atas dan struktur bawah, dapat merencanakan suatu konstruksi bangunan yang sederhana sampai bangunan bertingkat, dapat memecahkan suatu masalah yang dihadapi dalam perencanaan struktur gedung.

METODOLOGI PENELITIAN

Data Proyek

Nama proyek	: Perencanaan Gedung Sekolah SMK Pembangunan Nasional Al-Muhyiddin
Lokasi proyek	: Kota Banjarsari, Ciamis, Jawa Barat
Tinggi gedung	: 12 meter
Jumlah lantai	: 3 lantai
Tinggi tiap lantai	: 4 meter

Tahapan Perencanaan

- Pengumpulan Data Perencanaan dan Studi Literatur.
- Pemilihan Kriteria Desain.
- Preliminary Desain.
- Data Struktur Sekunder.
- Pembebanan.
- Analisa Struktur dengan Menggunakan Program STaad.Pro v.8i.
- Output Gaya Dalam.
- Perhitungan Struktur Utama Atas dan Perhitungan Struktur Utama Bawah

Analisa dan Desain

Analisa struktur atas serta desain dilakukan dengan alat bantu program computer (*software computer*). Program-program tersebut antara lain:

- Staad.Pro.V8i : Digunakan pada analisa struktur atas
- PcaColum v3.63 : Digunakan pada analisa struktur kolom
- ArchiCAD.V14 : Digunakan untuk menggambar 3 dimensi
- AutoCad 2010 : Digunakan untuk menggambar 2 dimensi
- Microsoft Excel : Digunakan untuk perhitungan manual

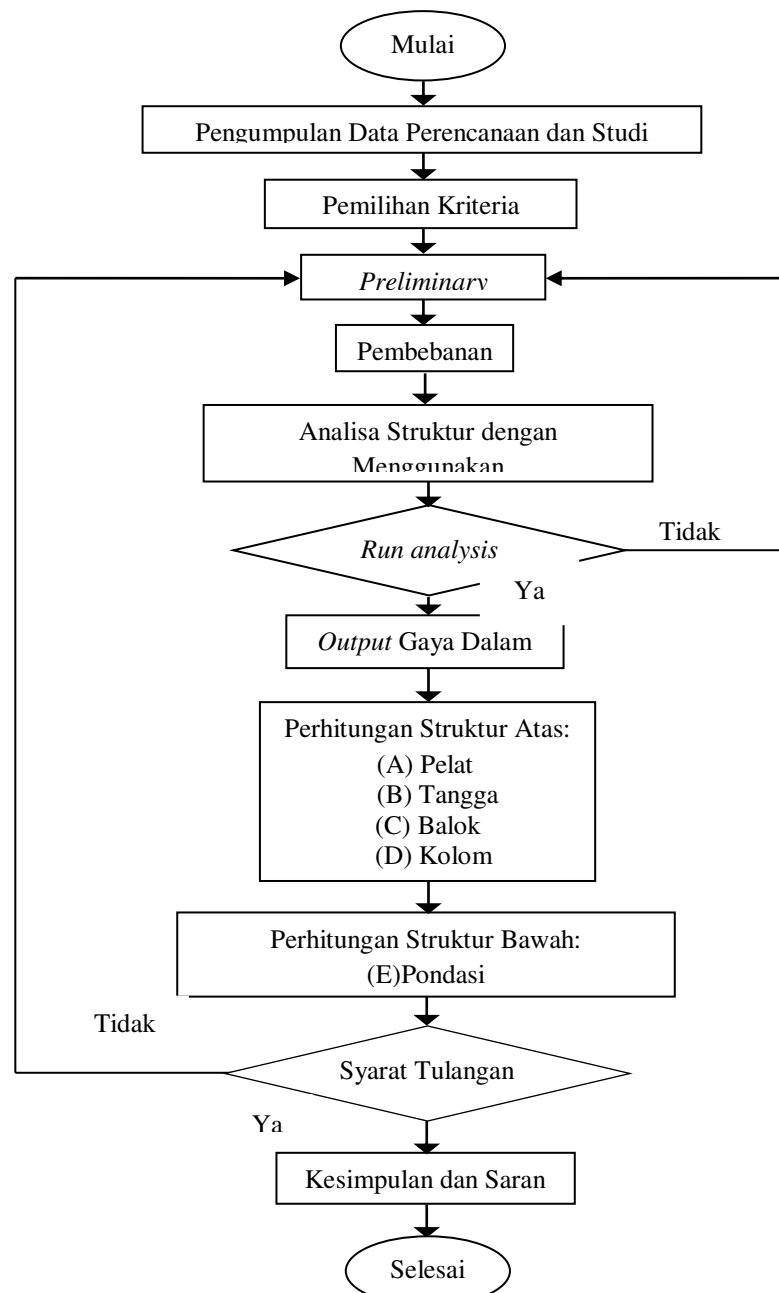
Pemilihan Kriteria Desain

- Dari data struktur Gedung SMK Pembangunan Nasional Al- Muhyiddin Banjarsari akan dirancang dengan metode Sistem Rangka Gedung, dengan wilayah gempa 4.
- Dilakukan pengumpulan data sekunder dan landasan teori dengan mengambil data *literature* yang relevan maupun standar yang diperlukan dalam perencanaan bangunan. Pengumpulan dilakukan melalui perpustakaan ataupun instansi–instansi pemerintah yang mengatur peraturan–peraturan perencanaan pembangunan. Data sekunder dalam perencanaan struktur gedung SMK Pembangunan Nasional Al-Muhyiddin Banjarsari ini sebagai berikut:
 - Type Bangunan : Sekolah
 - Letak Bangunan : Jauh dari pantai
 - Zone Gempa : 4 (Empat)
 - Tinggi Bangunan : 12 meter
 - Jumlah Lantai : 3 Lantai

- f. Struktur Bangunan : Beton Bertulang
 g. Struktur Pondasi : Fondasi Telapak
 h. Mutu Beton ($f'c$) : 22,83 Mpa
 i. Mutu Baja (f_y) : BJTD 400 Mpa
 BJTP 240 Mpa

Bagan Alir Penelitian

Untuk mempermudah dalam perencanaan struktur beton bertulang gedung sekolah SMK Pembangunan Nasional Al-Muhyiddin Banjarsari, perlu dibuat bagan alir penelitian (*Flow Chart*) sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

PERHITUNGAN

Pembebanan Gempa

Wilayah kabupaten Ciamis termasuk dalam wilayah gempa zona 4, dikategorikan sebagai wilayah 4 untuk kondisi tanah lunak, sedang dan keras dengan kegempaan rendah.

$T_a = C_i \cdot h_n^x$, diambil nilai:

$$C_i = 0,0731$$

Ketinggian gedung $h_n = 12$ m

$$\text{Jadi } T_a = 0,0731 \times 12^{3/4} = 0,47 \text{ detik}$$

Berdasarkan nilai T yang diperoleh dan mengacu pada tabel 2.9 Nilai Spectrum Respon Gempa Rencana, diambil nilai:

$C = 0,60$ (Zona 4 gempa), Kategori risiko = IV, dengan

Faktor keutamaan nilai gempa = 1,5

Berdasarkan nilai yang dihasilkan diperoleh W_t dari beban titik terbesar, seperti pada tabel berikut:

$$\text{Beban geser dasar nominal statik ekuivalen } (V) = \frac{c \cdot I}{R} \cdot W_t$$

Faktor R, C_d , dan Ω_o untuk system penahan gaya gempa, $R = 8$

$$V = \frac{0,6 \times 1,5}{8} \times 55.717,9 \text{ kN} = 6.268,27 \text{ kN}$$

Menangkap pada pusat massa lantai: $F_i = \frac{W_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot Z_i} V$

Dari hasil gaya-dalam yang diperoleh dari Staad.Pro, diambil distribusi gaya geser tiap lantai, seperti pada tabel berikut:

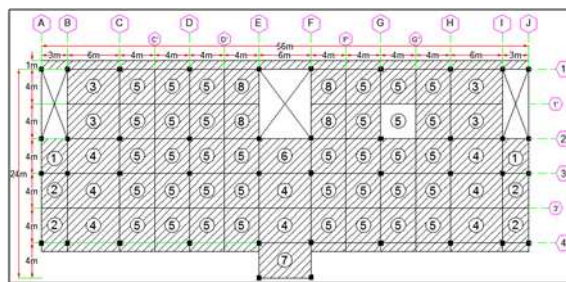
Tabel 1. Nilai F_i Tiap Lantai

Lantai	W_i	Z_i	$W_i \cdot Z_i$	V	F_i
3	9.624 kN	12	115.488 kN	6.268,27 kN	2.481 kN
2	11.448 kN	8	91.584 kN	6.268,27 kN	1.967,5 kN
1	21.177 kN	4	84.708 kN	6.268,27 kN	1.819,8 kN
		Σ	291.780 kN		

Pelat Lantai 2 dan 3

1) Perhitungan Tebal Pelat Lantai 2 dan 3

Tebal pelat direncanakan dengan mengambil posisi pelat yang dianggap memiliki lendutan terbesar, peninjauan tebal pelat yaitu terletak pada As. 3-3'/E-F Gambar 2.



Gambar 2. Denah Pelat Lantai 2 dan 3

Data pelat direncanakan:

$$L_y = 6000 \text{ mm}$$

$$L_x = 4000 \text{ mm}$$

Mutu baja tulangan = 240 MPa

Ln adalah bentang terpanjang, maka $l_n = l_y = 6000 \text{ mm}$

Maka menentukana syarat-syarat batas dan bentang pelat lantai:

$$\beta = \frac{l_y}{l_x} = \frac{6000}{4000} = 1,5 < 3 \text{ (two way slab)}$$

Mengacu SNI 03-2847-2002 pasal 11 ayat 5 butir 3

Tebal pelat minimum:

$$h_{\min} > \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36+9\beta} = \frac{6000 \left(0,8 + \frac{240}{1500}\right)}{36+9(1,5)} = \frac{5760}{49,5} = 116,3 \text{ mm} \sim 120 \text{ mm}$$

Maka tebal pelat yang direncanakan 120 mm ~ 12 cm

2) Perencanaan Pelat Lantai 2 dan 3

Data Perencanaan:

- Tebal Plat (h) = 12 cm = 120 mm
- Tebal Selimut beton (d') = 20 mm → SNI-03-2847-2002 pasal 9.9.7(3)
- Diameter Tulangan (\varnothing) = 12 mm
- b = 1000 mm
- $f_y = 240 \text{ Mpa}$
- $f'c = 22,83 \text{ Mpa}$
- Faktor reduksi $\phi = 0,8$

3) Perhitungan Pembebanan Pelat Lantai 2 dan 3

a. Beban Mati (*Dead Load*)

Berat pelat sendiri (t=12cm)	= 0,12 x 2400	= 288 kg/m ²
Adukan (t=2,5cm)	= 0,025 x 2100	= 53 kg/m ²
Keramik (t=1cm)	= 0,01 x 2400	= 24 kg/m ²
Plafond dan rangka plafond	= (11+7)	= 18 kg/m ²
Mechanical & Electrical	= 25 kg/m ²	
qDL=		408 kg/m

b. Beban hidup (*Live Load*)

$$\text{Beban hidup gedung sekolah} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{LL} = 250 \text{ kg/m}^2$$

c. Beban Ultimate (qU)

$$\text{Untuk tinjauan } 1\text{m}^2 \text{ maka; } q_U = 1,2 \text{ dDL} + 1,6 \text{ qLL} = 889,6 \text{ kg/m}^2$$

4) Rekapitulasi Perhitungan Momen Pelat Lantai 2 dan 3

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Momen Pelat Lantai 2 dan 3

Tipe Pelat	L_y/L_x (m)	M_lx (kgm)	M_ly (kgm)	M_tx (kgm)	M_ty (kgm)
1	4/3=1,3	416,33	192,15	-820,66	-
2	4/3=1,3	340,27	260,21	-	-728,58
3	6/4=1,5	797,08	434,12	-	-1437,59
4	6/4=1,5	918,07	455,47	-	-1.558,57
5	4/4=1	441,24	555,11	-	-1.295,26
6	6/4=1,5	804,19	320,26	-1.444,71	-1.095,99
7	6/4=1,5	647,63	234,85	-1.067,52	-775,73
8	4/4 = 1	341,61	469,71	-	-982,12

5) Perhitungan Penulangan Pelat Lantai 2 dan 3

Momen yang digunakan dari perhitungan momen terbesar:

- $M_{lx} = 918,07 \text{ kgm}$
- $M_{ly} = 555,11 \text{ kgm}$
- $M_{tx} = -1.444,71 \text{ kgm}$
- $M_{ty} = -1.558,57 \text{ kgm}$

6) Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai 2 dan 3

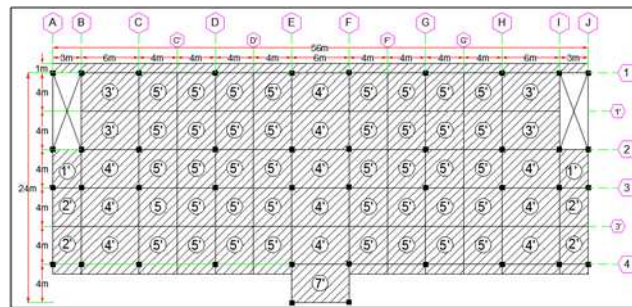
Dari hasil perhitungan diperoleh:

- Penulangan Tumpuan Arah X = $\varnothing 12 - 125 \text{ mm}$
- Penulangan Lapangan Arah X = $\varnothing 12 - 200 \text{ mm}$
- Penulangan Tumpuan Arah Y = $\varnothing 12 - 90 \text{ mm}$
- Penulangan Lapangan Arah Y = $\varnothing 12 - 250 \text{ mm}$

Pelat Lantai Atap

1) Perhitungan Tebal Pelat Atap

Tebal pelat direncanakan dengan mengambil posisi pelat yang dianggap memiliki lendutan terbesar, peninjauan tebal pelat yaitu terletak pada As. 3-3'/E-F Gambar 3.



Gambar 3. Denah Pelat Atap

Data pelat direncanakan:

$$L_y = 6000 \text{ mm}$$

$$L_x = 4000 \text{ mm}$$

Mutu baja tulangan = 240 MPa

L_n adalah bentang terpanjang, maka $l_n = l_y = 6000 \text{ mm}$

Maka menentukana syarat-syarat batas dan bentang pelat lantai:

$$\beta = \frac{l_y}{l_x} = \frac{6000}{4000} = 1,5 < 3 \text{ (two way slab)}$$

Tebal pelat minimum: Mengacu SNI 03-2847-2002 pasal 11 ayat 5 butir 3

$$h_{\min} > \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta} = \frac{6000 \left(0,8 + \frac{240}{1500}\right)}{36 + 9(1,5)} = \frac{5760}{49,5} = 116,3 \text{ mm} \sim 120 \text{ mm}$$

Maka tebal pelat yang direncanakan 120 mm ~ 12 cm.

2) Perencanaan Pelat Atap

- Data Perencanaan;
- Tebal Plat (h) = 12 cm = 120 mm
- Tebal Penutup (d') = 20 mm
- Diameter Tulangan (\varnothing) = 10 mm
- $b = 1000 \text{ mm}$
- $f_y = 240 \text{ Mpa}$
- $f'_c = 22,83 \text{ Mpa}$

➤ Faktor reduksi $\phi = 0,8$

3) Perhitungan Pembebanan Pelat Atap

a) Beban Mati (*Dead Load*)

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat sendiri (t=12cm)} &= 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Berat } \textit{waterproofing} &= 5 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Plafond dan rangka } \textit{plafond} &= (11+7) = 18 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Mechanical\&Electrical} &= 25 \text{ kg/m}^2 \\ \text{qDL} &= 336 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (*Live Load*)

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup gedung sekolah} &= 200 \text{ kg/m}^2 \\ \text{qLL} &= 200 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban *Ultimate* (qU)

Untuk tinjauan 1m' maka;

$$qU = 1,2 \text{ dDL} + 1,6 \text{ qLL} = 1,2 (336) + 1,6 (200) = 723,2 \text{ kg/m}^2$$

1. Rekapitulasi Momen Pelat Atap

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Momen Pelat Atap

Tipe Pelat	Ly/Lx (m)	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty(kgm)
1	4/3=1,3	666,96	156,21	-667,15	-
2	4/3=1,3	276,62	211,54	-	-592,3
3	6/4=1,5	647,99	352,92	-	-1.168,69
4	6/4=1,5	746,14	370,29	-	-1.267,05
5	4/4=1	358,71	451,28	-	-1.052,98
6	6/4=1,5	653,77	260,35	-1.174,48	-890,98
7	6/4=1,5	526,49	190,92	-867,84	-630,63

2. Perhitungan Penulangan Pelat Atap

Momen yang digunakan dari perhitungan moment terbesar:

- Mlx = 746,14 kgm
- Mly = 451,28 kgm
- Mtx = -1.174,48 kgm
- Mty = -1.267,05 kgm

3. Rekapitulasi Penulangan Pelat Atap

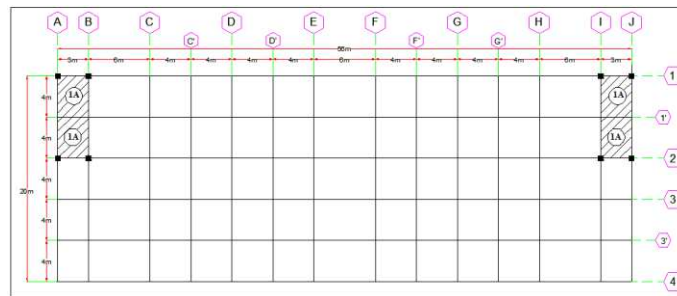
Dari hasil perhitungan diperoleh;

- Penulangan Tumpuan Arah X = $\varnothing 10 - 100 \text{ mm}$
- Penulangan Lapangan Arah X = $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$
- Penulangan Tumpuan Arah Y = $\varnothing 10 - 100 \text{ mm}$
- Penulangan Lapangan Arah Y = $\varnothing 10 - 250 \text{ mm}$

Pelat Atap Tandon

1) Perhitungan Tebal Pelat Atap

Tebal pelat direncanakan dengan mengambil posisi pelat yang dianggap memiliki lendutan terbesar, peninjauan tebal pelat yaitu terletak pada As. 1'-2/A-B Gambar 4.



Gambar 4. Denah Pelat Atap Tandon

2) Perencanaan Pelat Atap Tandon

- Data Perencanaan:
- Tebal Plat (h) = 10 cm = 100 mm
- Tebal Penutup (d') = 20 mm
- Diameter Tulangan (\varnothing) = 10 mm
- $b = 1000$ mm
- $f_y = 240$ Mpa
- $f'_c = 22,83$ Mpa
- Faktor reduksi $\phi = 0,8$

3) Perhitungan Pembebanan Pelat Atap Tandon

a. Beban Mati (*Dead Load*)

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat sendiri (t=10cm)} &= 0,10 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Berat } \textit{waterproofing} &= 5 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Mechanical \& Electrical} &= 25 \text{ kg/m}^2 \\ \hline \text{qDL} &= 270 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (*Live Load*)

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup gedung sekolah} &= 100 \text{ kg/m}^2 \\ \hline \text{qLL} &= 100 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

c. Beban *Ultimate* (q_U)

$$\begin{aligned} \text{Untuk tinjauan } 1\text{m}^2 \text{ maka;} \\ \text{qU} &= 1,2 \text{ dDL} + 1,6 \text{ qLL} \\ &= 1,2 (270) + 1,6 (100) = 484 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

4) Rekapitulasi Momen Pelat Atap Tandon

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Momen Pelat Atap Tandon

Tipe Pelat	L_y/L_x (m)	M_{lx} (kgm)	M_{ly} (kgm)	M_{tx} (kgm)	M_{ty} (kgm)
1A	4/3=1,3	143,75	87,12	-294,03	-237,4

5) Perhitungan Penulangan Pelat Atap Tandon

Momen yang digunakan dari perhitungan momen terbesar:

- a. $M_{lx} = 143,75$ kgm
- b. $M_{ly} = 87,12$ kgm
- c. $M_{tx} = -294,03$ kgm
- d. $M_{ty} = -237,4$ kgm

6) Rekapitulasi Penulangan Pelat Atap Tandon

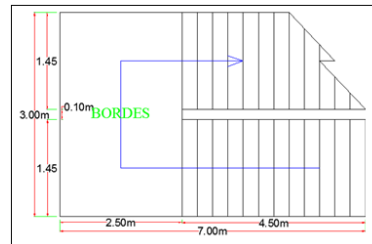
Dari hasil perhitungan diperoleh:

- a. Penulangan Tumpuan Arah X = $\varnothing 8 - 150$ mm
- b. Penulangan Lapangan Arah X = $\varnothing 8 - 250$ mm

- c. Penulangan Tumpuan Arah Y = $\varnothing 8 - 150$ mm
 d. Penulangan Lapangan Arah Y = $\varnothing 8 - 300$ mm

Perencanaan Tangga “tipe U”

Dalam merencanakan tangga yang proporsional dan nyaman bagi pengguna tangga diperlukan estimasi dimensi tangga terlebih dahulu, agar perhitungan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan, Gambar 5 di bawah ini merupakan rencana awal dimensi tangga yang dihitung:



Gambar 5. Perencanaan Tangga

- Data Perencanaan:
- Lebar anak tangga rencana (L_t) = 1,45 m
- Spasi antara lebar anak tangga (S_p) = 0,1 m
- Total lebar anak tangga ($T.lt$) = 2,9 m
- Panjang proyeksi atas (Pp_a) = 4,5 m
- Panjang proyeksi bawah (Pp_b) = 4,5 m
- Tinggi anak tangga atas (T_a) = 2 m
- Tinggi anak tangga bawah (T_b) = 2 m
- Tebal pelat miring tangga (T_p) = 0,12 m
- Lebar bordes (L_b) = 2,5 m
- Tebal bordes = 0,15 m
- Dimensi bordes = 2,5 m x 3 m

1) Perhitungan Pembebanan:

a. Pembebanan Tangga

- Beban mati (*Dead Load*)

Berat pelat tangga sendiri	$= 0,18 \times 1,45 \times 1 \times 2400 = 626 \text{ kg/m}$
Berat keramik (1cm)	$= 0,01 \times 1,45 \times 1 \times 2400 = 34,8 \text{ kg/m}$
Berat spesi (2cm)	$= 0,02 \times 1,45 \times 1 \times 2100 = 60,9 \text{ kg/m}$
Berat <i>hand rail</i>	$= 10 \text{ kg/m}$
qDL	= 731,7 kg/m

- Beban hidup (*Live Load*)

$$q_{LL} = 1,45 \times 300 \text{ kg/m} = 435 \text{ kgm}$$

- Beban ultimit (q_U)

$$q_U = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ = 1,2 (731,7) + 1,6 (435) \\ = 1.574,04 \text{ kgm}$$

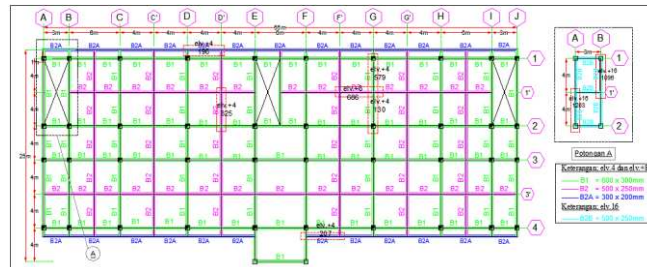
2) Rekapitulasi Penulangan Tangga:

Dari hasil perhitungan di diperoleh:

- a. Penulangan Tumpuan = 8D19 – 125 mm
- b. Penulangan Lapangan = 7 \varnothing 19 – 140 mm

Perencanaan Balok Induk (B1) → (30/60)

Berikut ini merupakan gambar yang menampilkan letak dan elevasi balok yang ditinjau:



Gambar 6. Balok B1 yang Ditinjau Dalam Perhitungan Rencana Awal

1) Data Perencanaan:

- $f'_c = 22,83 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $\varnothing_L = 32 \text{ mm}$
- $\varnothing_s = 10 \text{ mm}$
- $b_w = 300 \text{ mm}$
- $h = 600 \text{ mm}$
- $s = 40 \text{ mm}$
- $d = h - (s + \varnothing_s + \frac{1}{2}\varnothing_L) = 600 - (40 + 10 + 16) = 534 \text{ mm}$
- $d' = 600 - 534 = 66 \text{ mm}$

2) Perhitungan Pembebanan:

a. Beban Mati (*Dead Load*)

- Berat Sendiri = $0,30 \times (0,6-0,12) \times 2400 = 345 \text{ kg/m}$
 - Beban Plat = $0,12 \times 1 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}$
 - Beban Dinding = $0,15 \times (4 - 0,6) \times 1700 = 867 \text{ kg/m}$
- $q_{DL1} = 1.500 \text{ kg/m}$

b. Beban Hidup (*Live Load*)

- Beban hidup digunakan 250 kg/m^2
- $q_{LL} = 250 \text{ kg/m}$

c. Beban *Ultimate* (q_U)

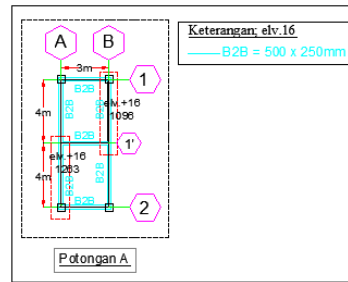
- $q_{U1} = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$
- $= 1,2 (1.500) + 1,6 (250) \quad q_{U1} = 2.200 \text{ kg/m}$

3) Rekapitulasi Penulangan B1:

- a. Penulangan daerah Tumpuan *Longitudinal* (5D32) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –130mm).
- b. Penulangan daerah Lapangan *Longitudinal* (3D32) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –250mm).

Perencanaan Ring Balk (B2B) → (25/50)

Berikut ini merupakan gambar yang menampilkan letak dan elevasi balok yang ditinjau:



Gambar 7. Balok B2B yang Ditinjau Dalam Perhitungan Rencana Awal

1) Data Perencanaan:

- Data Perencanaan:
- $f'_c = 22,83 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $\varnothing_L = 16 \text{ mm}$
- $\varnothing_s = 10 \text{ mm}$
- $b_w = 250 \text{ mm}$
- $h = 500 \text{ mm}$
- $s = 40 \text{ mm}$
- $d = h - (s + \varnothing_s + \frac{1}{2}\varnothing_L)$
 $= 500 - (40 + 10 + 8) = 442 \text{ mm}$
- $d' = 500 - 442 = 58 \text{ mm}$

2) Perhitungan Pembebanan:

a. Beban Mati (*Dead Load*)

$$\text{Berat sendiri} = 0,25 \times (0,5-0,10) \times 2400 = 240 \text{ kg/m}$$

$$q_{DL_1} = 240 \text{ kg/m}$$

b. Beban Ultimit (q_U)

$$q_{U_1} = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 (240) + 1,6 (0) \quad q_{U_1} = 240 \text{ kg/m}$$

3) Rekapitulasi Penulangan B2B:

- a. Penulangan daerah Tumpuan *Longitudinal* (3D16) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –100mm).
 b. Penulangan daerah Lapangan *Longitudinal* (2D12) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –200mm).

Perencanaan Balok Anak(B2) → (25/50)

1) Data Perencanaan:

- $f'_c = 22,83 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $\varnothing_L = 25 \text{ mm}$
- $\varnothing_s = 10 \text{ mm}$
- $b = 250 \text{ mm}$
- $h = 500 \text{ mm}$
- $s = 40 \text{ mm}$
- $d = h - (s + \varnothing_s + \frac{1}{2}\varnothing_L)$
 $= 500 - (40 + 10 + 12,5) = 437,5 \text{ mm}$
- $d' = 500 - 437,5 = 62,5 \text{ mm}$

2) Perhitungan Pembebanan:

a. Beban Mati (*Dead Load*)

$$\text{Berat Sendiri} = 0,25 \times (0,5-0,12) \times 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = 0,12 \times 1 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$qDL_1 = 516 \text{ kg/m}$$

b. Beban Hidup (*Live Load*)

$$\text{Beban hidup digunakan } 250 \text{ kg/m}^2 \quad qLL = 250 \text{ kg/m}$$

c. Beban Ultimit (qU)

$$qU_1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

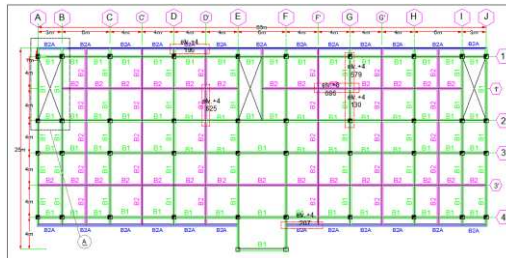
$$= 1,2 (516) + 1,6 (250) \quad qU_1 = 1.019,2 \text{ kg/m}$$

3) Rekapitulasi Penulangan B2:

- Penulangan daerah Tumpuan *Longitudinal* (4D25) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –100mm).
- Penulangan daerah Lapangan *Longitudinal* (2D12) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –200mm).

Perencanaan Balok Anak (B2A) → (20/30)

Berikut ini merupakan gambar yang menampilkan letak dan elevasi balok yang ditinjau.



Gambar 8. Balok B2A yang Ditinjau Dalam Perhitungan Rencana Awal

1) Data Perencanaan:

- $f'c = 22,83 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $\varnothing_L = 16 \text{ mm}$
- $\varnothing_s = 8 \text{ mm}$
- $b = 200 \text{ mm}$
- $h = 300 \text{ mm}$
- $s = 40 \text{ mm}$
- $d = h - (s + \varnothing_s + \frac{1}{2}\varnothing_L)$
 $= 300 - (40 + 8 + 8) = 244 \text{ mm}$
- $d' = 300 - 244 = 56 \text{ mm}$

2) Perhitungan Pembebanan:

a. Beban Mati (*Dead Load*)

$$\text{Berat Sendiri} = 0,20 \times (0,3-0,12) \times 2400 = 108 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = 0,12 \times 1 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Dinding} = 0,15 \times 1 \times 1700 = 255 \text{ kg/m}$$

$$qDL = 651 \text{ kg/m}$$

b. Beban Hidup (*Live Load*)

$$\text{Beban hidup digunakan } 250 \text{ kg/m}^2 \quad qLL = 250 \text{ kg/m}$$

c. Beban Ultimit (qU)

$$qU_1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

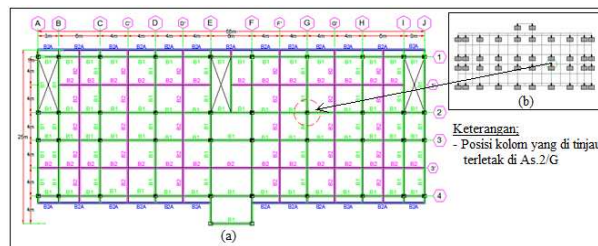
$$= 1,2 (651) + 1,6 (250) \quad qU_1 = 1.181,2 \text{ kg/m}$$

3) Rekapitulasi Penulangan Tangga:

- c. Penulangan daerah Tumpuan *Longitudinal* (4D16) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –120mm).
- d. Penulangan daerah Lapangan *Longitudinal* (2D12) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –120mm).

Perencanaan Kolom

Gambar di bawah ini merupakan tampilan posisi kolom yang menerima gaya aksial terbesar hasil dari analisa alat bantu program Staad.Pro.v8.i:



Gambar 9. Posisi Kolom yang Ditinjau

e. Data Perencanaan:

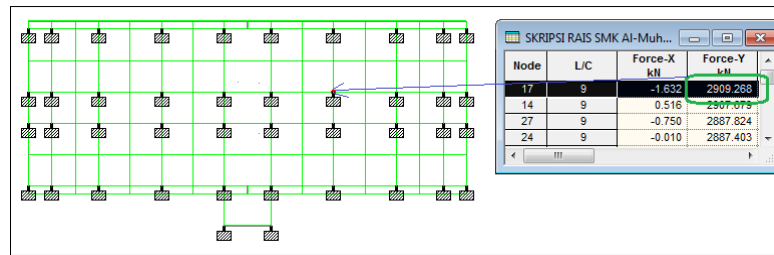
- $M_u = 26.200 \text{ kg.m} \sim 262 \text{ kNm}$
- $P_u = 2.910 \text{ kN}$
- $V_u = 131,62 \text{ kN}$
- $f'_c = 22.83 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $\varnothing_L = 25 \text{ mm}$
- $\varnothing_s = 10 \text{ mm}$
- $b = 500 \text{ mm}$
- $h = 500 \text{ mm}$
- $s = 40 \text{ mm}$
- $d = h - (s + \varnothing_s + \frac{1}{2}\varnothing_L)$
 $= 500 - (40 + 10 + 12,5) = 437,5 \text{ mm}$
- $d' = h - d$
 $= 500 - 437,5 = 62,5 \text{ mm}$

f. Rekapitulasi Penulangan Kolom:

- a. Penulangan daerah Tumpuan *Longitudinal* (12D25) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –150mm)
- b. Penulangan daerah Lapangan *Longitudinal* (12D25) dan *Transversal* ($\varnothing 10$ –400mm)

Perencanaan Pondasi

Posisi pondasi yang ditinjau dalam perhitungan rencana estimasi pondasi, diambil dari beban terbesar yang dipikul dari beban titik yang diasumsikan sebagai pondasi telapak (*pons*).



Gambar 10. Peninjauan Pondasi Rencana

1) Data Perencanaan:

- $f'c = 22.83 \text{ Mpa}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $N\text{-SPT} = 43$
- $\gamma_{S(\text{tanah})} = 1.700 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{C(\text{beton})} = 2.400 \text{ kg/m}^3$
- $h_p = 200 \text{ mm}$
- $h_1 = 600 \text{ mm}$
- $h_2 = 1.200 \text{ mm}$
- $h_f = 1.800 \text{ mm}$
- $l = 500 \text{ mm}$
- $b = 500 \text{ mm}$
- $L = 1.900 \text{ mm}$
- $B = 1.900 \text{ mm}$
- $s = 70 \text{ mm}$
- $\varnothing = 19 \text{ mm}$
- $d = h - (s + 0,5 \varnothing)$
 $= 600 - (70 + \frac{1}{2} \cdot 19) = 520,5 \text{ mm}$

2) Rekapitulasi Penulangan Kolom:

- a. Penulangan *Longitudinal* Arah X = D19-150
- b. Penulangan *Longitudinal* Arah Y = D19-150

KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan**

1. Pada perhitungan tulangan pelat dak tandon didapat tulangan $\varnothing 8\text{-}150$ tumpuan arah X, $\varnothing 8\text{-}250$ lapangan arah X, $\varnothing 8\text{-}150$ tumpuan arah Y, $\varnothing 8\text{-}300$ lapangan arah Y.
2. Pada perhitungan tulangan pelat atap didapat tulangan $\varnothing 10\text{-}100$ tumpuan arah X, $\varnothing 10\text{-}200$ lapangan arah X, $\varnothing 10\text{-}100$ tumpuan arah Y, $\varnothing 10\text{-}250$ lapangan arah Y.
3. Pada perhitungan tulangan pelat lantai 2 dan 3 didapat tulangan $\varnothing 12\text{-}125$ tumpuan arah X, $\varnothing 12\text{-}200$ lapangan arah X, $\varnothing 12\text{-}90$ tumpuan arah Y, $\varnothing 12\text{-}250$ lapangan arah Y.
4. Pada perhitungan tulangan pelat tangga didapat tulangan D19-125 pada daerah tumpuan arah X dan Y, D19-125 pada daerah lapangan X dan Y.
5. Pada perhitungan tulangan pondasi tangga didapat tulangan D16-50 arah sumbu panjang dan D16-50 arah sumbu pendek.

6. Pada perhitungan tulangan *longitudinal* balok B1 (300x600) dengan 5D32 tulangan tarik, 3D32 pada bagian tumpuan, 4D32 tulangan tarik, 2D32 tulangan tekan pada bagian lapangan.
7. Pada perhitungan tulangan *longitudinal* balok B2 (250x500) dengan 4D25 tulangan tarik, 2D25 tulangan tekan pada bagian tumpuan, 2D12 tulangan tarik, 3D25 tulangan tekan pada bagian lapangan.
8. Pada perhitungan tulangan *longitudinal* balok B2A (200x300) dengan 4D16 tulangan tarik, 2D12 tulangan tekan pada bagian tumpuan, 2D12 tulangan tarik, 2D16 tulangan tekan pada bagian lapangan.
9. Pada perhitungan tulangan *longitudinal* B2B (250x500) dengan 3D16 tulangan tarik, 2D12 tulangan tekan pada bagian tumpuan, 2D12 tulangan tarik, 2D16 tulangan tekan pada bagian lapangan.
10. Pada perhitungan tulangan kolom (500x500) didapat tulangan *longitudinal* 12D25, tulangan transversal D10-150 sepanjang $\frac{1}{4}$ bentang dan D10-400 di $\frac{1}{2}$ bentang.
11. Pada perhitungan pondasi (1900x1900 dan tebal pondasi 60 cm) didapat tulangan D19-150 tulangan arah X dan Y.
12. Gaya gempa yang bekerja pada struktur bangunan sekolah SMK Pembangunan Nasional Al-Muhyiddin menggunakan model system Rangka Pemikul Momen Menengah disesuaikan dengan lokasi gedung direncanakan yang berada di wilayah gempa zona 4, dengan kategori resiko bangunan gedung IV, nilai faktor keutamaan gempa (I) 1,5, faktor reduksi (R) = 8, nilai parameter periode pendekatan C = 0,0731, beban geser dasar nominal statik ekuivalen (V) = 6.268,27 kN.
13. Dari hasil perhitungan Struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) didapat:
 - Tulangan transversal pada balok B1 (300x500) adalah \varnothing 10-130 daerah tumpuan, \varnothing 10-250 daerah lapangan.
 - Tulangan transversal pada balok B2 (250x500) adalah \varnothing 10-100 daerah tumpuan, \varnothing 10-200 daerah lapangan.
 - Tulangan transversal pada balok B2A (250x500) adalah \varnothing 10-120 daerah tumpuan, \varnothing 10-120 daerah lapangan.
 - Tulangan transversal pada balok B2A (200x000) adalah \varnothing 10-120 daerah tumpuan, \varnothing 10-120 daerah lapangan.
 - Tulangan transversal pada balok B2B (250x500) adalah \varnothing 10-100 daerah tumpuan, \varnothing 10-200 daerah lapangan.

Saran

1. Memerlukan peninjauan model struktur yang lain sehingga dapat dianalisis beberapa variasi ukuran gedung baik variasi panjang bentang maupun jumlah tingkat gedung.
2. Dalam merencanakan struktur gedung yang ideal harus dilakukan pemilihan model dan penempatan beban yang tepat, salah satunya dengan memperhatikan zona gempa gedung yang akan direncanakan.
3. Diperlukan perhitungan terlebih dahulu secara manual dalam menentukan dimensi penampang yang proporsional (contoh; menentukan dimensi penampang balok sesuai jarak bentang yang dibutuhkan), sebelum input dimensi pada alat bantu program Staad.Pro.v8.i, agar dalam proses perhitungan gaya dalam berhasil.
4. Program Staad.Pro.v8.i merupakan alat bantu untuk proses perhitungan gaya dalam, hasil tersebut kemudian dianalisis oleh pengguna/engineer agar hasil dapat dipertanggungjawabkan, jadi para pengguna program dituntut memiliki pemahaman yang mendasar mengenai perhitungan dan perlakuan struktur yang sedang dipakai.

5. Dalam bentuk pemodelan 3 dimensi Staad.Proo (khusus pelat lantai) diperlukan settingan manual terhadap joint-joint pertemuan pelat dengan elemen struktur yang lain (misalnya: balok), akan tetapi hal ini tidak mempengaruhi hasil nilai terhadap perhitungan pelat yang sedang ditinjau.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2002, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 1726 – 2002*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- _____, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03 – 1726 – 2002*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- _____, 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1726 – 2012*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- _____, 1987, *Pedoman Perencanaan Untuk Rumah dan Gedung. SKBI-1.3.53*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, 1993, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK.SNI T-15-1991-03*, Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta
- Kusuma, Gideon dan W.C. Vis, 1993, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- McCormac, Jack C, 2004, *Alih Bahasa Sumargo, Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid Pertama*, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, G, E, 1998, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, PT. Refika Aditama, Bandung.
- Sidharta S.K, 1997, *Fundasi II: Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam*, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Pratikto, 2009, *Diktat Konstruksi Beton I*, Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.