

PEMILIHAN FIXED HEAD ATAU FREE HEAD DALAM DESAIN FUNDASI TANGKI REAKTOR KAP. 2000 M³ PILOT PLANT BIOGAS POME SETARA 700 KW DI PTPN V RIAU

oleh :

Samdi Yarsono, Lan Marrakup TN, Ika Wulandari, Eva Nur Septinia, Giman

Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain, BPPT

Email : samdi.yarsono@bppt.go.id

Mohammad Imamuddin, Juda Suwandi, Basit Al Hanif

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email : imamuddin@umj.ac.id

Abstrak : Kebutuhan energi terbarukan di Indonesia sangatlah penting, saat ini sumber energi terbarukan persinya relatif kecil. BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) dalam kegiatannya melakukan pembangunan *pilot plant* Biogas Pome setara 700 kW berkerjasama dengan PTPN V (PT. Perkebunan Nusantara V) dengan sistim tangki berpengaduk secara kontinu yang mana hasil gas tersebut dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler pabrik PMKS di sei pagar. Metode pemilihan pondasi tangki reaktor dengan kapasitas 2000m³, kami melakukan perbandingan perhitungan antara menggunakan *free head* atau *fix head* dengan memakai diameter 50cm dan 60cm dengan melihat banyaknya jumlah, diameter *pile* dan ketebalan mat yang digunakan. Diameter rencana tangki reactor direncanakan berukuran 16.8m dengan ketinggian 9m, dengan beban tangki sekitar 2174.2ton dan berdasarkan data dari *soil test* didapat nilai N-SPT di kedalaman 10-15m, untuk itu kami merumuskan bahwa fundasi *pile* yang kita pilih. Perbandingan *fix and free head* pada *pile* ukuran 50cm dimana perbedaan *fix and free head* 44 berbanding 65, dengan ketebalan mat foundation 1.1m berbanding 0.6m sedangkan dengan menggunakan diameter 60cm jumlah *pile* 32 berbanding 50 dengan ketebalan mat 1.3m berbanding 0.6m. Dari analisa tersebut dengan memperhatikan kekuatan dan keekonomisan maka dipilih *pile* dengan diameter 50cm dengan menggunakan *free head*.

Kata kunci : *fix and free head*, diameter 50cm, diameter 60cm, mat, ekonomis

Abstract : The need for renewable energy in Indonesia is very important, currently the source of renewable energy is relatively small. BPPT (Agency for Assessment and Application of Technology) in its activities to build a Biogas Pome pilot plant equivalent to 700 kW in collaboration with PTPN V (PT. Perkebunan Nusantara V) with a continuous stirred tank system in which the results of the gas are used as fuel for PMKS plant boilers in sei pagar area. The method of selecting the foundation of the reactor tank with a capacity of 2000m³, we made a comparison between using free head or fix head using 50cm and 60cm diameters by looking at the number, pile diameter and thickness of the mat used. The planned diameter of the reactor tank is 16.8m with a height of 9m, with a tank load of around 2174.2 tons and based on data from the soil test N-SPT values obtained at a depth of 10-15m, for that we formulate that the pile foundation that we choose. Comparison of fix and free head on a 50cm pile size where the difference of fix and free head 44 to 65, with a mat thickness of foundation 1.1m to 0.6m while using a diameter of 60cm the number of piles of 32 to 50 with mat thickness 1.3m to 0.6m. From this analysis by taking into account the strength and economics, a pile with a diameter of 50cm is selected using the free head.

Keywords : fix and free head, 50cm diameter, 60cm diameter, mat, economical

Pendahuluan

Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) adalah bioreaktor kimia yang berbentuk tabung yang berbentuk silinder dirancang untuk melakukan produksi biogas. CSTR ini adalah waktu retensi dapat diperpendek dan kontak dengan POME lebih mudah. Dengan kapasitas tangki *reactor* 2000 m³. Perencanaan tipe pondasi sangat lah penting, pondasi ini di desain menggunakan pondasi dalam dengan menggunakan tiang pancang dengan sistem *free head* atau *fix head* dengan melihat ekonomian dan waktu pemasangan.

Tujuan Dan Keluaran

Tujuan dari studi ini adalah:

- Melakukan kajian perhitungan fundasi dalam dengan sistem *free head* dan *fix head*
- Melakukan analisa ekonomian yang terbaik dalam ke 2 sistem tersebut

Keluaran Yang Ditargetkan:

- Kajian teknis perhitungan analisa fundasi dalam *free head* dan *fix head*
- Kajian perbandingan ekonomian antara sistem *free head* atau *fix head*

Metodologi Dan Tahapan Kegiatan:

Metodologi dan Tahapan Kegiatan yang dilakukan dalam studi kajian ini, meliputi:

- Melakukan Studi Literatur mengenai sistim perhitungan fundasi *pile* dengan cara *free head* dan *fix head*;
- Merumuskan data beban dan data tanah;
- Melakukan perbandingan perhitungan analisa fundasi *pile* antara *free head* dengan *fix head*;
- Menyusun rekomendasi dari hasil perhitungan *pile free head* dengan *fix*

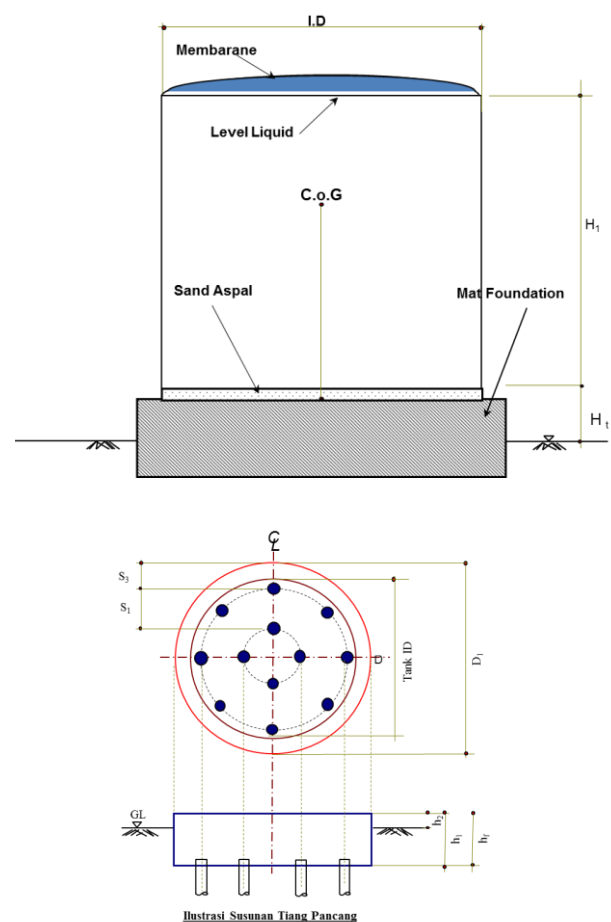
head dengan tetap mengikuti standar keamanan bangunan.

Perencanaan Tangki Reactor CSTR Kapasitas 2000 m³

Pekerjaan fundasi reaktor ini terdiri dari 2 item pekerjaan antara lain :

- Fundasi *Pile*
- MAT Fundasi

Desain fondasi reaktor kapasitas 2000 m³ tahun seperti gambar di bawah ini pada gambar 1.



Gambar 1. Desain fundasi tangki *reactor*

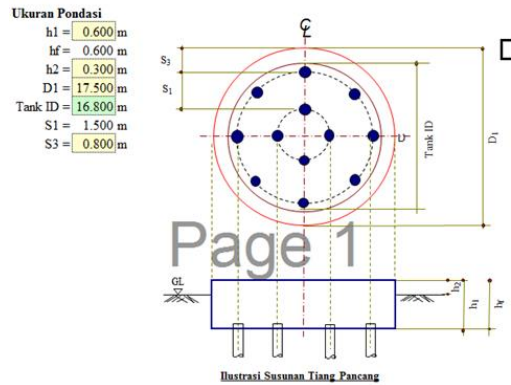
Direncanakan diameter tangki = 16.8m, dengan tinggi 9m, dimana C.o.G = 4.5m.

Analisa Fundasi Pile

Data pembebanan terdiri atas berat tangki itu sendiri dan berat saat operasional sebagai berikut:

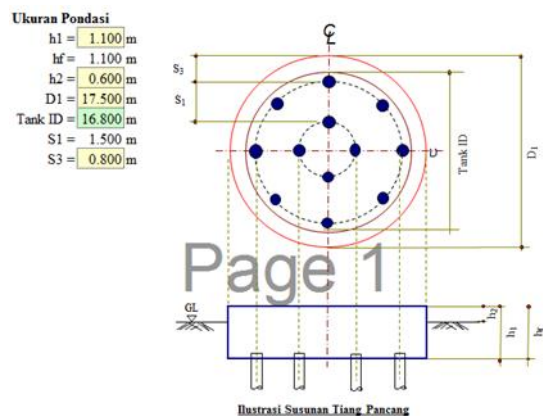
- Berat kosong = 91.8 ton
- Berat operasi = 1811.8 ton
- Berat test = 2174.2 ton

Data rencana ukuran pondasi dengan *free head* dan *fix head* dilakukan percobaan rencana dengan menggunakan diameter *pile* 50cm dan 60cm. Rencana pondasi dengan ukuran pile diameter 50cm dengan *free head*, bisa dilihat pada gambar 2 dibawah ini:



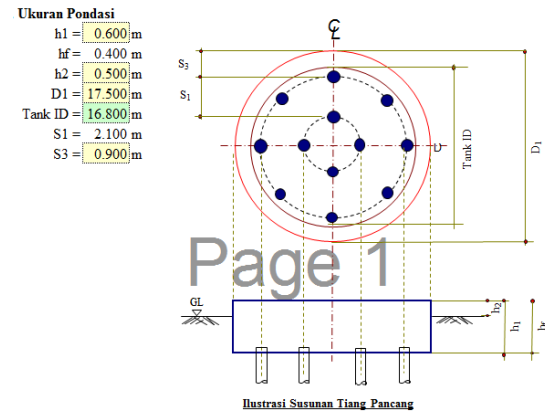
Gambar 2. Ukuran Pondasi dengan diameter 50cm Free Head

Desain pondasi dengan *fix head* seperti pada gambar 3 dibawah ini:



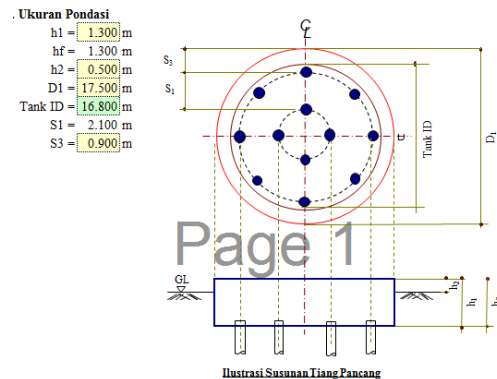
Gambar 3. Ukuran Pondasi dengan diameter 50cm Fix Head

Desain pondasi diameter 60cm dengan *free head* seperti pada gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Ukuran Pondasi dengan diameter 60cm Free Head

Desain pondasi diameter 60cm dengan *fix head* seperti pada gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5. Ukuran Pondasi dengan diameter 60cm Fix Head

Dari rencana desain pondasi *pile* diameter 50cm dan 60cm, dengan *free dan fix head*, didapat ukuran paling ekonomis dengan menggunakan *free head* dengan ketebalan pile head 60cm, sedangkan dengan *fix head* 1,1m dan 1.3m.

Analisa Perhitungan Pondasi

- Berat volume beton (γ_c) = 2.40 t/m³
- Berat volume tanah (γ_s) = 1.70t/m³
- Berat Ring Wall (Wrw) = 0.0 ton
- Berat Footing (Wft) = 750.45 ton
- Berat tanah di atas Footing (Ws) = 0.00 ton
- Total Berat Pondasi (Wf) = Wrw + Wft + Ws = 750.4ton

Perhitungan Momen Guling

Momen Guling Akibat Beban Angin (Mw) $M_w = M_1 + H_1 \times h_f = 41.62 \text{ tm}$ (Empty Condition)

Momen Guling Akibat Beban Gempa (Me) $M_e = M_2 + H_2 \times h_f = 2147.9 \text{ tm}$ (Operating Condition)

Gaya Geser dan Momen Guling Akibat Gempa pada Pondasi (Mef)

Koefisien Gempa, $C_s = SDS/R/I = 0.204$

$H_{ef} = C_o \times W_f = 153.39 \text{ ton}$

$M_{ef} = C_o \times W_f \times h_f/2 = 99.70 \text{ tm}$ (Kondisi Operasi)

Beban Kombinasi Tidak Berfaktor di Bawah Footing

1. Kosong : D+E(E)
2. Kosong + Angin : D+E(E)+W
3. Normal / Operasi : D+E(O)
4. Normal / Operasi + Angin : D + E(O) + W
5. Normal / Operasi + Gempa : D + E(O) + V
6. Test : D + E(T)
7. Test + Angin : D + E(T) + 0.25W

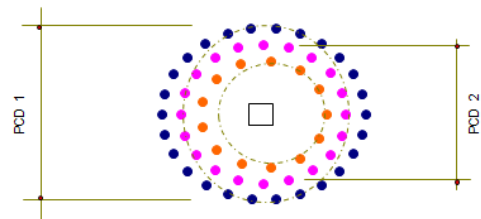
dimana :

- D = Beban Mati = Berat Pondasi (Wf)
- E(O) = Beban Operasi
- W = Beban Angin
- V = Beban Gempa
- E(E) = Kosong / Erektion
- E(T) = Beban Test

Analisa Desain Pondasi Pile

Susunan Tiang Pancang

- Diameter pile : $\phi_p = 0.5 \text{ m}$
 - Panjang pile : $L = 12 \text{ m}$
 - Jarak antar PCD, $S_1 = n \times D, n = 3.0$ (2.5~7 ϕ_p)
 - Jumlah PCD (n) = 4
 - $PCD_1 = 15.90 \text{ m}$
 - Jumlah pile pada PCD_1 : (n1) = 26 pcs
 - $PCD_2 = 12.90 \text{ m}$
 - Jumlah Pile pada PCD_2 : (n2) = 20 pcs
 - $PCD_3 = 9.90 \text{ m}$
 - Number of piles in PCD_3 : (n3) = 13 pcs
 - $PCD_4 = 6.90 \text{ m}$
 - Number of piles in PCD_4 : (n4) = 6.00 pcs
-
- Jumlah total piles (n_p) = 65 pcs



Gambar 6. Analisa detail pondasi pile

Dari rencana desain pondasi free head dengan diameter 50cm didapat jumlah pile 65 pcs. Perhitungan jumlah pondasi pile dengan free dan fix head seperti pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Jumlah Pile

Diameter Pile	Analisa Pondasi	
	Fix Head	Free Head
50cm	44	65
60cm	32	50

Panjang pile yang direncanakan 12m berdasarkan rekomendasi dari hasil *soil test*.

Selanjutnya melakukan perbandingan analisa biaya dari desain yang sudah dilakukam baik menggunakan *free head* maupun *fix head*.

Dimana penawaran harga pile sampai dilokasi didapat dari PT.Kunango Jantan, Pekanbaru, Riau seperti pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Harga Pile

Ukuran	Qty	Harga Satuan (Rp.)	Harga Total (Rp.)
Spun Pile 50cm	44	596.000	314.688.000
Spun Pile 50cm	65	596.000	387.000.000
Spun Pile 60cm	32	754.000	289.000.000
Spun Pile 60cm	50	754.000	452.000.000

Untuk harga pemancangan bisa dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Harga Pemancangan

Ukuran	Qty	Harga Satuan (Rp.)	Harga Total (Rp.)
Spun Pile 50cm	44	175.000	92.500.000
Spun Pile 50cm	65	175.000	136.500.000
Spun Pile 60cm	32	350.000	134.400.000
Spun Pile 60cm	50	350.000	210.000.000

Untuk harga mobilisasi alat pancang jika menggunakan diameter 50cm, harga angkut Rp. 40.000.000 sedangkan menggunakan

alat pancang dengan menggunakan diameter 60cm, harga angkut Rp. 57.400.000.

Untuk harga head pile bisa dilihat pada tabel 4 dibawah ini, dengan menggunakan K250 dengan diameter tulangan 22mm, dimana diameter pondasi 17.5m.

Tabel 4. Harga Head Pile

Ukuran	Qty	Harga Satuan (Rp.)	Harga Total (Rp.)
Spun Pile 50cm	1.3m	2.328.125	727.604.541
Spun Pile 50cm	0.6m	2.328.125	335.814.596
Spun Pile 60cm	1.1m	2.328.125	615.665.381
Spun Pile 60cm	0.6m	2.328.125	335.814.596

Dari hasil analisa rencana anggaran pekerjaan pondasi tangki reaktor bisa dapat disimpulkan pada tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Perbandingan Harga Pondasi *Fix Head* dan *Free Head*

Ukuran	Harga Pile	Harga Head Pile	Harga Total
Spun Pile 50cm	407.188.000	727.604.541	1.134.792.541
Spun Pile 50cm	523.500.000	335.814.596	859.314.000
Spun Pile 60cm	423.400.000	615.665.381	1.040.065.381
Spun Pile 60cm	662.000.000	335.814.596	997.814.596

Maka berdasarkan harga total yang akan di keluarkan dalam kegiatan pekerjaan pondasi reactor di sei pagar, Riau maka menggunakan spun pile dengan diameter 50cm dengan kedalaman 12m sebanyak 65 batang.

Kesimpulan

Dari kajian diatas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Analisa pondasi yang diambil adalah diameter spun pile 50cm dengan panjang 12m dengan jumlah pile sebanyak 65.

2. Nilai harga total pekerjaan pondasi senilai Rp. 859.314.000.
3. Menentukan perhitungan pondasi pile apakah free head atau fix head dengan selalu memperhitungkan data yang ada dan kondisi tanah sangat lah penting dalam perencanaan yang akan di ambil lihat dari segi kekuatan struktur dan keekonomian biaya.
4. Lihat kondisi lapangan dalam perencanaan pondasi, bukan karena jumlah pile saya yang sedikit tapi biaya pemancangan sangat mempengaruhi total biaya pemancangan.

Daftar Pustaka

- SNI 2847 : 2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
- ASCE 7-05. Minimum Design Loads for Buildings and other structures ACI 318-05. Building Code Requirements for Reinforced Concrete ACI 315. Standard Practice for Detailing Concrete Structure
- SNI 1726 : 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
- SNI 1727 : 2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
- SNI 2847 : 2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
- SNI 1729 : 2015. Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- ASME Section 8 Div.1 : Pressure Vessel
- AISC-ASD 9th. Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structure Steel for Building Allowable Stress Design
- Laporan Kemajuan. Konstruksi Pondasi Pilot Plant Biogas Pome 700kW. Insinas Flagship. 2019
- PT Kunango Jantan. Penawaran Harga Pile, Pekanbaru 01 April 2019.