

## PERENCANAAN STRUKTUR DAN BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR SPBU SHELL (NTI SHELL ADAM MALIK-1) MEDAN

Rifdalila Kultsum<sup>1</sup>, Rhini Wulan Dary<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Medan

Email: [rifdalilakultsum@gmail.com](mailto:rifdalilakultsum@gmail.com)

**Abstrak.** Struktur dan biaya merupakan dua aspek penting yang mendasari berdirinya suatu bangunan. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, Gedung kantor SPBU Shell ini didesain sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Perencanaan seluruh komponen struktur dan biaya didasari oleh standar yang berlaku di Indonesia. Metode penyelesaian penelitian yang dilakukan dimulai dari *preliminary design* kemudian hasil tersebut menjadi dasar untuk pemodelan menggunakan program SAP2000 dan SPColumn. Hasil keluaran program berupa besarnya beban struktur dan luas kebutuhan tulangan yang diperlukan untuk melakukan perencanaan pondasi dan penulangan struktur. Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan, struktur gedung dua lantai dengan ketinggian tiap lantai 3,8 meter, bentang maksimum 7 meter, dan minimum 1,4 meter diperoleh dua jenis pondasi tiang pancang dengan kedalaman 6 meter yaitu tiang tunggal dengan dimensi *pilecap* 1 x 1 meter dan *pile* grup 2 tiang dengan dimensi *pilecap* 1 x 2 meter. Untuk *tie beam* diperoleh tiga jenis dimensi yakni 0,2 x 0,3 meter, 0,2 x 0,4 meter, dan 0,25 x 0,45 meter. Untuk kolom diperoleh tiga jenis dimensi yakni 0,25 x 0,25 meter, 0,2 x 0,2 meter, dan 0,3 x 0,3 meter. Untuk balok induk diperoleh empat jenis dimensi, yakni 0,15 x 0,3 meter, 0,2 x 0,3 meter, 0,2 x 0,4 meter, dan 0,25 x 0,45 meter. Sementara untuk balok anak memiliki dimensi 0,15 x 0,3 meter. Untuk pelat lantai diperoleh ketebalan pelat 0,12 meter dengan penulangan D10-150 mm. Dimensi untuk gording baja menggunakan profil CNP 125.50.20.3.2. Berdasarkan hasil dimensi struktur yang diperoleh, dilakukan perhitungan biaya dan didapat hasil sebesar Rp. 447.329.954.

**Kata kunci:** Perencanaan Struktur, Biaya, SAP2000, SRPMM.

Diterima Redaksi: 08-09-2022 | Selesai Revisi: 03-06-2023 | Diterbitkan Online: 30-11-2022

### 1. PENDAHULUAN

*Royal Dutch Shell plc.* atau lebih dikenal *Shell* adalah sebuah perusahaan minyak dan gas multinasional yang berpusat di Den Haag, Belanda dan didaftarkan di Inggris. Shell mulai beroperasi di Indonesia sejak tahun 1928 dan mulai mengoperasikan SPBU di Indonesia sejak November 2005. Untuk memberi kontribusi nyata bagi terpenuhinya kebutuhan akan bahan bakar minyak di Indonesia terkhususnya Sumatera Utara, Shell memiliki wacana besar untuk membangun SPBU di 38 titik yang tersebar di seluruh Sumatera Utara dan salah satunya merupakan SPBU yang terletak di Jalan H. Adam Malik Medan yakni SPBU Shell Adam Malik-1 Medan.

Dewasa ini, SPBU tidak hanya sebagai tempat untuk mengisi bahan bakar kendaraan, namun juga sebagai tempat yang menyediakan fasilitas umum penunjang. Salah satu dari fasilitas penunjang tersebut adalah gedung kantor. Pada proyek SPBU Shell Adam Malik-1 Medan ini, gedung kantor tersebut digunakan untuk keperluan administrasi SPBU dan sebagai ruang penyediaan fasilitas umum seperti toko,

bengkel, ATM center, toilet, ruang rehat pegawai, dan musala.

Dalam perencanaan suatu proyek, perhitungan struktur memegang peranan yang sangat penting terlebih lagi gedung kantor SPBU Shell ini merupakan bangunan umum yang akan digunakan oleh banyak pihak. Kekeliruan dalam perhitungan akan membahayakan para pengguna fasilitas. Gedung kantor dua lantai dengan total luas bangunan 261 m<sup>2</sup> ini terletak di Jalan Adam Malik Medan yang berdasarkan analisis terhadap jenis tanah menurut data SPT termasuk ke dalam klasifikasi situs tanah sedang (SD) dan kategori risiko bangunan II untuk gedung perkantoran. Berdasarkan analisis terhadap kategori desain seismik untuk parameter respon percepatan pada periode pendek ( $S_{DS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{D1}$ ) diperoleh rentang nilai yang menunjukkan kategori risiko C. Hasil-hasil tersebut kemudian diklasifikasikan terhadap sistem pemikul gaya seismik dan diperoleh kesimpulan bahwa gedung akan didesain sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

Faktor yang tak kalah penting lainnya yaitu biaya. Biaya merupakan salah satu sumber daya proyek yang memegang kendali terlaksananya suatu pekerjaan. Oleh karena itu, perhitungan terhadap biaya harus benar-benar tepat agar tidak terjadi kerugian dan menghambat jalannya pekerjaan. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk melakukan perencanaan ulang struktur dan biaya pada proyek Pembangunan Kantor SPBU Shell Adam Malik-1 Medan ini sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia.

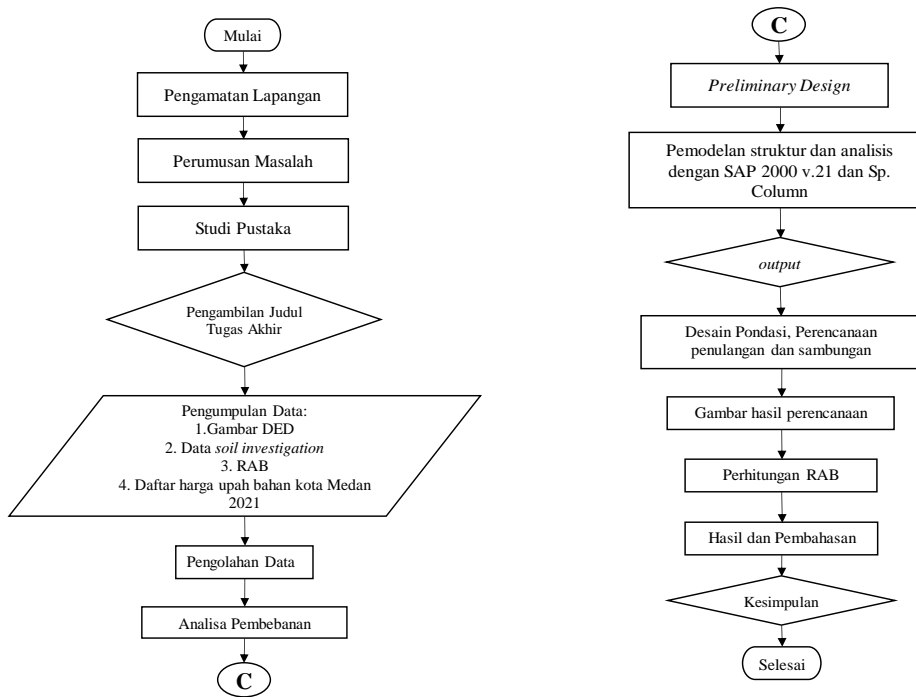
## 2. METODE PENELITIAN

Lokasi proyek pembangunan kantor SPBU Shell Adam Malik-1 ini terletak di Jalan H. Adam Malik, Sililas, Kec. Medan Barat, Kota Medan, Sumatera Utara (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Proyek

Adapun tahapan yang dilakukan pada proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Preliminary Design

*Preliminary design* merupakan perkiraan awal dimensi struktur. Dimensi – dimensi ini nantinya yang akan diinput ke dalam program SAP2000 dan dianalisis apakah sudah aman dan hasil keluarannya berupa reaksi perletakan dan gaya-gaya dalam akan menjadi dasar perencanaan penulangan. Adapun hasil *preliminary design* komponen struktur adalah sebagai berikut:

Balok

BI1 = 150 mm x 300 mm

BI2 = 200 mm x 300 mm

BI3 = 200 mm x 400 mm

BI4 = 250 mm x 450 mm

BA = 150 mm x 300 mm

*Tie Beam*

TB1 = 200 mm x 300 mm

TB2 = 200 mm x 400 mm

TB3 = 250 mm x 450 mm

Kolom

K1 = 250 mm x 250 mm

K2 = 200 mm x 200 mm

K3 = 300 mm x 300 mm

Pelat Lantai (tebal) 120 mm

Gording baja CNP 125.50.20.3,2.

## B. Analisa Pembebanan

### Beban Mati (*Dead Load*)

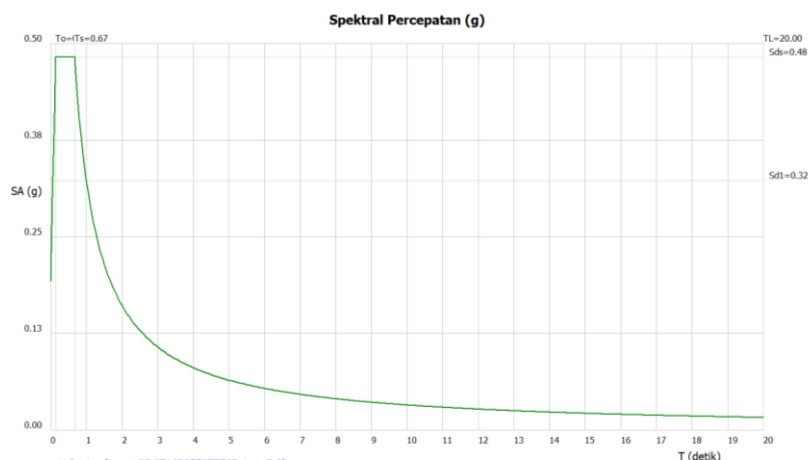
1. Beban dinding Hebel = (lebar hebel x BJ hebel) + BJ Plester  
= (0,15 m x 6,5 kN/m<sup>3</sup>) + 0,24 kN/m<sup>2</sup>  
= 1,215 kN/m<sup>2</sup>
2. Beban plafond dan rangka penggantung = 0,072 kN/m<sup>2</sup> + 0,10 kN/m<sup>2</sup>  
= 0,172 kN/m<sup>2</sup>
3. Beban MEP = 0,5 kN/m<sup>2</sup>
4. Beban keramik+mortar = 1,10 kN/m<sup>2</sup>
5. Beban bondek = 0,0712 kN/m<sup>2</sup>
6. Beban atap = luas atap x BJ atap seng per m<sup>2</sup>  
= 143,5 m<sup>2</sup> x 0,0712 kN/m<sup>2</sup>  
= 10,217 kN

### Beban Hidup (*Live Load*)

Besarnya nilai beban hidup dianggap merata sesuai dengan beban hidup minimum pada SNI 1727:2020 Tabel 4.3.1. Adapun beban yang akan diinput adalah beban hidup lantai yang diperuntukkan sebagai Gedung perkantoran sebesar 2,4 kN/m<sup>2</sup>.

### Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa dihitung menggunakan metode respon spektrum menggunakan aplikasi RSA Binary Pusgen-Puskim PUPR 2021. Berdasarkan Data N-SPT penyelidikan tanah di lokasi proyek, diperoleh nilai  $\bar{N} = 15,057$  yang menurut kelas situs tanah termasuk ke kategori Tanah Sedang (SD). Koordinat proyek berada pada titik 3.6066410783928666, 98.67163657973792 dan diperoleh grafik respon spektrum seperti Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Respon Spektrum Lokasi Proyek

Dengan data parameter sebagai berikut:

$$S_{DS} = 0,480$$

$$S_{D1} = 0,320$$

$$T_L = 20 \text{ detik}$$

$$I_e = 1$$

$$g = 9,81$$

$$R = 5$$

sehingga faktor skala yang digunakan =  $g \times I_e/R = 9,81 \times 1/5 = 1,962$

Dari nilai tersebut, struktur termasuk ke dalam kategori desain seismik C. Dan sesuai Batasan sistem pemikul gaya seismik dapat didesain sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

### C. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan dalam dua langkah. Langkah pertama adalah memodelkan gording baja yang menerima beban dari atap. Langkah kedua adalah memodelkan struktur bangunan dimana reaksi perletakan yang dihasilkan pada pemodelan gording baja akan menjadi beban terpusat atap pada ring balok.

#### Pemodelan Gording Baja

Data struktur:

Panjang bentang = 5 meter

Profil baja = CNP 125.50.20.3,2

Beban yang bekerja:

Beban mati merata akibat beban atap (qD) = 0,0854 kN/m

Beban merata hujan (qR) = 0,24 kN/m

Beban hidup terpusat pada tengah bentang (qLr) = 0,96 kN

Kombinasi pembebanan:

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6Lr
3. 1,2D + 1,6Lr + 0,5R
4. 1,2D + Lr
5. 1,2D + Lr + 0,5R

Dari hasil analisis menggunakan program SAP2000 diperoleh reaksi pembebanan seperti Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Reaksi Pembebanan pada Pemodelan Gording untuk Setiap Kombinasi Pembebanan

Kombinasi Pembebanan	Reaksi Pembebanan
1,4D	0,44 kN
1,2D + 1,6Lr	1,14 kN
1,2D + 1,6 Lr + 0,5R	1,44 kN
1,2 D + Lr	0,85 kN
1,2D + Lr + 0,5R	1,15 kN

Dari hasil analisis di atas diambil reaksi pembebanan maksimum yaitu 1,44 kN sebagai beban atap terhadap struktur gedung.

### Pemodelan Struktur Gedung

Material yang digunakan:

1. Beton  $f'c$  20 MPa
  - Berat jenis = 2400 kg/m<sup>3</sup>
  - $f'c$  = 20 MPa
  - $E = 4700 \sqrt{f'c}$
2. Besi Tulangan BJTS 420B
  - Tegangan leleh ( $f_y$ ) = 460 MPa
  - Tegangan putus ( $f_u$ ) = 615 MPa

Kombinasi Pembebanan:

1. 1,4D
2. 1,4D + 1,6L
3. 0,9D
4. 0,9D + Ev + 0,3Eh
5. 0,9D + 0,3Ev + Eh
6. 1,2D + Ev + 0,3Eh + L
7. 1,2D + 0,3Ev + Eh + L

Dari hasil analisis menggunakan program SAP2000, diperoleh besarnya reaksi pembebanan pada setiap titik kolom dan gaya-gaya dalam komponen struktur yang kemudian digunakan untuk desain pondasi dan penulangan.

## D. Desain Penulangan Struktur

### Balok

Hasil perencanaan penulangan lentur dan tulangan geser balok dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2: Resume Hasil Perencanaan Penulangan Balok

Jenis	Bentang	Daerah	Tulangan Utama		Tulangan geser	
			Atas	Bawah	Terpasang	Lokasi
B1	1400	Tumpuan	2D10	2D10	D10-120	Sepanjang
		Lapangan			D10-120	bentang
	2500	Tumpuan			D10-120	Sepanjang
		Lapangan			D10-120	bentang
B2, TB1	3500	Tumpuan	3D13	2D13	D10-60	0 - 675 mm
		Lapangan	2D13	3D13	D10-120	675 mm - 1/2 Ln
B3, TB2	1400	Tumpuan	3D13	3D13	D10-85	0 - 350 mm
		Lapangan			D10-170	350 mm - 1/2 Ln
	3500	Tumpuan			D10-85	0 - 875 mm
		Lapangan			D10-170	875 mm - 1/2 Ln

	5000	Tumpuan	3D13	2D13	D10-85	0 - 1194 mm
		Lapangan	2D13	3D13	D10-170	1194 mm - 1/2 Ln
	6000	Tumpuan	3D13	2D13	D10-170	Sepanjang
		Lapangan	2D13	3D13	D10-170	bentang
B4, TB3	5000	Tumpuan	4D13	3D13	D10-95	0 - 782 mm
		Lapangan	3D13	4D13	D10-190	782 mm - 1/2 Ln
	7000	Tumpuan	4D13	3D13	D10-190	Sepanjang
		Lapangan	3D13	4D13	D10-190	bentang

### Kolom

Hasil perencanaan tulangan lentur dan tulangan geser pada kolom dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3: Resume Hasil Perencanaan Penulangan Kolom

Jenis	Ukuran Kolom	Tulangan Longitudinal	Sengkang	
			Daerah lo	Di luar daerah lo
K1	250 mm x 250 mm	8D16	D10-125mm	D10-125mm
K2	200 mm x 200 mm	8D13	D10-100mm	D10-100mm
K3	300 mm x 300 mm	8D16	D10-125mm	D10-150mm

### Pelat Lantai

Penulangan pelat lantai didasari oleh besarnya gaya dalam M11 dan M12 dari output SAP 2000. Perhitungan penulangan berdasarkan momen ultimit maksimum baik di daerah tumpuan dan lapangan untuk arah memanjang (y) dan melintang (x).

Data Struktur:

Tebal pelat (h) = 120 mm

$f'_c$  = 20 MPa

$f_y$  = 460 MPa

Diameter tulangan = D10 mm

Tebal selimut beton = 20 mm

Tinggi efektif ( $d_{eff}$ ) = 120 - 20 mm - 10mm/2 = 95 mm

Besar momen ultimit hasil output program SAP2000

Arah memanjang: - Daerah tumpuan = 14,65 kN.m

- Daerah lapangan = 11,89 kN.m

Arah melintang: - Daerah tumpuan = 14,65 kN.m

- Daerah lapangan = 5,36 kN.m

Perhitungan:

1. Menentukan jarak antar tulangan

Menurut SNI, jarak antar tulangan pada pelat tidak boleh melebihi nilai berikut:

- a.  $3h = 3 \times 120 \text{ mm} = 360 \text{ mm}$
- b. 450 mm

2. Menentukan luas tulangan ( $A_s$ ) yang disediakan per meter lebar pelat. Asumsi digunakan tulangan diameter 10 mm dan jarak antar tulangan 150 mm.

$$A_s = \frac{1000A_b}{s} = \frac{1000 \times (\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2)}{150} = 523,3 \text{ mm}^2$$

3. Menghitung a

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_{c} \times b} = \frac{523,3 \times 460}{0,85 \times 20 \times 1000} = 14,17$$

4. Menghitung  $\phi M_n$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y (d - a/2) \\ &= 0,9 \times 523,3 \times 460 \times (95 - 14,17/2) \times 10^{-6} \\ &= 19,06 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

5. Cek  $\phi M_n > M_u$

$$19,06 \text{ kN.m} > 14,4026 \text{ kN.m}$$

Untuk tulangan arah memanjang daerah tumpuan digunakan D10 – 150 mm. Dengan langkah yang sama diambil D10 – 150 mm untuk daerah lapangan dan arah melintang.

## E. Perencanaan Pondasi dan *Pilecap*

### Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dilakukan menggunakan data SPT untuk setiap rentang kedalaman dan jenis tanah yang ditinjau. Hasil perhitungan kapasitas dukung pondasi untuk tiap lapisan penetrasi dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4: Daya Dukung Pondasi untuk Setiap Lapisan Tanah Penetrasi

Kedalaman [m]	Jenis tanah	N-SPT [kN/m <sup>2</sup> ]	Tebal penetrasi [m]	Q <sub>b</sub> [ton]	Q <sub>s</sub> [ton]	Q <sub>u</sub> [ton]	Q <sub>ijin</sub> [ton]
2	pasir	5	2	10,19	2,04	12,23	4,08
4	Pasir berlanau	24	2	48,93	9,79	58,72	19,57
6	Pasir berlanau	24	2	48,93	9,79	58,72	19,57
8	Lanau berpasir	8	2	3,06	10,87	13,93	4,64
10	Pasir	13	2	26,5	5,3	31,8	10,6
12	Pasir	16	2	32,62	6,52	39,14	13,05
14	Lanau berpasir	15	2	5,73	20,39	26,12	8,71
16	Lanau berpasir	9	2	3,44	12,23	15,67	5,22
18	Pasir	19	2	38,74	7,75	46,48	15,49
20	Pasir	22	2	44,85	8,97	53,82	17,94
22	Pasir	32	2	65,24	13,05	78,29	26,1
25	Pasir	39	3	119,27	23,85	143,12	47,71



**Perencanaan Kedalaman Tiang, Jumlah Pondasi, dan Dimensi *Pilecap***

Perencanaan kedalaman pondasi dipilih berdasarkan kedalaman tanah keras yang diperoleh dari perhitungan daya dukung pondasi. Berdasarkan Tabel 4 di atas, tanah keras sudah diperoleh pada kedalaman 6 meter. Oleh karena itu perencanaan kedalaman tiang pondasi diambil sedalam 6 meter. Perhitungan jumlah tiang pondasi yang dibutuhkan dilakukan sebagai berikut.

Diambil Titik 1 sebagai contoh perhitungan.

Data struktur

$$P_u = 19,03 \text{ ton}$$

$$\text{Kedalaman rencana (L)} = 6 \text{ meter}$$

$$Q_{all} = 19,57 \text{ ton}$$

Jumlah tiang pondasi yang dibutuhkan (n)

$$n = \frac{P_u}{Q_{all}} = \frac{19,03 \text{ ton}}{19,57 \text{ ton/tiang}} = 0,97 \sim 1 \text{ tiang}$$

Perencanaan dimensi *pilecap*

$$\text{Jarak tiang ke sisi (s}_t\text{)} = 1,5D = 1,5 \times 0,25 \text{ m} = 0,375 \text{ m}$$

$$\text{Panjang sisi } \textit{pilecap} \text{ (B = L)} = 2s_t + d \text{ tiang} = 2(0,375 \text{ m}) + 0,25 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

Sehingga untuk pondasi yang terdiri atas satu tiang *minipile* diperoleh dimensi *pilecap* sebesar (BxL) = 1m x 1m.

Untuk langkah yang sama dilakukan perhitungan pada setiap titik pondasi sehingga diperoleh hasil seperti Tabel 5 berikut.

Tabel 5: Jumlah Tiang dan Dimensi *Pilecap* pada Setiap Titik Pondasi

Titik	P <sub>u</sub> [Ton]	Q <sub>ijin</sub> [Ton]	n tiang	Dimensi <i>pilecap</i> [m]
1	19,03	19,57	1	1m x 1m
2	18,08	19,57	1	1m x 1m
3	13,4	19,57	1	1m x 1m
4	19,4	19,57	1	1m x 1m
5	14,3	19,57	1	1m x 1m
6	11,5	19,57	1	1m x 1m
7	8,6	19,57	1	1m x 1m
8	5,1	19,57	1	1m x 1m
9	6,62	19,57	1	1m x 1m
10	5,07	19,57	1	1m x 1m
11	8,6	19,57	1	1m x 1m
12	11,7	19,57	1	1m x 1m
13	16,6	19,57	1	1m x 1m
14	29,2	19,57	2	1m x 2m
15	26,2	19,57	2	1m x 2m
16	15,5	19,57	1	1m x 1m
17	9,83	19,57	1	1m x 1m

Berdasarkan perhitungan perencanaan dimensi *pilecap* di atas, diperoleh dua jenis *pilecap* yakni:

1. *Pilecap* 1 (PC1)

Dimensi = 1 m x 1 m

Jumlah tiang = 1 tiang

2. *Pilecap* 2 (PC2)

Dimensi = 1 m x 2 m

Jumlah tiang = 2 tiang

**Perencanaan Penulangan *Pilecap***

1. *Pilecap* 2 (PC2)

Data struktur

Dimensi kolom = 250 mm x 250 mm

Dimensi tiang pondasi = 250 mm x 250 mm

Dimensi *Pilecap* = 1 m x 2 m

Jumlah tiang = 2

Pu max = 19,03 ton = 186,684 kN

Mutu beton *Pilecap* = 20 MPa

$f_y$  tulangan = 460 MPa

Perhitungan

Karena *pilecap* berbentuk persegi panjang yang arah x dan y nya tidak sama, maka penulangannya harus dianalisis baik arah panjang dan pendeknya.

A. Tulangan arah pendek (b = 2 m)

1. Beban terfaktor yang dipikul oleh masing-masing tiang ( $V_u$ )

$$V_u = P_u/n = 186,684 \text{ kN} / 2 = 98,34 \text{ kN}$$

2. Periksa terhadap geser dua arah

Tinggi *pilecap* (h) = 300 mm

Asumsi *pilecap* dengan tulangan D13

Tinggi efektif (d) = 300 – 75 – 13 = 212 mm

a. Geser dua arah di sekitar kolom

$$b_o = 4(C + d) = 4(250 + 212) = 1848 \text{ mm}$$

$$V_{c1} = 0,33\lambda\sqrt{f'c} b_o d = 0,33(1)\sqrt{20}(1848)(212) = 578184,92 \text{ N} \\ = 578,184 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = 0,17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c} b_o d = 0,17\left(1 + \frac{2}{1}\right)(1)\sqrt{20} (1848)(212) \\ = 893558,52 \text{ N} = 893,558 \text{ kN}$$

$$V_{c3} = 0,083\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c} b_o d = 0,083\left(1 + \frac{2}{1}\right) (1)\sqrt{20} (1848)(212) \\ = 436266,8 \text{ N} = 436,266 \text{ kN}$$

Nilai terkecil adalah  $V_{c3}$  maka,

$$\Phi V_c = 0,75 \times 436,266 \text{ kN} = 327,17 \text{ kN}$$

$$\Phi V_c (327,17 \text{ kN}) > V_u (98,34 \text{ kN})$$

b. Geser dua arah di sekitar tiang pancang

$$b_o = 4 (C + d) = 4 (250 + 212) = 1848 \text{ mm}$$

$$V_{c1} = 0,33\lambda\sqrt{f'c} b_o d = 0,33(1)\sqrt{20}(1848)(212) = 578184,92 \text{ N} \\ = 578,184 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = 0,17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c} b_o d = 0,17\left(1 + \frac{2}{1}\right)(1)\sqrt{20} (1848)(212) \\ = 893558,52 \text{ N} = 893,558 \text{ kN}$$

$$V_{c3} = 0,083\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c} b_o d = 0,083\left(1 + \frac{2}{1}\right) (1)\sqrt{20} (1848)(212) \\ = 436266,8 \text{ N} = 436,266 \text{ kN}$$

Nilai terkecil adalah  $V_{c3}$ , maka

$$\Phi V_c = 0,75 \times 436,266 \text{ kN} = 327,17 \text{ kN}$$

$$\Phi V_c (327,17 \text{ kN}) > V_u (98,34 \text{ kN})$$

c. Desain terhadap lentur

$$M_u = 2(98,34)(0,375) = 73,755 \text{ kN.m}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{73,755 \times 10^6}{0,9 \times 2000 \times 212^2} = 0,911$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85f'c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85f'c}} \right] = \frac{0,85 \times 20}{460} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,911}{0,85 \times 20}} \right] \\ = 0,0020365$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0,0018 \times 420}{f_y} = \frac{0,0018 \times 420}{460} = 0,0016 \text{ atau } \rho_{\text{min}} = 0,0014$$

$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$ , maka dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$

$$A_s \text{ perlu} = \rho b d = 0,0020365 \times 2000 \times 212 = 863,476 \text{ mm}^2$$

Digunakan D13 – 300, sehingga jumlah tulangan:

$$n = 2000 \text{ mm} / 300 \text{ mm} = 6,6 \sim 7 \text{ buah tulangan.}$$

$$A_s \text{ pakai} = 7(1/4 \times 3,14 \times 13^2) = 928,665 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu}$$

Sehingga, penulangan *pilecap* arah pendek adalah **D13 – 300mm**.

## 2. Pilecap 1 (P1)

Karena *pilecap* 1 berbentuk bujur sangkar dengan  $B = L = 1$  meter, maka perhitungan dan hasil penulangan sama dengan *pilecap* 2 yakni **D13 – 300mm**.

## F. Perencanaan Sambungan Baut

### 1. Properti Desain

$$\text{Profil baja} = \text{CNP 125. 50. 20. 3,2}$$

- Tebal pelat = 8 mm  
 Mutu Baja = BJ 37 ( $f_y = 240$  MPa,  $f_u = 370$  MPa)  
 Diameter baut = 10 mm ( $A_b = 78,5$  mm<sup>2</sup>)  
 Mutu baut = A307 ( $f_{nt} = 310$  MPa,  $f_{nv} = 188$ MPa)  
 $T_u = 1,45$  ton

## 2. Menghitung jumlah baut yang dibutuhkan

Jumlah baut yang digunakan dihitung berdasarkan besarnya gaya yang bekerja dibagi dengan kekuatan per baut.

### Kekuatan geser per baut

$$\phi R_n = \phi A_b F_{nv} n_s$$

$$= 0,75 \times 78,5 \times 188 \times 1 \times 10^{-3} = 11,06 \text{ kN/ baut} = 1,106 \text{ ton}$$

Jumlah baut yang dibutuhkan (n)

$$n = T_u / \phi R_n = 1,45 \text{ ton} / 1,106 \text{ ton} = 1,31 \sim 2 \text{ buah baut}$$

## 3. Perletakan posisi baut

$$s = 3d = 3(10 \text{ mm}) = 30 \text{ mm}$$

$$s_t = 1,25d = 1,25(10 \text{ mm}) = 12,5 \text{ mm}$$

Sehingga kebutuhan ukuran pelat sambung =  $s + 2s_t + 2d = 30 \text{ mm} + 2(12,5\text{mm}) + 2(10) = 76 \text{ mm}$ .

## G. Perencanaan Biaya

Hasil perencanaan dimensi dan penulangan menjadi dasar dalam perhitungan volume pada komponen struktur. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang digunakan berdasar pada AHSP Permen PUPR No.1 tahun 2022 bidang Cipta Karya dengan harga upah tenaga kerja dan material berdasarkan harga kota Medan tahun 2021.

Tabel 6: Rencana Anggaran Biaya

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)						
PROYEK PEMBANGUNAN KANTOR SPBU SHELL ADAM MALIK-1 MEDAN						
No	Uraian Pekerjaan	Unit	volume	Harga Satuan (Rp)	Total harga (Rp)	
A	Pekerjaan Pondasi					
1	Pondasi minipile	m'	114,00	Rp 294.426,58	Rp	33.564.630,03
	<i>Total Pekerjaan Pondasi</i>				Rp	33.564.630,03
B	Pekerjaan Struktur Beton					
B.1	Pekerjaan Pile cap					
1	Galian pile cap + tie beam + lantai kerja	m3	43,74	Rp 3.635,94	Rp	159.017,73
3	Lantai kerja beton	m3	0,95	Rp 862.461,01	Rp	819.337,96
4	Bekisting	m2	21,60	Rp 262.336,00	Rp	5.666.457,60
5	Pembesian	kg	409,83	Rp 16.392,55	Rp	6.718.153,63
6	Cor Beton f'c 20.75 Mpa setara k250	m3	5,70	Rp 1.117.231,22	Rp	6.368.217,96
B.2	Pekerjaan Tie Beam					
1	Lantai kerja beton	m3	1,09	Rp 862.461,01	Rp	936.632,66
2	Bekisting	m2	50,73	Rp 282.336,00	Rp	14.322.905,28

3	Pembesian	kg	1166,76	Rp	16.392,55	Rp	19.126.091,29
4	Cor Beton f'c 20.75 Mpa setara k250	m3	7,21	Rp	1.117.231,22	Rp	8.055.237,11
B.3 Pekerjaan Lantai dasar							
1	Lantai kerja	m3	7,19	Rp	862.461,01	Rp	6.203.682,08
2	Wiremesh	kg	1224,72	Rp	17.548,95	Rp	21.492.550,04
3	Cor Beton f'c 20.75 Mpa setara k250	m3	21,58	Rp	1.117.231,22	Rp	24.109.849,76
B.4 Pekerjaan kolom lantai 1 dan 2							
1	Bekisting	m2	49,22	Rp	559.690,50	Rp	27.547.966,41
2	Pembesian	kg	3516,49	Rp	16.392,55	Rp	57.644.294,80
3	Cor Beton f'c 20.75 Mpa setara k250	m3	6,21	Rp	1.117.231,22	Rp	6.937.447,27
B.5 Pekerjaan balok							
1	Bekisting	m2	50,92	Rp	580.690,50	Rp	29.570.169,18
2	Pembesian	kg	2142,68	Rp	16.392,55	Rp	35.123.911,79
3	Cor Beton f'c 20.75 Mpa setara k250	m3	12,69	Rp	1.117.231,22	Rp	14.181.669,76
B.6 Pekerjaan Pelat lantai 2							
1	Bekisting <i>steeldeck</i>	m2	63,33	Rp	196.008,00	Rp	12.413.186,64
2	Pembesian	kg	972,93	Rp	16.392,55	Rp	15.948.803,67
3	Cor Beton f'c 20.75 Mpa setara k250	m3	7,60	Rp	1.117.231,22	Rp	8.490.957,28
<i>Total Pekerjaan Struktur Beton</i>							Rp 321.836.539,91
<hr/>							
C Pekerjaan Struktur Atap							
C2 Struktur tangga							Rp -
1 set tangga besi + install		set				Rp	-
1	Rangka gording baja	kg	1153,67	Rp	41.414,00	Rp	47.777.923,72
2	Baut	buah	138,00	Rp	4.850,00	Rp	669.300,00
3	Angkur	buah	138,00	Rp	20.400,00	Rp	2.815.200,00
<i>Total Pekerjaan Struktur Atap</i>							Rp 51.262.423,72
<hr/>							
<b>Total</b>						<b>Rp</b>	<b>406.663.593,67</b>
<b>PPn 10%</b>						<b>Rp</b>	<b>40.666.359,37</b>
<b>Grandtotal</b>						<b>Rp</b>	<b>447.329.953,03</b>
<b>Dibulatkan</b>						<b>Rp</b>	<b>447.329.954,00</b>
<hr/>							

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan, diperoleh dua jenis pondasi tiang pancang dengan kedalaman 6 meter yaitu tiang tunggal dengan dimensi *pilecap* 1 x 1 meter dan *pile* grup 2 tiang dengan dimensi *pilecap* 1 x 2 meter. Untuk *tie beam* diperoleh tiga jenis dimensi yakni 0,2 x 0,3 meter, 0,2 x 0,4 meter, dan 0,25 x 0,45 meter. Untuk kolom diperoleh tiga jenis dimensi yakni 0,25 x 0,25 meter, 0,2 x 0,2 meter, dan 0,3 x 0,3 meter. Untuk balok induk diperoleh empat jenis dimensi, yakni 0,15 x 0,3 meter, 0,2 x 0,3 meter, 0,2 x 0,4 meter, dan 0,25 x 0,45 meter. Sementara untuk balok anak memiliki dimensi 0,15 x 0,3 meter. Untuk pelat lantai diperoleh ketebalan pelat 0,12 meter dengan penulangan D10-150 mm. Dimensi untuk gording baja menggunakan profil CNP 125.50.20.3,2.
2. Hasil perencanaan biaya pada proyek Pembangunan Kantor SPBU Shell Adam Malik-1 Medan berdasarkan struktur yang sudah direncanakan ulang adalah sebesar Rp. 406.663.594. Dengan tambahan PPn sebesar 10% menjadi Rp. 447.329.954.

## **5. DAFTAR PUSTAKA**

- Christady, Hary. 2016. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: UGM Press.
- Christady, Hary. 2020. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta: UGM Press.
- Dewobroto, Wiryanto. 2016. *Struktur Baja Edisi ke-2*. Tangerang: Lumina Press.
- Lesmana, Yuda. 2020. *Handbook Desain Struktur Beton Bertulang*. Makassar: NasMedia Pustaka
- Lesmana, Yuda. 2020. *Handbook Analisis Desain Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang*. Makassar: NasMedia Pustaka.
- Setiawan, Agus. 2017. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Jakarta: Erlangga.
- Sunggono. 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung: NOVA.
- Tavio, Wijaya, Usman. 2019. *Buku Panduan Desain Struktur Beton Bertulang Dasar Sesuai ACI 318M-14 Code*. Yogyakarta: Deepublish.