

**ANALISA PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG BETON
BERTULANG DENGAN PIPA BAJA SECHEDULE PADA PEMBANGUNAN
GEDUNG KANTOR TERMINAL OIL PT. MIGAS MANDIRI PRATAMA
KALIMANTAN TIMUR**

Saniah

Saniah, Analisa Perbandingan Pondasi Tiang Pancang Beton Bertulang dengan Pipa Baja Sechedule Pada Pembangunan Gedung Kantor Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur, di bawah bimbingan Purwanto, S.T., M.T dan Achmad Munajir, S.T., M.T

Pembangunan bangunan kantor Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur ini mempunyai struktur atas berupa beton bertulang, dan bagian bawah pondasi tiang pancang. Kekokohan dan kestabilan sebuah struktur tidak hanya ditentukan oleh kemampuan struktur atas (upper structure) dan menahan gaya-gaya yang bekerja. Selain kemampuan struktur atas, kekuatan struktur bawah (sub structure) juga harus diperhitungkan agar mampu mendukung seluruh beban yang ada baik karena gaya luar maupun karena berat struktur itu sendiri.

Sebuah konstruksi akan mengalami kehancuran atau kegagalan apabila beban yang ada tidak mampu diterima oleh struktur penahannnya, dalam hal ini sangat diperlukan perhitungan pondasi yang benar dan pemilihan pondasi yang tepat untuk menahan konstruksi tersebut.

Pondasi adalah komponen struktur yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (upper structure) ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. Tanpa pondasi yang kuat akan membahayakan bangunan di atasnya, karena akan mengalami keruntuhan atau bahaya-bahaya yang lainnya, sehingga pondasi perlu direncanakan dengan teliti, dengan pemilihan jenis pondasi yang tepat.

Kata kunci : Pondasi, Tiang Pancang Beton Bertulang, Tiang Pancang Baja

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Kebutuhan manusia akan sumber energi minyak bumi kian meningkat, sesuai dengan dinamika sosial ekonomi masyarakat dan mengikuti laju pertumbuhan penduduk. Karena dengan adanya peningkatan kebutuhan Bahan Bakar dari Olahan Minyak Bumi, baik itu untuk keperluan bahan bakar kendaraan Pribadi, Kendaraan Umum, industry, kebutuhan umum lainnya, maka timbulah usaha – usaha untuk penyediaan Minyak dan Gas yang memenuhi syarat baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

Perencanaan suatu bangunan diawali dengan kegiatan penyelidikan tanah dengan tujuan untuk mendapatkan data teknik tanah yang sangat di perlukan sebagai dasar pertimbangan dalam perencanaan pondasi bangunan. Penyelidikan tanah di laksanakan di lapangan dan di lanjutkan dengan tes laboratorium.

Di Indonesia sering terjadi penurunan tanah pada jaringan jalan, pengairan dan daerah pemukiman. Karena di Indonesia terdapat perbedaan lapisan tanah di setiap daerah, begitu juga di daerah Kalimantan Timur (KALTIM) khususnya di Kota Samarinda. Kota Samarinda yang mempunyai Luas Wilayah 718.23 KM² yang tidak luput dari bencana turunnya tanah di daerah rawa, pengairan maupun di daerah pemukiman padat penduduk. Lokasi Jalan Haji. Emboen Suryana Kelurahan Sungai Kapih, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda Provinsi Kaltim.

Pondasi tiang pancang adalah batang yang relative panjang dan langsing yang digunakan untuk menyalurkan beban pondasi melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah kelapisan tanah keras yang mempunyai kapasitas daya dukung tinggi yang relative cukup dalam dibanding pondasi dangkal. Daya dukung tiang pancang diperoleh dari daya dukung ujung (end bearing capacity) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang, dan daya dukung geser atau selimut (friction bearing capacity) yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya adhesi antara tiang pancang dan tanah di sekelilingnya.

Hasil penyelidikan tanah merekomendasikan bahwa Bangunan Gedung Kantor Terminal Oil PT. Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur yang terdiri dari 5 lantai di sarankan untuk mempertimbangkan menggunakan pondasi dalam berupa “Tiang Pancang” sampai dengan kedalaman 29.00 Meter. Dalam kasus ini penulis bermaksud membanding tiang pancang berdasarka jenis-jenisnya untuk diaplikasikan pada perencanaan bangunan.

Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, dibuat suatu rumusan masalah yang digunakan sebagai pertanyaan penelitian (research question) adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakan perbandingan kapasitas daya dukung pondasi antara pondasi tiang pancang beton bertulang dengan pondasi tiang pancang baja schedule pada Gedung Kantor Terminal Oil PT. Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur ?
2. Berapakan besar biaya yang dibutuhkan dari setiap jenis pondasi yang akan direncanakan untuk Gedung Kantor Terminal Oil PT. Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur ?
3. Jenis pondasi manakah yang paling ekonomis dan efisien untuk konstruksi pekerjaan Gedung Kantor Terminal Oil PT. Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur ?

Batasan Masalah

Berdasarkan masalah dalam penelitian ini dibutuhkan agar pembahasan tidak keluar dari tujuan awal yang ingin dicapai. Berikut ini adalah yang menjadi batasan masalah dalam Tugas Akhir ini pada penulisan agar ruang lingkupnya tidak terlalu meluas, antara lain:

1. Penelitian dilakukan hanya sampai tahap perencanaan menganalisa kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang beton bertulang dengan pondasi tiang pancang baja schedule.
2. Tiang pancang beton bertulang yang di gunakan adalah jenis spun pile berdiameter 60 cm.
3. Tiang pancang baja yang digunakan adalah jenis pipa schedule berdiameter 60 cm tebal 2,8 mm.
4. Hanya menghitung 1 titik pondasi dengan nilai beban axial terbesar.

Maksud Dan Tujuan

Maksud dan Tujuan dari studi ini adalah untuk merencanakan pondasi, Kedalaman Tiang Pancang dan Menentukan Kontruksi Struktur yang Tepat untuk pembangunan Gedung kantor Terminal Oil PT. Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur agar tidak terjadinya penurunan tanah.

Manfaat Penelitian

1. Mengetahui bagaimana merencanakan pondasi tiang pancang beton bertulang pada pembangunan gedung kantor.
2. Mengetahui bagaimana merencanakan pondasi tiang pancang baja schedule pada

pembangunan gedung kantor.

3. Mengetahui besar biaya yang dibutuhkan untuk masing-masing jenis pondasi yang akan direncanakan pada bangunan gedung.
4. Mengetahui ekonomis dan efisien mana dari jenis pondasi yang akan direncanakan untuk bangunan gedung kantor.

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur Bangunan Atas

Struktur atas adalah struktur bangunan dalam hal ini adalah gedung yang secara visual berada di atas tanah yang terdiri dari struktur sekunder seperti pelat, tangga, *lift*, balok anak dan struktur utama yaitu kesatuan antara kolom dan balok. Perencanaan struktur portal utama direncanakan dengan menggunakan prinsip *strong column weak beam*, dimana sendi-sendi plastis diusahakan terletak pada balok- balok.

Merancang dan Menganalisa Struktur dengan Menggunakan Software ETABS

Sejarah Program ETABS merupakan program analisis struktur yang dikembangkan oleh perusahaan *software Computers and Structures, Incorporated (CSI)* yang berlokasi di Barkeley, California, Amerika Serikat. Berawal dari penelitian dan pengembangan riset oleh Dr. Edward L. Wilson pada tahun 1970 di University of California, Barkeley, Amerika Serikat, maka pada tahun 1975 didirikan perusahaan CSI oleh Ashraf Habibullah.

Pondasi

Pondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban menuju lapisan tanah pendukung dibawahnya. Dalam struktur apapun, beban yang terjadi baik yang disebabkan oleh berat sendiri ataupun akibatbeban rencana harus disalurkan ke dalam suatu lapisan pendukung dalam hal ini adalah tanah yang ada dibawah struktur tersebut.

Pondasi Dangkal (*Shallow Foundation*)

Pondasi jenis ini biasanya dilaksanakan pada tanah dengan kedalaman tanah tidak lebih dari 3 meter atau sepertiga dari lebar alas pondasi. Dengan kata lain, pondasi ini diterapkan padah tanah yang keras atau stabil yang mendukung struktur bangunan yang tidak terlalu berat dan tinggi, dengan kedalaman tanah keras kurang dari 3 meter.

Pondasi Dalam (*Deep Foundation*)

Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 meter dibawah elevasi permukaan tanah.

Pengertian Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang dipergunakan pada tanah-tanah lembek, tanah berawa, dengan kondisi daya dukung tanah (σ tanah) kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi sangat dalam.

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah (Bowles, 1991).

Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dari hasil CPT

Diantara perbedaaan tes dilapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah.

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_b + f \cdot A_s$$

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{\text{ijin}} = \frac{qc \times Ac}{3} + \frac{JHL \times K11}{5}$$

Tahanan Tanah Aksial Berdasarkan Data Bor Tanah (Menurut Skempton)

$$P_b = A_b \times c_b \times N_c$$

Faktor Aman

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud :

- Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
- Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
- Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5}$$

Perhitungan Gaya Lateral

Tahanan tanah ultimit tiang yang terletak pada tanah kohesif atau lempung ($\phi = 0$) bertambah dengan kedalamannya, yaitu dari $2C_u$ dipermukaan tanah sampai $8 - 12 C_u$ pada kedalaman kira-kira 3 kali diameter tiang. Broms mengusulkan cara pendekatan sederhana untuk mengestimasi distribusi menahan tekanan tanah yang menahan tiang dalam lempung. Yaitu, tahanan tanah dianggap sama dengan nol dipermukaan tanah sampai kedalaman 1,5 kali diameter tiang ($1,5 d$) dan konstan sebesar $9 C_u$ untuk kedalaman yang lebih besar dari $1,5 d$ tersebut.

Penurunan / Konsolidasi

Kondisi tanah yang didominasi oleh tanah pasir sehingga penurunan yang terjadi adalah penurunan segera (*elastic*). Penurunan segera terjadi pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus kering (tidak jenuh) terjadi segera setelah beban bekerja. Penurunan ini bersifat elastis, dalam praktek sangat sulit diperkirakan besarnya penurunan ini. Penurunan segera ini banyak diperhatikan pada fondasi bangunan yang terletak pada tanah granuler atau tanah berbutir kasar (Herman, 2014).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jalan Haji. Emboen Suryana Kelurahan Sungai Kapih, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda Provinsi Kaltim.

Populasi Dan Sample

Pada analisa ini akan dilakukan penelitian tentang pondasi pembangunan gedung kantor Terminal Oil PT. Migas Mandiri Pratama Kalimantan Timur dengan lebar bangunan 42 meter, panjang bangunan 25 meter, dan jumlah lantai ada 5 lantai.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan meliputi data primer dan sekunder, dimana data Sekunder didapat hasil survey pengukuran topografi yang dilakukan pada lokasi perencanaan dan foto dokumentasi lokasi penelitian, sedangkan data Primer berupa data tanah yang didapat dari hasil sondir yang dilakukan instansi Dinas Pekerjaan umum dan instansi perusahaan konsultan yang telah melakukan survey sebelumnya dilokasi tersebut.

Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam proses pembuatan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari lokasi rencana pembangunan maupun hasil survei yang dapat langsung dipergunakan sebagai sumber dalam perancangan struktur

Teknik Analisa Data

Setelah data-data yang diperlukan diperoleh, kemudian dengan literature yang relevan dan berhubungan dengan pembahasan pada tugas akhir ini serta masukan-masukan dari dosen pembimbing, maka data tersebut diolah dan dianalisis daya dukung pondasi

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa

Merupakan hasil analisa beberapa data yang diperlukan untuk memprediksi besarnya penurunan / settlement yang terjadi. Data-data yang dianalisis antara lain analisis data tanah, analisa beban, analisa daya dukung tanah, analisa tegangan tanah dan analisa tekanan tanah efektif.

Analisis Pembebanan Setruktur

Dalam perencanaan bangunan terdiri dari perencanaan plat atap, plat lantai dan perencanaan tiang pancang. Bangunan yang di rencanakan terdiri dari plat atap dan plat lantai yang di cor secara monolit untuk menahan gaya gravitasi. Dalam perencanaan bangunan meliputi perhitungan beban mati dan beban hidup.

Rekapiulas beban yang bekerja setelah dilakukan perhitungan analisa struktur menggunakan software Etabs 2016 (lampiran 2)

$$P_u / FZ = 2771,2658 \text{ kN}$$

$$P_u / FZ = 277,1265 \text{ Ton}$$

Perhitungan Pondasi Telapak

Data:	P_u	= 277,1265 Ton	\emptyset	= 13.04o
	Mutu beton, $f'c$	= 24,90 MPa	c	= 0,1
	Mutu baja, f_y	= 390 MPa	D_f	= 4 m
	tebal pondasi, h_t	= 0,5 m	γ	= 1,620 Ton/m ³
	Lebar pondasi, L	= 2,4 m		
	Panjang pondasi, B	= 2,4 m		

Kontrol Daya Dukung Pondasi

Beban Yang Bekerja

Total berat beban bekerja = 277,1265 ton

Daya dukung tanah pondasi Telapak sebesar 7,2803 ton/m²

Luasan pondasi adalah 2,4 x 2,4 = 5,75 m²

Kontrol :

Daya dukung pondasi > Beban Bekerja

7,2803 ton/m² < 277,1265 ton..... (Tidak Aman)

Tegangan Yang Terjadi

$$q_o = \frac{\Sigma P}{A} = \frac{277,1256}{5,76} = 48,1121 \text{ ton/m}^2$$

Faktor Keamanan

$$FK = \frac{q_a}{q_o} = \frac{7,2803 \text{ ton/m}^2}{48,1121 \text{ ton/m}^2} = 0,1513$$

Kontrol Kestabilan Struktur

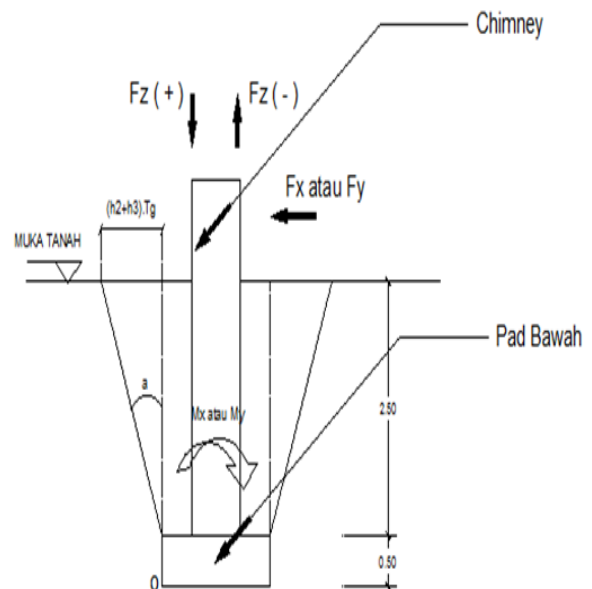
$$F. \text{ Suplift} = \frac{W.Total}{F_z/OLF} \cdot OLF \cdot \text{pondasi Normal} \geq 2$$

$$= \frac{40,2537}{4,79} \cdot 1,5 \geq 2$$

$$= 8,4036 \geq 2 \dots\dots (\text{Ok Aman})$$

$$F. \text{ Geser} = \frac{\Sigma R_h}{\Sigma P_a} = \frac{3,869}{17,495} = 0,2211$$

0,2211 < 1,5 (Tidak Aman)



$$F. \text{ Guling} = \frac{\Sigma M W}{\Sigma M GL} = \frac{8.496}{11.1974}$$

$$= 0.75874 < 1,5 \dots (\text{Tidak Aman})$$

Perhitungan Jumlah Tiang Pancang Beton Spun Pile

Perhitungan Berdasarkan data Sondir

Data Tanah

Pengujian Sondir :

Kedalaman	= 29 m
Jumlah Hambatan Pelekat Jhp	= 1.981.78 kg/cm ² = 198.178,00 kN/m ²
Tahanan Konus Rata-Rata Qc	= 69.61 kg/cm ² = 6.961,00 kN/m ²

Pengujian Boring :

Kedalaman	= 40 m
Berat Volume Tanah g	= 1.7 kg/cm ² = 170 kN/m ²
Sudut Gesek Dalam f	= 11.09 °
Kohesi c	= 0.08 kg/cm ² = 8 kN/m ²
Berat Volume Butiran Padat gs	= 2.59 kg/cm ² = 259 kN/m ²

Jenis Tiang Pancang Beton Bertulang Penampang lingkaran (spun pile)

Panjang Tiang Pancang	= 29 m
Dimensi Tiang Pancang	= 60.000 cm
Kuat Tekan Beton Tiang Pancang	= K 600 = 49.8 Mpa
Berat Beton Bertulang	= 240 kN/m ³

Tahanan Ujung Ultimit Tiang :

$$\begin{aligned}
Q_b &= A_b \cdot f_b \\
&= 0,1571 \cdot 6.969,6 \cdot 98,1 \\
&= 1.074,121 \text{ kPa}
\end{aligned}$$

Tahanan gesek ultimit tiang :

$$\begin{aligned}
Q_s &= \sum A_s \cdot f_s \\
&= \{\pi \cdot 0.6 (5 - 0) \cdot f_{s1}\} + \{\pi \cdot 0.6 (10 - 5) \cdot f_{s2}\} + \{\pi \cdot 0.6 (15 - 10) \cdot f_{s3}\} + \\
&\quad \{\pi \cdot 0.6 (20 - 15) \cdot f_{s4}\} + \{\pi \cdot 0.6 (25 - 20) \cdot f_{s5}\} + \{\pi \cdot 0.6 (29 - 25) \cdot f_{s6}\} \\
&= 0,1571 \cdot 71,58 + 0,1571 \cdot 298,32 + 0,1571 \cdot 268,5 + 0,1571 \cdot 417,66 + 0,1571 \cdot \\
&\quad 357,96 + 0,1571 \cdot 334,128 \\
&= 274,634 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Perhitungan Daya Dukung Ultimate Pondasi Taing Pancang

$$\begin{aligned}
\text{Berat Tiang, } W_p &= 0,1571 \cdot 29 \cdot 24 \\
&= 109,3416 \text{ Kn}
\end{aligned}$$

Kapasitas dukung Ultimit neto :

$$\begin{aligned}
Q_u &= Q_b + Q_s - W_p \\
&= 1.074,121 + 274,634 - 109,3416 \\
&= 1.239,413 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Kapasitas dukung ijin tiang :

$$\begin{aligned}
Q_a &= Q_u / F \\
&= 1.239,413 / 2,5 \\
&= 495,765 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Kapasitas tarik ijin tiang dengan mengambil factor $F=4$:

$$Q_t = (Q_s + W_p) / F$$

$$= (274,634 + 109,3416) / 4$$

$$= 95,993 \text{ Kn}$$

Perhitungan End Bearing pile And Friction Pile

$$Q_{ijin} = \frac{Q_c \times A_p}{SF 1} + \frac{J_{hp} \times f}{SF 2}$$

$$= \frac{69,61 \times 1.571}{3} + \frac{1.981,78 \times 188,4}{5}$$

$$= 111.125,91 \text{ Kg.cm}^2$$

$$= 1.133,94 \text{ kN.m}^2$$

Perhitungan Jumlah Pancang

$$PU = 2.771,266 \text{ kN}$$

$$\text{Pancang titik A} = \frac{PU}{Q_{ijin}}$$

$$Q \text{ Tiang} = \frac{2.771,266}{1.133,94}$$

$$= 2,444 \cong 4 \text{ Tiang}$$

Jarak Tiang

$$S > 2,5 D \rightarrow D > (2,5 \times 60 \text{ cm}) = 150 \text{ diambil} \rightarrow 150 \text{ cm}$$

$$S < 2 \text{ m} \rightarrow 150 < 200 \text{ cm} \rightarrow \text{Ok}$$

Perhitungan Berdasarkan data Boring

$$Q_g = \text{Keliling. Tiang} \cdot \sum \frac{N_i}{2} \times L_i$$

$$= 0,188 \cdot \sum \frac{60}{2} \times 40$$

$$= 225,6 \text{ kN}$$

$$Q_u = Q_d + Q_g - W$$

$$= 117,825 + 225,6 - 150,816$$

$$= 192,609 \text{ kN}$$

Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

$$Q_{ult} = 380 \times N_b \times A_p$$

$$= 380 \times 37,50 \times 0,1571$$

$$= 2.238,675 \text{ Kn.m}^2$$

Daya Dukung yang diizinkan (Q Allowaable)

$$Q_{all} = Q_{ul} / SF$$

$$= 2.238,675 / 2,5$$

$$= 895,428 \text{ kN}$$

Maka Jumlah tiang pancang untuk Beban PU = 2.840,53 kN

$$P \text{ dengan diameter } 60 \text{ cm} = \frac{2.840,53}{895,428} = 3,172 \cong 4 \text{ Tiang}$$

Kontrol Beban Tiang Maksimum

- Jumlah tiang pancang = 4 buah
- Jumlah tiang pancang dalam satu baris arah x ;
 $n_x = 2$ buah
- Jumlah tiang pancang dalam satu baris arah y ;
 $n_y = 2$ buah
- Jarak absis maks, X maks yang didapat dari perhitungan jarak pondasi
 $s = 1,5 \text{ m}$
- Jarak absis maks, Y maks yang didapat dari perhitungan jarak pondasi
 $s = 1,5 \text{ m}$
- Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu y
 $M_y = 1082,28 \text{ kN/m}$
- Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu x
 $M_x = 1,863 \text{ kN/m}$
- Jumlah kuadrat absis tiang pancang

$$X2 = 2 \times 2 (1,5^2) = 9 \text{ m}^2$$

$$Y2 = 2 \times 2 (1,5^2) = 9 \text{ m}^2$$

$$P \text{ max} = \frac{2.771,3}{4} \pm \frac{1,86 \times 1,5}{2 \times 9} \pm \frac{1082,28 \times 1,5}{2 \times 9}$$

$$P \text{ max} = 692,825 + 0,155 + 90,19$$

$$P \text{ max} = 783,17 \text{ kN}$$

Kontrol Beban Maksimum

$$Q \text{ total} > P \text{ max}$$

$$3.156,041 \text{ kN} > 783,17 \text{ kN} \rightarrow \text{Aman}$$

Tahanan ujung nominal tiang pancang Pb

$$\begin{aligned} P_b &= A_b \times c_b \times N_c \\ &= 0,157 \times 10 \times 9 \\ &= 14,139 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tahanan Gesek

$$\begin{aligned} P_s &= \Sigma A_s + C_u + A_d \\ &= 0,157 + 7,845 + 1,053 \\ &= 9,056 \text{ Kn} \end{aligned}$$

Tahanan Aksial Pada Tiang Pancang

$$\begin{aligned} P_n &= P_b + P_s \\ &= 14,139 + 9,056 \\ &= 23,195 \text{ kN} \end{aligned}$$

REKAPITULASI ANGGARAN BIAYA

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA
A	Pekerjaan Pondasi	13,717,395,728.07
a.	JUMLAH	13,717,395,728.07
b.	PPN 10%	1,371,739,572.81
c.	TOTAL	15,089,135,300.87
d.	PEMBULATAN	15,089,135,000.00
TERBILANG :		
Limabelas milyar delapan puluh sembilan juta seratus tiga puluh lima ribu rupiah		

Perhitungan Jumlah Tiang Pancang Pipa Baja Sechedule

Perhitungan Berdasarkan data Sondir

Tahanan gesek ultimit tiang :

$$\begin{aligned} Q_s &= \sum A_s \cdot f_s \\ &= \{\pi \cdot 0.6 (5 - 0) \cdot f_{s1}\} + \{\pi \cdot 0.6 (10 - 5) \cdot f_{s2}\} + \{\pi \cdot 0.6 (15 - 10) \cdot f_{s3}\} + \\ &\quad \{\pi \cdot 0.6 (120 - 15) \cdot f_{s4}\} + \{\pi \cdot 0.6 (25 - 20) \cdot f_{s5}\} \\ &= 0,2826 \cdot 107,37 + 0,2826 \cdot 447,48 + 0,2826 \cdot 402,75 + 0,2826 \cdot 626,49 + \\ &\quad 0,2826 \cdot 536,94 \\ &= 30,3427 + 126,458 + 113,817 + 177,046 + 151,739 \\ &= 599,4030 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan Daya Dukung Ultimate Pondasi Taing Pancang

$$\begin{aligned} \text{Berat Tiang, } W_p &= 0,2826 \cdot 25 \cdot 78,50 \\ &= 554,6025 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kapasitas dukung Ultimit neto :

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s - W_p \\ &= 1.932,1864 + 599,403 - 643,338 \\ &= 1.976,9896 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kapasitas dukung ijin tiang :

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_u / F \\ &= 1.976,9896 / 2,5 \\ &= 790,7947 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kapasitas tarik ijin tiang dengan mengambil factor $F=4$:

$$\begin{aligned} Q_t &= (Q_s + W_p) / F \\ &= (329,351 + 554,6025) / 4 \end{aligned}$$

$$= 288,5013 \text{ Kn}$$

Perhitungan End Bearing pile And Friction Pile

$$\begin{aligned}
 Q_{ijin} &= \frac{Q_c \times A_p}{SF 1} + \frac{J_{hp} \times f}{SF 2} \\
 &= \frac{69,61 \times 2.826,00}{3} + \frac{1.981,78 \times 188,4}{5} \\
 &= 140.246,09 \text{ Kg.cm}^2 \\
 &= 1.431,08 \text{ Kn.m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Jumlah Pancang

$$PU = 2.771,266 \text{ kN}$$

$$\text{Pancang titik A} = \frac{PU}{Q_{ijin}}$$

$$Q \text{ Tiang} = \frac{2.771,266}{1.431,08}$$

$$= 1,936 \cong 3 \text{ Tiang}$$

Jarak Tiang

$$S > 2,5 D \rightarrow D > (2,5 \times 60 \text{ cm}) = 150 \text{ diambil} \rightarrow 150 \text{ cm}$$

$$S < 2 \text{ m} \rightarrow 150 < 200 \text{ cm} \rightarrow \text{Ok}$$

Perhitungan Berdasarkan data Boring

Daya Dukung Gesek Tiang

$$Q_g = \text{Keliling. Tiang} \cdot \sum \frac{N_i}{2} \times L_i$$

$$= 1,88 \cdot \sum \frac{60}{2} \times 40$$

$$= 2.256,00 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_d + Q_g - W \\ &= 211,95 + 2.256 - 16,32 \\ &= 2.441,63 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= 380 \times N_b \times A_p \\ &= 380 \times 37,50 \times 0,2826 \\ &= 4.027,05 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya Dukung yang diizinkan (Q Allowable)

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult} / SF \\ &= 4.027,05 / 2,5 \\ &= 1.610,82 \text{ kN} \end{aligned}$$

Maka Jumlah tiang pancang untuk Beban PU = 2.800,07 kN

$$P \text{ dengan diameter } 60 \text{ cm} = \frac{2.800,07}{1610,82} = 1,738 \cong 3 \text{ Tiang}$$

Kontrol Beban Tiang Maksimum

- Jumlah tiang pancang = 3 buah
- Jumlah tiang pancang dalam satu baris arah x ;
 $n_x = 2$ buah
- Jumlah tiang pancang dalam satu baris arah y ;
 $n_y = 2$ buah
- Jarak absis maks, X maks yang didapat dari perhitungan jarak pondasi
 $s = 1,5 \text{ m}$
- Jarak absis maks, Y maks yang didapat dari perhitungan jarak pondasi
 $s = 1,5 \text{ m}$
- Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu y
 $M_y = 108,228 \text{ Ton/m}$
- Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu x

$$M_x = 0,186 \text{ Ton/m}$$

- Jumlah kuadrat absis tiang pancang

$$X^2 = 2 \times 2 (1,5^2) = 9 \text{ m}^2$$

$$Y^2 = 2 \times 2 (1,5^2) = 9 \text{ m}^2$$

$$P_{\max} = \frac{2.771,3}{3} \pm \frac{1,86 \times 1,5}{2 \times 9} \pm \frac{1.082,28 \times 1,5}{2 \times 9}$$

$$P_{\max} = 923,766 + 0,155 + 90,19$$

$$P_{\max} = 1.014,111 \text{ kN}$$

Kontrol Beban Maksimum

$$Q_{\text{total}} > P_{\max}$$

$$3.090,435 \text{ Ton} > 1.014,111 \text{ kN} \rightarrow \text{Aman}$$

Tahanan ujung nominal tiang pancang

$$\begin{aligned} P_b &= A_b \times c_b \times N_c \\ &= 0,2826 \times 10 \times 9 \\ &= 25,434 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tahanan Gesek

$$\begin{aligned} P_s &= A_s + C_u + A_d \\ &= 0,283 + 7,845 + 1,053 \\ &= 9,181 \text{ Kn} \end{aligned}$$

Tahanan Aksial Pada Tiang Pancang

$$\begin{aligned} P_n &= P_b + P_s \\ &= 25,434 + 9,181 \\ &= 34,615 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan Penulangan Isian Tiang

Diketahui ;

$$f_c = 24,90$$

$$f_y = 400$$

$$A = 282.600,00 \text{ mm}$$

$$P_u = 284.039 \text{ kg}$$

$$h = 600 \text{ cm} \rightarrow 6000 \text{ mm}$$

Nilai reduksi $\phi = 0,65$ (untuk menerima beban aksial), transformasi tiang menjadi persegi delapan ekuivalen sehingga h menjadi $0,8 \times 6000 = 4800 \text{ mm}$.

$$b = \frac{A}{0,8 \times h}$$

$$b = \frac{28.260.000}{0,8 \times 6000}$$

$$= 5.887,5 \text{ mm}$$

$$d = 0,5 (h + (2d)/3)$$

$$= 0,5 (4800 + (2 \times 6000)/3)$$

$$= 0,5 \times 8.800$$

$$= 4.400 \text{ mm}$$

Tulangan tiang direncanakan simetris saling berhadapan sehingga :

$$A_{st} = 0,01 \times b \times d$$

$$A_{st} = 0,01 \times 5.887,5 \times 4.400$$

$$= 259.050,00 \text{ mm}$$

$$P_n = 0,85 \times f_c \times (A - A_{st}) + (f_y \times A_{st})$$

$$= 0,85 \times 24,90 \times (282.600,00 - 259.050,00) + (400 \times 259.050,00)$$

$$= 298.435,75 + 103.620.000,00$$

$$= 103.918.435,80$$

$$P_n = 103.918.435,80 \text{ N}$$

Kontrol :

$$\phi \times P_n > P_u$$

$$0,65 \times 103.918.435,80 > 284.039$$

$$67.546.983,24 \text{ kg} > 284.039 \text{ kg} \rightarrow \text{Ok}$$

Dicoba dengan memasang masing-masing 10 D 19 berhadapan pada dua sisi, sehingga

untuk masing-masing luas penampang batang adalah :

$$\begin{aligned}10 \text{ D } 19 &= 0,25 \times 3,14 \times d^2 \times \text{jumlah batang} \\ &= 0,25 \times 3,14 \times (190 \text{ mm})^2 \times 10 \\ &= 283.385,00 \text{ mm} > 259.050,00 \text{ mm mm} \rightarrow \text{Ok}\end{aligned}$$

1/3 L Tiang pancang diisi dengan beton bertulang $f'c = 24,90$

$$1/3 \cdot 40 = 13,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 13,3 \\ &= 3,7585 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2/3 L Tiang Pancang diisi dengan dengan pasir urug

$$2/3 \cdot 40 = 26,7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 26,7 \\ &= 7,5454 \text{ m}^3\end{aligned}$$

REKAPITULASI ANGGARAN BIAYA

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA
A	Pekerjaan Pondasi	15,836,183,991.61
a.	JUMLAH	15,836,183,991.61
b.	PPN 10%	1,583,618,399.16
c.	TOTAL	17,419,802,390.77
d.	PEMBULATAN	17,419,802,000.00
TERBILANG : Tujuhbelas milyar empat ratus sembilanbelas juta delapan ratus dua ribu rupiah		

PENUTUP

Kesimpulan

1. Perhitungan pondasi telapak di kedalaman 4 m diperoleh hasil sebagai berikut :

Daya dukung pondasi > Beban Bekerja

7,2803 ton < 277,1265 ton..... (Tidak Aman)

Karena daya dukung pondasi foot plat lebih kecil dari beban PU yang bekerja maka pondasi tidak aman sehingga perlu ditambahkan tiang pancang.

2. Perhitungan tian pancang spun pile

Diameter yang di gunakan adalah 60 cm

Kapasitas Daya dukung Pondasi $Q_u = 1.239,414$ kN

Tiang pancang spun pile yang digunakan berdiameter 60 cm, dengan 4 titik tiang, dan kedalaman tiang pancang 40 m

3. Perhitungan tian pancang Pipa Baja Sechedule

Diameter yang di gunakan adalah 60 cm

Kapasitas Daya dukung Pondasi $Q_u = 1.618.,1985$ kN

Tiang pancang spun pile yang digunakan berdiameter 60 cm, dengan 3 titik tiang, dan kedalaman tiang pancang 40 m

4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

- Total biaya yang dibutuhkan pondasi tiang pancang spun pile 15.089.135.000,00.
- Total biaya yang dibutuhkan pondasi tiang pancang pipa baja Sechedule 17,419.802.000.00.

5. Jenis pondasi yang paling efisien dari kedua jenis pondasi tersebut adalah jenis spun pile.

Saran

Dari analisis terhadap tugas akhir ini, maka diberikan beberapa saran dan masukan sebagai berikut:

1. Penulis menyarankan untuk mobilisasi material menggunakan jalur sungai Mahakam agar tiang pancang dengan panjang maksimal 18 meter dapat sampai ke lokasi pelaksanaan. Karena apabila melalui jalur darat terdapat beberapa kendala salah satunya adalah jalur jalan yang kecil tidak memungkinkan apabila alat berat dan material mampu melintasinya.
2. Karena menghindari banyaknya sambungan penulis menyarankan untuk menggunakan tiang pancang spun pile dengan spesifikasi bahan panjang 18 meter.
3. Karena hasil data tanah menyatakan kadar air tanah yang cukup tinggi maka disarankan menghindari penggunaan bahan material pipa baja karena di khawatirkan tingginya korosi.
4. Kelemahan material baja adalah tingkat korosi yang tinggi. Untuk menghindari korosi dikarenakan adanya rongga udara antara pipa baja dan cor beton pada saat pelaksanaan di khawatirkan usia konstruksi tidak mampu mencapai umur rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Harry Christady Hardiyatmo. 2010, *Mekanika Tanah 2 Edisi Kelima*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Harry Christady Hardiyatmo. 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi 1 Edisi Kedua*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Harry Christady Hardiyatmo. 2012, *Analisis dan Perancangan Fondasi 2 Edisi Kedua*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Joseph E. Bowles. 1992, *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1 Edisi Keempat*. Erlangga: Jakarta.
- Harry Christady Hardiyatmo. 2015, *Fondasi 2 Edisi Ketiga*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Jurnal Skripsi. 2013, *Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Baja Pada Pembangunan Dermaga Melak*. Hasanuddin University Press: Makassar.
- Jurnal Skripsi. 2013, *Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Geung Olahraga (GOR) Gulat Samarinda*. 17 August 1945 University Press: Samarinda.
- Jurnal Skripsi. 2012, *Tinjauan Perencanaan Substruktur Gedung Universitas Patria Artha*. Hasanuddin University Press: Makassar
- Jurnal Skripsi. 2011, *Perencanaan Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor Pada Pekerjaan Pembuatan Abutment Jembatan Labuhan Madura*. Brawijaya University Press: Malang.