

Jurnal Ilmiah
ZONA SIPIL

Volume 6, Nomor 3, Desember 2016

**Perencanaan Graving Dock / Dock Gali Dengan Kapasitas Kapal
5000 DWT**

Mhd Rahmad Wahyu Hidayat
Januarto.

Perencanaan Workshop PT.Asian Fast Marine - Batam

Wesli Hendra P Sihite
Herlina Suciati.

**Alternatif Pemilihan Jenis Pondasi Yang Ekonomis Antara Pondasi
Telapak Dengan Plat Penuh Pada Perencanaan Bangunan Gedung
Kantor Berlantai IV Di Batu Ampar – Kota Batam**

Mira Anita
Panusunan.

**Perencanaan Dinding Tangki Minyak Kapasitas 10.000 Kiloliter
Dan Pondasinya**

Mariana Putri Utami
Veronika

**Perbandingan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993
Dengan Metode Bina Marga Di Jalan Simpang Calista Hingga
Simpang SPBU Kurnia Djaya Alam Batam Center**

Iis Rahayu
Junita Tedeyanti.

**Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Bertulang Jalan Batu Aji
Kavling Seroja – Kavling Mandiri Kota Batam**

Samsuri
Fauzan

**Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Batam**

ISSN 2087-6971

JURNAL ILMIAH
“ZONA SIPIL”
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Batam

Jurnal Ilmiah :

“ZONA SIPIL”

Diterbitkan oleh Program Studi Teknik
Sipil Fakultas Teknik Universitas Batam
sejak Desember 2010,
ISSN 2087-6971

Alamat Redaksi :

Fakultas Teknik
Universitas Batam

Jalan Kampus Abulyatama No. 5
Batam Centre- Batam
Telepon dan Fax
(0778)7485055,(0778)7485054
Home page: <http://www.univ-batam.ac.id>
Email: admin@univ-batam.ac.id

Penanggungjawab :
Dekan Fakultas Teknik UNIBA

Pemimpin Redaksi :
Veronika, S.T., M.T.

Redaksi Ahli :
Prof. Dr. Ir. Jemmy R., S.E., M.M (UNIBA)
Dr. Endah Wahyuni (ITS)
Dr. Ir. H. Chablullah Wibisono, M.M. (UNIBA)

Redaksi Pelaksana
Ir. Panusunan, M.Ak.
Edi Indera, S.T., M.Si.

Editor :
Junita Tedeyanti, S.T., M.Si.
Gandhi Sutjahjo, S.T., M.S.I.

Sekretariat :
Herlina Suciati, S.T.
Januarto, S.T., M.Si.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Alhamdulillah, dengan Rakhmat dan Karunia Allah swt, telah terbit Jurnal Ilmiah Zona Sipil Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batam Volume 6, Nomor 3, Desember 2016, yang berisi tentang hasil Penelitian maupun berupa tulisan Ilmiah populer yang dilakukan oleh Mahasiswa dan Dosen Fakultas Teknik Unversitas Batam.

Kami mengharapkan untuk terbitan selanjutnya, mahasiswa dan Dosen dapat meningkatkan kualitas publikasi karya ilmiah, yang sesuai dengan qaidah penulisan Jurnal Ilmiah.

Pada kesempatan ini, Redaksi mengucapkan terimakasih kepada Dosen yang telah berpartisipasi dalam penulisan Zona Sipil, terutama pada Volume 6, No 3, Desember 2016 ini

Dan untuk kesempurnaan Jurnal ini, kiritikan dan Saran sangat kami harapkan.

Wabillahitaufiq Walhidayah

Wssalamu'alaikum Wr. WB.

Wassalam,

Redaksi

DAFTAR ISI

Perencanaan Graving Dock / Dock Gali Dengan Kapasitas kapal 5000 DWT. 1 - 11

Mhd Rahmad Wahyu Hidayat
Januarto.

Perencanaan Workshop PT.Asian Fast Marine - Batam 12 - 23
Wesli Hendra P Sihite
Herlina Suciati.

Alternatif Pemilihan Jenis Pondasi Yang Ekonomis Antara Pondasi Telapak Dengan Plat Penuh Pada Perencanaan Bangunan Gedung Kantor Berlantai IV Di Batu Ampar – Kota Batam. 24 - 35

Mira Anita
Panusunan.

Perencanaan Dinding Tangki Minyak Kapasitas 10.000 Kiloliter Dan Pondasinya. 36 - 43

Mariana Putri Utami
Veronika

Perbandingan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 Dengan Metode Bina Marga Di Jalan Simpang Calista Hingga Simpang SPBU Kurnia Djaya Alam Batam Center 44 - 50

Iis Rahayu
Junita Tedeyanti.

Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Bertulang Jalan Batu Aji Kavling Seroja – Kavling Mandiri Kota Batam. 51 - 56

Samsuri
Fauzan

PERENCANAAN DINDING TANGKI MINYAK KAPASITAS 10.000 KILO LITER DAN PONDASINYA

Mariana Putri Utami¹, Veronika².

Teknik Sipil, Teknik, Universitas Batam, Jl. Abulyatama Batam Center, Batam, 29400, Indonesia

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan minyak bumi menyebabkan pentingnya suatu tempat untuk penampungan minyak yaitu tangki timbun. Namun, desain dan keamanan tangki kini menjadi kekhawatiran besar karena kurangnya ketelitian dan pemahaman selama proses pembuatan tangki. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merencanakan tangki dengan mengacu kepada peraturan tangki yang sesuai sehingga kerugian akibat kerusakan tangki itu sendiri dapat dihindari dan menghasilkan suatu struktur yang stabil, kuat dan aman.

Penelitian ini mengacu kepada peraturan tangki yaitu *American Petroleum Institute Standard 650*. Dimana pada standar tersebut telah diatur mulai dari material, desain hingga pengelasan. Setelah tangki didesain, selanjutnya dilakukan perhitungan manual dan kemudian diolah menggunakan program SAP 2000. Dari output program inilah dapat dihitung daya dukung pondasi dan penurunannya.

Dari hasil perhitungan didapatkan ketebalan atap dan dasar tangki ditambah dengan corrosion allowance adalah 6 mm dan 8 mm sedangkan untuk pelat dinding berbeda-beda sesuai lapisan dari terbawah hingga atas yaitu 10, 9, 8, 7, 6, 6, 6, 6 (mm). Total beban pada tangki ditambah berat sendiri pile cap adalah sebesar 7.358,513 ton dibagi daya dukung ultimit pondasi tiang yaitu 116,39 ton berdasarkan data SPT, maka dibutuhkan 64 buah tiang pancang sehingga diketahui besarnya kemampuan tiap tiang adalah 114,97 ton. Penulangan pile cap arah x dan y menggunakan tulangan D29 mm. Dan besarnya penurunan tiang tunggal adalah 0,333 m dan penurunan tiang kelompok adalah 1,665 m.

Kata Kunci: Pelat Baja, API STD 650, Tiang Pancang

Pendahuluan

Penyebab meningkatnya kebutuhan minyak bumi dikarenakan tingkat ketergantungan masyarakat, terutama masyarakat perkotaan sangat tinggi. Hal inilah yang mengindikasikan pentingnya menjaga ketersediaan minyak. Oleh karena itu, diperlukan tempat penampungan minyak sementara sebelum minyak tersebut diolah atau didistribusikan untuk memenuhi kebutuhan pasar atau yang biasa disebut tangki timbun.

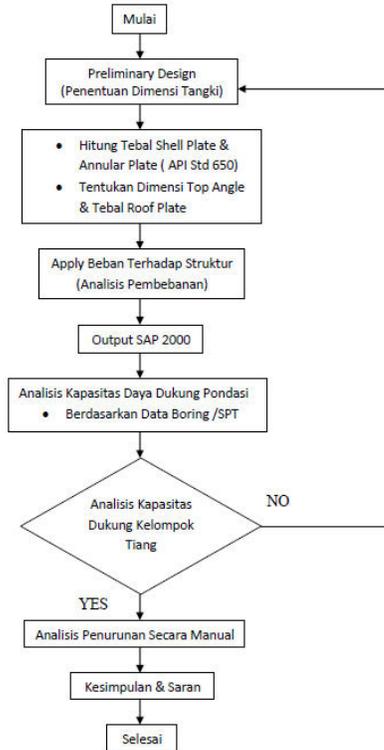
Pada umumnya tangki berbentuk silinder dengan diameter yang cukup besar dan terbuat dari pelat baja. Material yang dipakai dalam desain tangki ini adalah material yang direkomendasikan oleh API Std 650 yang secara kekuatan dan komposisi kimia memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Ukuran pelat baja yang sering digunakan pada tangki timbun adalah 20 feet x 6 feet.

Tangki merupakan salah satu konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah dan harus didukung oleh pondasi. Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan ke dalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya (Bowles, J. E., 1997).

Jenis pondasi dalam adalah pilihan yang tepat untuk konstruksi berat seperti halnya pondasi tiang pancang. Pondasi ini diharapkan dapat berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul beban dari struktur bangunan yang ada diatasnya serta memberikan keamanan kepada struktur bangunan tersebut. Sifat-sifat tanah juga sangat berpengaruh dalam hal daya dukung tanah karena setiap tanah memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Maka dari itu, untuk mendapatkan perencanaan yang akurat perlu dilakukan pengujian lapangan yang akurat juga, salah satunya adalah dengan mengadakan penyelidikan tanah.

Metodologi Penelitian

Bagan alir penelitian:



Data Umum Tangki Minyak

Beberapa data umum yang digunakan pada perencanaan tangki minyak ini adalah sebagai berikut :

- Standard design code : American Petroleum Institute Standard 650 10th Edition.
- Material : Baja
- Mutu Baja Pelat : ASTM A 573 M
 F_y : 290 Mpa
 F_u : 485 Mpa
- Mutu Baja Struktur Atap : ASTM A 36 M
 F_y : 250 Mpa
 F_u : 400 Mpa
- Tinggi : 14,442 m
- Diameter : 30 m

- Corrosion Allowance
 Shell : 2 mm
 Bottom : 1 mm
 Roof : 1 mm
- Isi Tangki : Bensin Premium
- Berat Jenis Isi Tangki : 0,7 kN/m³

Hasil dan Pembahasan

1. Pembebanan

- Menentukan ketebalan dari pelat dinding digunakan dua jenis cairan, yaitu bensin sebagai cairan yang akan mengisi tangki tersebut dan air.

Untuk perhitungan dengan bensin :

$$t_{d1} = \frac{4.9D(H-0.3)G}{S_d} + CA$$

$$t_{d1} = \frac{4.9 \cdot 30 (14,442-0,3) 0,7}{193} + 2$$

$$t_{d1} = 9,539957513 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan dengan air :

$$t_{t1} = \frac{4.9D(H-0.3)}{S_t}$$

$$t_{t1} = \frac{4.9 \cdot 30 (14,442-0.3)}{208}$$

$$t_{t1} = 9,994586538 \text{ mm}$$

Tabel 1 Hasil Perhitungan Ketebalan Pelat Dinding Tangki

Lapisan	dengan Bensin	dengan Air	Pembulatan
t1	9.539957513	9.994586538	10
t2	8.473636269	8.581125000	9
t3	7.407315026	7.167603462	8
t4	6.340993782	5.754201923	7
t5	5.274672539	4.340740385	6
t6	4.208351295	2.927278846	6
t7	3.142030052	1.513817308	6
t8	2.075708808	0.1000355769	6

- Bottom Plate**
Berdasarkan ketentuan API Standard 650 pasal 3.4.1 tentang ketebalan minimum *bottom plate* adalah sebesar 6 mm (1/4 in) ditambah dengan *corrosion allowance* menjadi 7 mm.
- Annular Plate**
Untuk mencari ketebalan *annular plate* maka dapat digunakan tabel 2.2 untuk penyelesaiannya.

Yang perlu diketahui adalah tebal pelat pertama yaitu sebesar 10 mm. Dan besarnya nilai hydrotest adalah :

$$\frac{4,9D(H-0,3)}{t}$$

$$\frac{4,9 \cdot 30(14,442-0,3)}{10}$$

Hydrotest = 207,8874 Mpa

Maka, didapatlah ketebalan annular plate adalah 6 mm ditambah dengan *corrosion allowance* menjadi 7 mm.

4. Roof Plate

Berdasarkan API Std 650 pasal 3.10.2.2 bahwa ketebalan minimum pelat atap adalah 5 mm (3/16 in) ditambah dengan *corrosion allowance* menjadi 6 mm. Kemiringan atap yang digunakan adalah 1:16 sehingga nilai $\alpha = 3,576^\circ$,

5. Top Angle

Berdasarkan tabel 2.2 karena diameter tangki yang akan didesain berukuran 30 m (diatas 18 m) maka profil yang digunakan adalah profil L 3x3x3/8 in (76x76x10 mm).

6. Rafter, Girder dan Kolom

Untuk perancangan struktur pendukung atap digunakan program SAP 2000 untuk mengetahui apakah profil yang ditentukan gagal atau tidak.

Beban yang mungkin terjadi pada tangki minyak adalah sebagai berikut :

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati merupakan berat sendiri struktur yang secara otomatis sudah dihitung melalui program SAP 2000.

2. Beban Hidup (*Live Load*)

Pada tangki minyak, beban hidup hanya dikenakan pada roof plate nya saja yaitu sebesar 1,22 kN/m².

Beban hidup total = Luas lingkaran atap x (122 kg/m²)

$$= (3,14 \times 15^2) \times (122 \text{ kg/m}^2)$$

$$= 86193 \text{ kg} = 86,193 \text{ ton}$$

3. Beban Hidrostatik

Beban hidrostatik merupakan beban yang dikenakan ke seluruh pelat dinding dan pelat dasar tangki.

4. Beban Hidrodinamik

Analisa pembebanan gempa pada tangki menggunakan prinsip dasar pada ACI 350 yang mirip

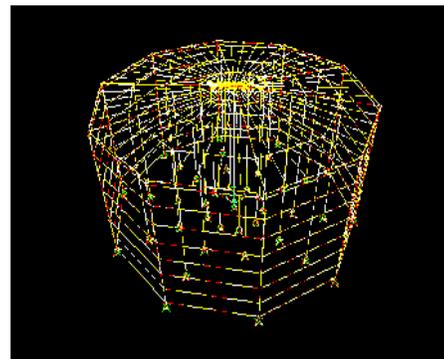
dengan prinsip statik ekuivalen. Hal ini dikarenakan API Std 650 tidak menyediakan perhitungan gempa secara detail. Perhitungan beban dinamik terbagi menjadi beberapa jenis beban yaitu *inertia wall*, gempa vertikal, beban gempa impulsif dan konvektif.

Tabel 2 Total Beban Pada Tangki

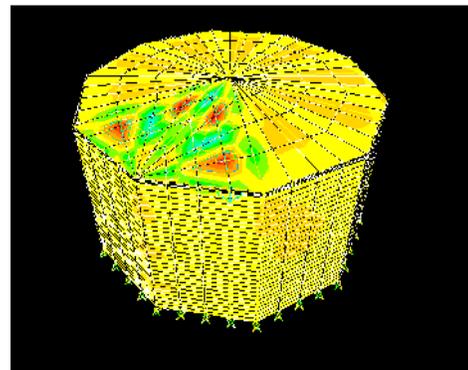
No.	Nama Jenis Beban	Berat (ton)
1	Kapasitas Isi Tangki (Bensin)	7000
2	Beban Mati	223.090
3	Beban Hidup	86.193
	Total Beban Pada Tangki	7309.283

2. Permodelan

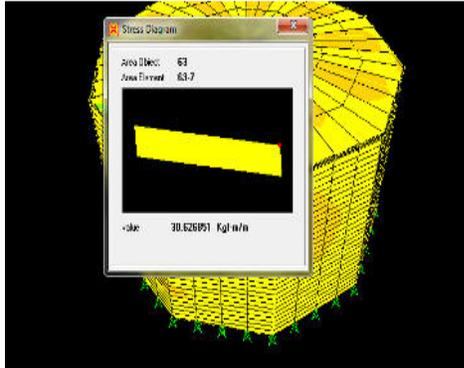
Pada permodelan ini menggunakan program SAP 2000. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan output berupa gaya dalam sehingga dapat diketahui perilaku struktur ketika dikenakan beban.



Gambar 1 Permodelan Kosong Tangki pada SAP 2000



Gambar 2 Tangki Setelah Diberikan Beban



Gambar 3 Mmax pada Pelat Dinding Tangki

Untuk dapat mengetahui tingkat keamanan momen yang bekerja di tiap pelat dengan ketebalan yang berbeda adalah :

Mmax pada t1 adalah sebesar 25,54979 kg.cm. Maka kontrol momennya adalah :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot t^2} \\ 160 \text{ kg} &= \frac{25,54979 \text{ kg.cm}}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot t^2} \\ 160 \text{ kg} &= \frac{153,3 \text{ kg.cm}}{t^2} \\ t^2 &= \frac{153,3 \text{ kg.cm}}{160 \text{ kg}} \\ t &= \sqrt{0,958} \\ t &= 0,978 \text{ cm} = 9,78 \text{ mm}\end{aligned}$$

Karena ketebalan yang didesain t1 10 mm > t 9,78 mm maka ketebalan yang didesain aman.

3. Kapasitas Daya Dukung Tiang

Menghitung daya dukung ultimit pondasi tiang pancang memakai persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Q_b &= 40 \cdot N \cdot A_p \\ Q_s &= 1/5 \cdot \bar{N} \cdot A_s\end{aligned}$$

$$\text{Maka } Q_u = Q_b + Q_s$$

$$\begin{aligned}Q_u &= 40 \cdot N \cdot A_p + 1/5 \cdot \bar{N} \cdot A_s \\ &= (40 \cdot N \cdot A_p / 3) + (1/5 \cdot \bar{N} \cdot A_s / 5) \\ &= (40 \times 40 \times 0.1648 / 3) + (1/5 \times 31,33 \times 22,74 / 5) \\ &= 87,893 \text{ ton} + 28,497 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$= 116,39 \text{ ton}$$

4. Perencanaan Pile Cap & Pondasi Tiang Pancang

Perencanaan pondasi tiang pancang dihitung berdasarkan beban aksial sebesar 7309,283 ton ditambah dengan berat sendiri pile cap.

$$\begin{aligned}\text{Berat sendiri pile cap (qu)} &: \\ &= B \times l \times H_{\text{poer}} \times 2.4 \text{ ton/m}^3 \\ &= 13,675 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2.4 \text{ ton/m} \\ &= 49,23 \text{ ton}\end{aligned}$$

Sehingga total beban yang harus didukung oleh pondasi tiang pancang adalah sebesar 7309,283 ton + 49,23 ton = 7358,513 ton.

Menghitung jumlah tiang berdasarkan hasil dari daya dukung yang diizinkan, dengan rumus :

$$\begin{aligned}n &= \frac{V}{Q_u} \\ &= 7358,513 / 116,39 \\ &= 63,223 \\ &= 64 \text{ Tiang Pancang (Pembulatan)}\end{aligned}$$

Data-data dalam perencanaan pile cap sebagai berikut :

Panjang (B)	= 32 m
Lebar (L)	= 32 m
Hpoer Rencana	= 1,5 m
Jumlah Tiang Pancang	= 64 buah
Panjang Tiang Pancang	= 14 meter
Tiang Pancang Beton	= 40 cm x 40 cm
Tiang Stump Kolom Baja	= 750 cm x 750 cm
(31 Tiang atau kolom)	
Mutu beton (fc')	= 50 Mpa
Mutu Baja (fy)	= 400 Mpa
D Tulangan Utama	= 25 mm
Selimut beton bawah	= 125mm

Dalam perencanaan pile cap (poer) memakai jarak 4 m. Untuk ukuran B x L = 32 m x 32 m harus lebih besar dari diameter tangki yaitu 30 m.

$$\begin{aligned}\text{Jadi kemampuan tiap-tiap tiang adalah} & \\ &= \frac{Q_u}{n} \\ &= \frac{7358,513}{64} \\ &= 114,97 \text{ ton}\end{aligned}$$

Banyaknya tiang pancang (n) = 64 buah
Absis maksimum = X1 = 12 m, X2 = 8 m, X3 = 4 m
Ordinat maksimum = Y1 = 12 m, Y2 = 8 m, Y3 = 4 m

Banyaknya tiang pancang dalam 1 baris arah x = nx = 8 buah

Banyaknya tiang pancang dalam 1 baris arah y = ny = 8 buah

Jumlah kwadrat absis-absis tiang pancang =

$$\begin{aligned}\sum X^2 &= n_y \cdot 2 \cdot X_{\max}^2 + n_y \cdot 2 \cdot X^2 + n_y \cdot 2 \cdot X_1^2 \\ &= 8 \times 2 \times (12^2) + 8 \times 2 \times (8^2) + 8 \times 2 \times (4^2) \\ &= 2304 + 1024 + 256 \\ &= 3584 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= n_x \cdot 2 \cdot Y_{\max}^2 + n_x \cdot 2 \cdot Y^2 + n_x \cdot 2 \cdot Y_1^2 \\ &= 8 \times 2 \times (12^2) + 8 \times 2 \times (8^2) + 8 \times 2 \times (4^2) \\ &= 2304 + 1024 + 256 \\ &= 3584 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Beban yang diterima tiang maksimum adalah :

$$\begin{aligned}P_i &= \frac{\sum V \pm \frac{M_y \cdot X_i}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_i}{n_x \cdot \sum Y^2}}{n} \\ &= \frac{7358,513}{64} \pm \frac{502,58 \times (12)}{8 \times (3584)} \pm \frac{502,58 \times (12)}{8 \times (3584)} \\ &= 114,97 + 0,210 + 0,210 = 115,39 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_2 &= \frac{\sum V \pm \frac{M_y \cdot X_2}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_2}{n_x \cdot \sum Y^2}}{n} \\ &= \frac{7358,513}{64} \pm \frac{502,58 \times (8)}{8 \times (3584)} \pm \frac{502,58 \times (8)}{8 \times (3584)} \\ &= 114,97 + 0,140 + 0,140 = 115,25 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_3 &= \frac{\sum V \pm \frac{M_y \cdot X_3}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_3}{n_x \cdot \sum Y^2}}{n} \\ &= \frac{7358,513}{64} \pm \frac{502,58 \times (4)}{8 \times (3584)} \pm \frac{502,58 \times (4)}{8 \times (3584)} \\ &= 114,97 + 0,070 + 0,070 = 115,11 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_4 &= \frac{\sum V \pm \frac{M_y \cdot X_4}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_4}{n_x \cdot \sum Y^2}}{n} \\ &= \frac{7358,513}{64} \pm \frac{502,58 \times (0)}{8 \times (3584)} \pm \frac{502,58 \times (0)}{8 \times (3584)} \\ &= 114,97 + 0 + 0 = 114,97 \text{ ton}\end{aligned}$$

P_1 paling besar = 115,39 ton (sebagai P_{\max})

Jadi ($P_{\max} < Q_a$) atau (115,39 ton < 116,39 ton)

Beban maksimum lebih kecil dari pada daya dukung tiang dan dinyatakan aman terhadap beban vertikal maupun angin.

5. Penulangan Pile Cap Arah x

Berat P di baris tegak lurus sumbu x ($\sum P$) :

$$\sum P = P_2 + P_3 + P_4$$

$$= 115,25 \text{ ton} + 115,11 \text{ ton} + 114,97 \text{ ton}$$

$$= 345,33 \text{ ton}$$

Momen 1 baris di tegak lurus sumbu x (M_u) :

$$M_u = \{((P_2 \cdot x_1) + (P_3 \cdot x_2) + (P_4 \cdot x_3)) - (\frac{1}{2} \cdot q_u \cdot x^2)\}$$

$$= \{(115,25 \times 3,675) + (115,11 \times 7,675) + (114,97 \times 11,675)\} - (\frac{1}{2} \times 49,23 \times 13,675^2)$$

$$= ((423,54 + 883,47 + 1342,27) - 4603,14)$$

$$= 2189,29 \text{ ton.m (arah ke kiri)}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \times \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$\begin{aligned}\text{dimana untuk } \beta &= 0,85 \\ &= \frac{0,85 \times 50 \times 0,85}{400} \times \left[\frac{600}{600 + 400} \right]\end{aligned}$$

$$= 0,090 \times 0,6$$

$$= 0,054$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \cdot \rho_{\text{bal}}$$

$$= 0,75 \times 0,054$$

$$= 0,0405$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

$$= \frac{400}{0,85 \cdot 50} = 9,412$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d_1^2} \text{ untuk } \phi = 0,8 \text{ dan } d_1 = 1362,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{2189,29 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times (1362,5^2)} \\ &= 1,474\end{aligned}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$

$$= \frac{1}{9,412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,412 \times 1,474}{400}} \right]$$

$$= 0,106 (1 - \sqrt{0,930})$$

$$= 0,0037$$

$\rho > \rho_{\text{min}}$, maka dipakai $\rho = 0,0037$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d_1 \\ &= 0,0037 \times 1000 \times 1362,5 \\ &= 5041,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D29 mm

Sehingga jumlah tulangan (n_{besi}) = (A_s / A_{sD29})

$$\begin{aligned} \text{dan } A_{sD29} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 29^2 \\ &= 660,185 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maka } n_{\text{besi}} &= 5041,25 \text{ mm}^2 / 660,185 \text{ mm}^2 \\ &= 7,636 \text{ buah} = 8 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi, arah x digunakan tulangan D29-100 mm dengan $A_s = 6601,85 \text{ mm}^2 > 5041,25 \text{ mm}^2$ (memenuhi).

6. Penulangan pile cap arah y

Berat P baris di tegak lurus sumbu y (ΣP)

$$\begin{aligned} \Sigma P &= P_2 + P_3 + P_4 \\ &= 115,25 \text{ ton} + 115,11 \text{ ton} + 114,97 \text{ ton} \\ &= 345,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

Momen 1 di baris tegak lurus sumbu y (M_u) :

$$\begin{aligned} M_u &= \{((P_2 \cdot y_1) + (P_3 \cdot y_2) + (P_4 \cdot y_3)) - \\ &(\frac{1}{2} \cdot q_u \cdot y^2)\} \\ &= \{((115,25 \times 3,675) + (115,11 \times 7,675) + \\ &(114,97 \times 11,675)) - (\frac{1}{2} \times 49,23 \times 13,675^2)\} \\ &= ((423,54 + 883,47 + 1342,27) - 4603,14) \\ &= 2189,29 \text{ ton.m (arah ke kiri)} \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \times \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

dimana untuk $\beta = 0,85$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,85 \times 50 \times 0,85}{400} \times \left[\frac{600}{600 + 400} \right] \\ &= 0,090 \times 0,6 \\ &= 0,054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_{\text{bal}} \\ &= 0,75 \times 0,054 \\ &= 0,0405 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} = 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 50} = 9,412 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d_2^2} \text{ untuk } \phi = 0,8 \text{ dan } d_2 = 1337,5 \text{ mm} \\ &= \frac{2189,29 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times (1337,5^2)} \\ &= 1,53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{9,412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,412 \times 1,53}{400}} \right] \\ &= 0,106 (1 - \sqrt{0,928}) \\ &= 0,0038 \end{aligned}$$

$\rho > \rho_{\text{min}}$, maka dipakai $\rho = 0,0038$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d_2 \\ &= 0,0038 \times 1000 \times 1337,5 \\ &= 5082,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D29 mm

Sehingga jumlah tulangan (n_{besi}) = (A_s / A_{sD29})

$$\begin{aligned} \text{dan } A_{sD29} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 29^2 \\ &= 660,185 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maka } n_{\text{besi}} &= 5082,5 \text{ mm}^2 / 660,185 \text{ mm}^2 \\ &= 7,698 \text{ buah} = 8 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi, arah y digunakan tulangan D29-100 mm dengan $A_s = 6601,85 \text{ mm}^2 > 5082,5 \text{ mm}^2$ (memenuhi).

7. Penurunan (Settlement)

Rumus perhitungan penurunan total tiang tunggal adalah :

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

$$\begin{aligned} S_1 &= (Q_b + \alpha \cdot Q_s) L / A_b \cdot E_p \\ &= (87,893 + 0,67 \cdot 28,497) 14 / 0,4 \cdot 0,4 \cdot \\ &4700 \cdot \sqrt{50} \\ &= 0,276 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S2 &= C_p \cdot Q_b / D \cdot q_p \\ &= 0,03 \cdot 87,893 / 0,4 \cdot 114,97 \\ &= 0,057 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S3 &= (Q_s / p \cdot L) \times D / E_s \times (1 - \mu_s^2) \times I_{ws} \\ &= (28,497 / 2 \cdot (0,4 + 0,4) \cdot 14) \times 0,4 / 300 \times \\ &\quad (1 - 0,3^2) \times 4,07 \\ &= 0,000458 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, total penurunan tiang tunggal adalah

$$S = S1 + S2 + S3$$

$$S = 0,276 + 0,057 + 0,000458$$

$$S = 0,333 \text{ m}$$

Hubungan penurunan antara tiang tunggal dan kelompok tiang adalah :

$$S_g = S \sqrt{B_g/D}$$

$$S_g = 0,333 \sqrt{4/0,4}$$

$$S_g = 1,665 \text{ m}$$

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan dinding tangki minyak kapasitas 10.000 kilo liter dan pondasinya, di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Total beban pada tangki yaitu dari kapasitas isi tangki ditambah beban mati dan beban hidup adalah sebesar 7358,513 ton.
2. Dengan ukuran diameter tangki 30 m dan tinggi 14,442 m sehingga menghasilkan 8 lapisan tangki dengan lapisan pertama sampai ketujuh adalah 2 m dan lapisan kedelapan adalah 0,442 m. Ketebalan pelat dinding tangki ditambah *corrosion allowance* dari susunan pelat terbawah adalah 10, 9, 8, 7, 6, 6, 6, 6 (mm). Sedangkan ketebalan pada pelat atap dan pelat dasar tangki adalah 6 mm dan 7 mm.
3. Ukuran pada pile cap (*poer*) yang diperlukan adalah panjang 32 m x lebar 32 m x tebal 1,5 m. Ukuran tiang pancang 40 cm x 40cm, tiang pancang panjangnya 14 meter, besi tiang pancang beton D29 mm.
4. Daya dukung ultimit pondasi tiang pancang menggunakan data SPT dengan metode Meyerhoff (1956), diperoleh daya dukung ultimit tiang sebesar (Qu) 116,39 ton. Besar daya dukung pondasi tiang pancang grup yang berjumlah 64 tiang.
5. Besarnya penurunan tiang pancang yang terjadi ditinjau pada penurunan tiang tunggal dan tiang kelompok. Pada penurunan tiang tunggal adalah sebesar 0,333 m dan pada tiang kelompok adalah sebesar 1,665 m.

Daftar Pustaka

- ACI Comitte 350, 2001, "*Seismic Design of Liquid Containing Concrete Struvtures and Commentary*", American Concrete Institute.
- API Standard 650 - 10th Edition, 2005, "*Welded Steel Tank for Oil Storage*", Washington D.C.
- Bowles, J.E., 1993, "*Analisa dan Desain Pondasi, Edisi Keempat Jilid 2*", Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E., 1993, "*Analisa dan Desain Pondasi, Edisi Keempat Jilid 2*", Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2007, "*Mekanika Tanah I, Edisi 4*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2010, "*Teknik Pondasi 2*", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mukhanov, K., 1968, "*Design of Metal Structures*", MIR Publishers, Moscow.
- Sholeh, Mochammad, 2008, "*Rekayasa Pondasi I*", Politeknik Negeri Malang, Malang.
- Suyono Soedarsono, Ir. Kazuto Nakazawa, 1984, "*Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Jilid II*", PT.Dainippon Gitakarya, Jakarta.
- Timoshenko, S. Woinowsky, Krieger., 1959, "*Theory of Plates and Shells 2nd Edition*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Widharto, Sri., 2002, "*Inspeksi Teknik Buku 2*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta.



PETUNJUK UNTUK PENULIS (all caps, TNR, 14 pt, bold, centered)

(kosong satu spasi tunggal, 14 pt)

Penulis Pertama¹, Penulis Kedua², dan xxx³ (TNR, 12 pt)

(kosong satu spasi tunggal, 12 pt)

Nama Jurusan, Nama Fakultas, Nama Universitas, Alamat, Kota, Kode Pos, Negara (TNR, 10 pt) pada foot note

(kosong dua spasi tunggal, 12 pt)

Abstrak (TNR, 12 pt, bold)

(kosong satu spasi tunggal, 12 pt)

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris, sedangkan abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia dan untuk naskah dalam bahasa Inggris abstraknya tidak perlu diterjemahkan dalam bahasa Indonesia. Abstrak sebaiknya meringkaskan isi dan kesimpulan dari naskah serta tidak berisi acuan atau tidak menampilkan persamaan dengan jumlah kata tidak lebih 200 kata. (TNR, 10 pt)

(kosong satu spasi tunggal, 12 pt)

Kata-kata kunci: tidak lebih dari 5 kata kunci (TNR, 12 pt, italic)

(kosong tiga spasi tunggal, 12 pt)

1. Pendahuluan (TNR, 12 pt, bold)

(kosong satu spasi tunggal, 10 pt)

Petunjuk penulisan ini dibuat untuk keseragaman format penulisan dan kemudahan untuk penulis dalam proses penerbitan naskah di jurnal ini. Naskah ditulis dengan Times New Roman (TNR) ukuran 10 pt, spasi tunggal, justified dan tidak ditulis bolak-balik pada satu halaman. Naskah ditulis dalam bentuk dua kolom dengan jarak antara kolom 1 cm pada kertas berukuran A4 (21,0 x 29,7) cm dengan margin atas 3,5 cm, bawah 2,5 cm, kiri dan kanan masing-masing 2 cm. Panjang naskah hendaknya tidak kurang dari 5 halaman dan tidak lebih dari 7 halaman termasuk gambar dan tabel.

Judul naskah hendaknya singkat dan informatif serta diusahakan tidak melebihi 3 baris (sebaiknya tidak lebih 14 kata).

(kosong dua spasi tunggal, 10 pt)

2. Metode Penelitian

(kosong satu spasi tunggal, 10 pt)

Naskah disusun dalam 5 subjudul: **Pendahuluan, Metode Penelitian, atau Eksperimen, Hasil Penelitian, Pembahasan, dan Kesimpulan.** Subjudul ditulis dengan huruf besar di awal kata dan diberi nomor dengan angka Arab. **Ucapan Terima Kasih** (apabila ada) diletakkan setelah subjudul **Kesimpulan** dan sebelum **Lampiran** (jika ada) atau **Daftar Acuan**, ditulis dengan huruf besar di awal kata tanpa diberi nomor.

Sebaiknya penggunaan subsubjudul dihindari, apabila diperlukan maka diberi nomor bertingkat dengan angka Arab (1.1., 1.2., ... dst). Jarak antara paragraph adalah satu spasi tunggal. Penggunaan catatan kaki/footnote sebisa mungkin dihindari.

Notasi sebaiknya ringkas dan jelas serta konsisten dengan cara penulisan yang baku. Simbol/lambang ditulis dengan jelas dan dapat dibedakan seperti penggunaan angka 1 dan huruf l (juga angka 0 dan huruf O) perlu dibedakan dengan jelas. Penggunaan singkatan harus dituliskan secara lengkap pada saat disebutkan pertama kali. Istilah asing ditulis dengan huruf *italic*.

3. Tinjauan Pustaka

(kosong satu spasi tunggal, 10 pt)

Berisikan dasar teoritis yang mendukung penelitian

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penulisan hasil penelitian dapat berupa tabulasi atau ilustrasi gambar. Tabel ditulis dengan TNR 10 pt dan diletakkan berjarak satu spasi tunggal di bawah judul tabel. Judul tabel ditulis dengan TNR 9 pt bold centered dan ditempatkan di atas tabel.

Tabel 1. Berat pelat sebelum dan sesudah percobaan

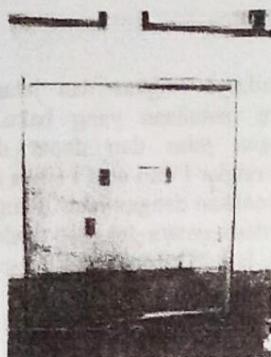
No	Berat awal (gr)	Berat sesudah (gr)	Berat hilang W (gr)
1	15.1861	15.162	0.0241
2	14.7338	14.7154	0.0184
3	16.1769	16.1671	0.0098

Jarak tabel dengan paragraf adalah satu spasi tunggal. Tabel diletakkan segera setelah penunjukannya dalam naskah. Kerangka tabel menggunakan garis setebal 1 pt. Apabila tabel memiliki lajur yang cukup banyak, dapat digunakan format satu kolom pada setengah atau satu halaman penuh. Jika judul pada setiap lajur tabel cukup panjang dan rumit maka lajur diberi nomor dan

keterangannya diberikan di bagian bawah tabel. Tabel diletakkan pada posisi paling atas atau paling bawah dari setiap halaman dan jangan diapit oleh kalimat.

Gambar ditempatkan simetris dalam kolom berjarak satu spasi tunggal dari paragraf. Gambar diletakkan pada posisi paling atas atau paling bawah dari setiap halaman dan jangan diapit oleh kalimat.

Apabila ukuran gambar melewati lebar kolom maka gambar dapat ditempatkan dengan format satu kolom. Gambar diletakkan segera setelah penunjukannya dalam naskah. Gambar diberi nomor dan diurut dengan angka Arab. Keterangan gambar diletakkan di bawah gambar dan berjarak satu spasi tunggal dari gambar. Penulisan keterangan gambar menggunakan huruf *TNR 9 pt bold centered*.



Gambar 1 Set-up Moisture Room

Persamaan reaksi atau matematis diletakkan simetris pada kolom, diberi nomor secara berurutan yang diletakkan di ujung kanan dalam tanda kurung. Apabila penulisan persamaan lebih dari satu baris maka penulisan nomor diletakkan pada baris terakhir. Penggunaan huruf sebagai simbol matematis dalam naskah ditulis dengan huruf miring (*italic*) seperti x . Penunjukkan persamaan dalam naskah dalam bentuk singkatan seperti Pers. (1) atau Pers. (1-5).

$$AG_g = AG_x = \rho_g u_g A_g = \rho_g u_g \alpha A \quad (1)$$

$$AG_l = AG(1-x) = \rho_l u_l A_l = \rho_l u_l (1-\alpha)A \quad (2)$$

Dari Pers. (1) dan (2) didapat fraksi hampa:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \left(\frac{(u_g(1-x))\rho_g}{u_l x \rho_l} \right)} \quad (3)$$

Penurunan persamaan matematis atau formula tidak perlu dituliskan keseluruhannya secara detil, cukup diberikan bagian yang terpenting, metode yang digunakan dan hasil akhirnya.

5. Kesimpulan

Memuat pernyataan singkat dan jelas mengenai kesimpulan akhir yang mengacu kepada masalah dan pencapaian tujuan. Sebaiknya pernyataan dalam kesimpulan bersifat kualitatif dan bukan kuantitatif.

Daftar Pustaka

Penulisan daftar acuan disesuaikan dengan cara yang dipakai. Ada dua cara dalam penulisan acuan yaitu, menggunakan cara **Harvad** (nama tahun) dan **Vancouver** (nomor, tahun). Penggunaan cara harus konsisten. Acuan yang terdapat dalam tubuh tulisan harus tertulis dalam daftar acuan, sebaliknya yang tertulis pada daftar acuan harus dirujuk didalam tubuh tulisan. Gunakan acuan yang muktahir, diutamakan acuan **primer** (journal dan prosiding) dan hindarkan acuan sekunder (teks book, diktat, dll.).

PENGAJUAN NASKAH

Naskah yang diajukan oleh penulis merupakan karya ilmiah orisinil, belum pernah diterbitkan dan tidak sedang diajukan untuk diterbitkan di tempat lain (dibuktikan dengan pernyataan penulis secara tertulis). Penulis yang mengajukan naskah telah memiliki hak yang cukup untuk menerbitkan naskah tersebut. Untuk kemudahan komunikasi, penulis diminta memberikan alamat surat menyurat dan e-mail, nomor telepon dan fax yang dapat dihubungi.

Penulis mengirim 3 (tiga) eks. naskah *hard copy* dan versi elektroniknya dalam disket 3.5" atau CD ke kantor editor. Nama file, judul dan nama-nama penulis naskah dituliskan pada label disket atau CD. Disket atau CD harus selalu disertai dengan versi cetak dari naskah dan keduanya harus memuat isi yang sama. Naskah dipersiapkan dengan menggunakan pengolah kata *MS Word for Windows 6.0* atau versi yang lebih baru.