

ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG CERUCUK BAMBU DAN MINIPILE BERDASARKAN DESAIN, METODE, BIAYA, DAN WAKTU PROYEK PENINGKATAN JALAN EMPUNALA KOTA MOJOKERTO

M. Adiya Dafa F.¹, Drs. Susapto², Mochamad Sholeh³

Mahasiswa Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹,

Dosen Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen

Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Koresponden*, Email: adiyadafa@gmail.com¹

ABSTRAK

Jl. Proyek Peningkatan Empuanala menggunakan pondasi tiang pancang bambu cerucuk (runcing) yang memiliki kelemahan berupa patah dan retak di lapangan. Oleh karena itu, analisis ini membandingkan tiang bambu cerucuk dan tiang mini untuk mengetahui kelayakan dari segi desain, waktu, dan biaya. Data yang dibutuhkan adalah shop drawing pondasi, hasil Cone Penetration Test titik S-04 dan S-05, harga sewa alat berat, harga material dan harga satuan kerja Mojokerto tahun 2022, dan produktivitas alat berat. Metode Mayerhoff, Bagemann, dan Rwitter dan Beringen diterapkan untuk mengetahui daya dukung. Metode pelaksanaan mengacu pada Rencana Mutu Pekerjaan Konstruksi atau RMPK dari kontraktor. Analisis tersebut menghasilkan Daya dukung 23.884 ton dengan faktor keamanan 0,51 dengan Metode Mayerhoff; 57,481 ton dengan 1,24 dengan Metode Bagemann, dan 42,386 ton dengan 0,92 dengan Metode DeRwitter Beringen; melaksanakan tumpukan bambu cerucuk yang langkahnya lebih sedikit dari pada tumpukan mini; pekerjaan tiang mini membutuhkan waktu 5 hari kerja dengan biaya Rp82.404.306,- dan pekerjaan tiang pancang bambu cerucuk 14 hari kerja dengan biaya Rp.25.734.342,-

Kata kunci: perbandingan, pondasi, biaya, daya dukung, durasi.

ABSTRACT

Jl. Empuanala Improvement Project used a cerucuk (pointed) bamboo pile foundation which has disadvantages of breaks and cracks in site. Therefore, this analysis compared cerucuk bamboo pile and mini pile to determine the feasibility in terms of design, time, and cost. The required data were of shop drawings of the foundations, Cone Penetration Test result of S-04 and S-05 spots, the heavy equipment rental prices, material prices and work unit price of Mojokerto 2022, and heavy equipment productivity. Mayerhoff, Bagemann, and Rwitter and Beringen methods were applied to find out the bearing capacity. The implementation method referred to Construction Work Quality Plan or RMPK from the contractor. The analysis resulted in 23.884 tons bearing capacity with 0.51 safety factor by Mayerhoff Method; 57.481 tons with 1.24 by Bagemann Method, and 42.386 tons with 0.92 by DeRwitter Beringen Method respectively; carrying out cerucuk bamboo pile having less steps than the mini pile's; mini pile work taking 5 work days at Rp.82,404,306,- and 14 work days for cerucuk bamboo pile work at Rp.25,734,342,-.

Keywords: comparison, foundation, cost, carrying capacity, duration.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan perekonomian di Indonesia semakin pesat, sehingga membuat peningkatan berbagai macam infrastruktur di Indonesia semakin berkembang. Peningkatan Infrastruktur merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan ekonomi suatu negara.

Dalam setiap peningkatan infrastruktur, tentunya diharapkan infrastruktur tersebut memiliki daya tahan yang lama. Perlu adanya perencanaan yang kuat serta akurat agar hal ini

terlaksana. Perencanaan yang kuat serta akurat tersebut bermula dari kekuatan pondasi. Hal ini dikarenakan pondasi memilikifungsi salah satunya yaitu meneruskan beban dari struktur atas menuju ke lapisan tanah dibawahnya. Pondasi yang sering digunakan untuk proyek konstruksi yaitu pondasi tiang pancang.

Pada proyek konstruksi, pekerjaan pondasi atau pemancangan tiang pancang merupakan yang sangat penting. Dalam pekerjaan pemancangan terdapat beberapa aspek

penting, yaitu penempatan pемancangan, kesesuaian tiang pancang, dan jenis- jenis tiang pancang.

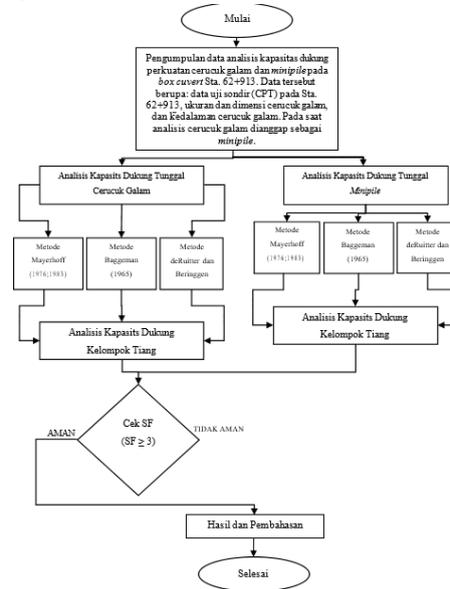
Pada pemancangan tiang pancang menggunakan cerucuk bambu, akan menimbulkan sisa material yang tidak dipakai karena terdapat keretakan atau pecah, hal tersebut dikarenakan dari segi kekuatan tidak memenuhi untuk dilakukan pemancangan di beberapa titik, dan cerucuk bambu yang sudah retak atau pecah tidak dapat digunakan lagi untuk pekerjaan pemancangan selanjutnya. Pada pekerjaan konstruksi yang memakan biaya cukup besar, hal ini akan menjadi masalah yang cukup serius dan beresiko menimbulkan kerugian.

Melihat dari segi biaya pekerjaan pemancangan ini cukup berpengaruh dalam Rencana Anggaran Biaya. Pekerjaan ini dapat memakan biaya 30-50%. Maka, dibutuhkan manajemen yang tepat agar kesesuaian biaya yang dikeluarkan dapat dioptimalkan. Proyek Peningkatan Jalan Empunala (PEN) Kota Mojokerto, Jawa Timur merupakan proyek jalan dengan panjang 3,325 km memakan anggaran biaya sebesar Rp. 101.447.558.703,77 dan memakan waktu 283 hari. Untuk mobilisasi jalan dengan panjang 3,325 km perpindahan material akan lebih teratur dikarenakan jarak yang tidak terlalu jauh. Jadi, terdapat beberapa jenis metode pekerjaan yang diterapkan. Maka dari beberapa metode yang digunakan, dibutuhkan perhitungan metode yang tepat dari segi biaya, waktu, dan mutu. Dengan anggaran biaya dan waktu yang tertera diatas maka Proyek Peningkatan Jalan Empunala ini memilih tiang pancang sebagai pondasi.

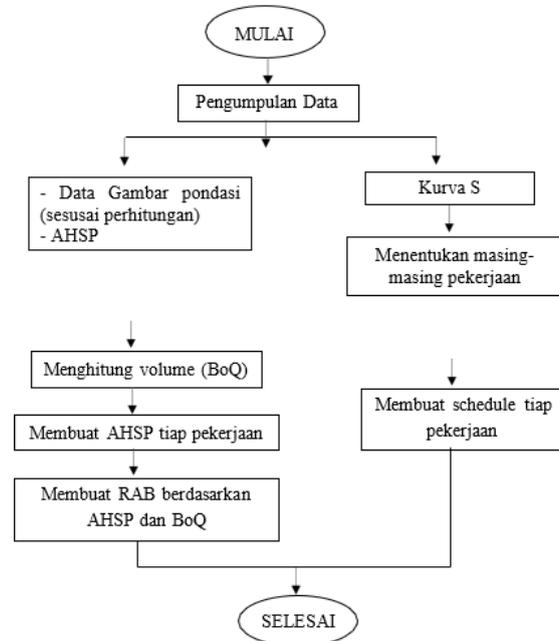
Pada Proyek Peningkatan Jalan Empunala ini menggunakan pondasi tiang pancang cerucuk bambu. Pada umumnya tiang pancang cerucuk bambu menggunakan bambu sebagai material utamanya. Kekurangan pemasangan tiang pancang menggunakan cerucuk bambu yaitu dari segi kekuatan yang mudah pecah dan retak jika digunakan untuk menahan beban yang besar sehingga dapat membuang bambu dan mengganti dengan yang baru lagi. Untuk persiapan pemasangan cerucuk bambu juga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk persiapan dan pemilihan cerucuk bambu di setiap area atau STA, dan juga membutuhkan waktu yang cukup lama karena ukuran kayu pasaran tidak ada yang sesuai dengan ukuran struktur yang diinginkan sehingga dibutuhkan proses pemotongan terlebih dahulu. Dengan permasalahan kekuatan cerucuk bambu diatas maka perlu peninjauan alternatif desain struktur agar kekuatan pondasi, metode pelaksanaan proyek, biaya dan waktu sesuai dengan perencanaan yang telah direncanakan diawal.

Berdasarkan pertimbangan yang telah ditinjau dari keadaan diatas, maka dalam kajian ini akan dilakukan perbandingan antara tiang pancang cerucuk bambu dan tiang pancang *mini pile cap*. Perbandingan menggunakan tiang pancang *mini pile cap* ini dilakukan mengingat *pile cap* memiliki sifat-sifat yang lebih kuat. Meskipun biaya yang dibilang cukup mahal akan tetapi tiang pancang *mini pile cap* tidak memakan waktu yang cukup lama untuk melakukan pemancangan karena ukuran pasaran akan disesuaikan dengan pesanan yang akan digunakan dalam pekerjaan tersebut.

2. METODE



Gambar 1 Diagram Alir Pondasi Tiang Pancang



Gambar 1 Diagram Alir Pekerjaan Tiang Pancang



Gambar 2 Diagram Alir Anggaran Biaya dan Waktu

Metode pelaksanaan pada penelitian ini yaitu membandingkan kekurangan dan kelebihan metode pelaksanaan dari pekerjaan yang kemudian dianalisis dengan perhitungan biaya dan waktu agar dapat ditentukan pondasi yang paling ekonomis dan efisien untuk digunakan.

Perhitungan biaya dan waktu digunakan pada setiap metode tiang pancang cerucuk bambu dan tiang pancang *mini pile cap*. Pada perhitungan biaya dan waktu menggunakan acuan standar SNI. Setelah didapatkan hasil dari biaya dan waktu untuk masing-masing perancah bekisting, maka akan dilakukan perbandingan mana yang lebih dan efisien dari segi waktu yang dicantumkan pada pembahasan. Setelah didapatkan hasil, maka akan dapat ditarik kesimpulan dan saran.

Dalam penelitian ini adapun perhitungan yang digunakan dalam menganalisa tiang pancang sebagai berikut.

Kapasitas dukung ultimate

Kapasitas dukung ultimate dapat dihitng dengan persamaan umum:

$$Q_{ult} = Q_b \cdot Q_s = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s \tag{1}$$

Dengan:

- Q_{ult} = kapasitas ultimate tiang tunggal (kg)
- Q_b = tahanan ujung tiang (kg)
- Q_s = tahanan gesek (kg)
- f_b = tahanan ujung satuan tiang (kg/cm²)
- f_s = tahanan gesek satuan tiang (kg/cm²)

Pada laporan ini, kapasitas dukung tiang tunggal dihitung menggunakan 3 metode yaitu, metode Mayerhoff (1976;1983), metode Bagemann (1965), metode deRuiterdan Beringen.

a. Metode Mayehoff

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s \tag{2}$$

$$Q_b = A_b \cdot q_c \tag{3}$$

$$Q_s = A_s \cdot f_s \tag{4}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \tag{5}$$

Dengan:

Q_{ult} = kapasitas ultimate tiang tunggal (kg)

Q_b = tahanan ujung tiang (kg)

Q_s = tahanan gesek (kg)

Q_{all} = kapasitas ijin tiang tunggal (kg)

q_c = tahanan konus rata-rata (kg/cm²) nilai q_c rata-rata dihitung dari 8d di atas dasar tiang sampai 4d di bawah dasar tiang.

f_c = $q_c/200$, untuk tiang kayu dan beton (kg/cm²)

A_b = luas ujung bawah tiang (cm²)

A_s = luas selimut tiang sisi konus (cm²)

SF = safety factor (2.5-3)

b. Metode Bageman

$$Q_{ult} = A_b \cdot q_c + A_s \cdot q_f \tag{6}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \tag{7}$$

Dengan:

Q_{ult} = kapasitas ultimate tiang tunggal (kg)

Q_b = tahanan ujung tiang (kg)

Q_s = tahanan gesek (kg)

Q_{all} = kapasitas ijin tiang tunggal (kg)

q_c = tahanan konus rata-rata (kg/cm²) nilai q_c rata-rata dihitung dari 8d di atas dasar tiang sampai 4d di bawah dasar tiang.

$f_c = q_c/200$, untuk tiang kayu dan beton (kg/cm²)

A_b = luas ujung bawah tiang (cm²)

A_s = luas selimut tiang sisi konus (cm²)

SF = safety factor (2.5-3)

c. Metode deRuiterdan Beringen

$$Q_{ult} = A_s \cdot 5 \cdot c_u + A_s \cdot 0,05 \cdot a \cdot q_c \tag{8}$$

$$Q_{ult} = A_s \cdot 5 \cdot c_u + A_s \cdot K_f \cdot q_f \tag{9}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \tag{10}$$

Dengan:

Q_{ult} = kapasitas ultimate tiang tunggal (kg)

Q_{all} = kapasitas ijin tiang tunggal (kg)

SF = safety factor (2.5-3)

Efisiensi tiang dan kapasitas dukung kelompok tiang

Efisiensi tiang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90mn^F} \tag{11}$$

Dengan:

E_g = Efisiensi kelompok tiang

m = Jumlah Baris tiang

n' = jumlah tiang dalam satu baris

- θ = arc tg d/s (dalam derajat)
- S = jarak pusat tiang ke pusat tiang (m)
- D = Diameter tiang (m)

Sedangkan untuk kapasitas dukung kelompok tiang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{all} \quad (12)$$

Dengan:

- E_g = efisiensi kelompok tiang
- n = jumlah tiang dalam kelompok
- Q_{all} = kapasitas ijin tiang tunggal (ton)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan analisa beban, analisa beban mati yang didapatkan hasil pada **Tabel 1**, beban kendaraan sesuai Kelas Jalan I yaitu 1,5 T/m² dan beban gandar diperoleh dari perhitungan berikut:

$$q = \frac{\text{beban tekanan gandar}}{\text{luas dalam BCTB}} \cdot \frac{20}{(6 \times 1,2)}$$

$$q = 2,778 \text{ ton/m}^2$$

Tabel 1 Hasil Analisa Beban Mati

No	Beban Mati	Beban	Satuan
1	Beban Mati Sendiri	23,299	ton
2	Overtopping Beton	2,384	ton
3	Aspal AC-WC	0,761	ton
4	Air Hujan	0,414	ton
5	Air Banjir dalam Box Culvert	12,24	ton
6	Split di atas Pondasi	2,694	ton
Total		41,749	ton

Sehingga didapatkan beban total yang akan ditopang pondasi adalah 46,027 ton.

Berdasarkan analisa kapasitas dukung tunggal cerucuk bamboo dengan 3 metode, diperoleh data berikut.

Tabel 2 Analisa Kapasitas Dukung Tunggal Sondir Lokasi S-04

	Satuan	Mayerhoff	Bageman	deRuitter dan Beringen
Luas Penampang	cm ²	78,5	78,5	78,5
Luas Selimut	cm ²	12560	12560	12560
8d qc	kg/cm ²	2,98	2,98	2,98
4d qc	kg/cm ²	2,98	2,98	2,98
qc	kg/cm ²	2,98	2,98	2,98
8d qc	kg/cm ²		0,18	0,18
4d qc	kg/cm ²		0,12	0,12
qf	kg/cm ²		0,15	0,15

	Satuan	Mayerhoff	Bageman	deRuitter dan Beringen
fs	kg/m ²	0,0149		
fb	kg/cm ²			0,745
Qb	kg	233,93	0,234	0,058
Qs	ton	0,187	1,884	1,696
Qult	ton	0,421	2,118	1,754
Qall	ton	0,14	0,706	0,585

Tabel 3 Tahapan Daya Dukung Kelompok Cerucuk Bambu

	Mayerhoff	Bageman	deRuitter dan Beringen
Qall (ton)	1,684	9,118	7,016
SF	0,03	0,19	0,15
Qall (ton)	1,16	5,83	4,8
SF	0,02	0,12	0,104

Tabel 4 Analisa Kapasitas Dukung Tunggal Sondir Lokasi S-05

	Satuan	Mayerhoff	Bageman	deRuitter dan Beringen
Luas Penampang	cm ²	78,5	78,5	78,5
Luas Selimut	cm ²	12560	12560	12560
8d qc	kg/cm ²	39,77	39,77	39,77
4d qc	kg/cm ²	44,75	44,75	44,75
qc	kg/cm ²	42,26	42,26	42,26
8d qc	kg/cm ²		0,88	0,88
4d qc	kg/cm ²		0,88	0,88
qf	kg/cm ²		0,88	0,88
fs	kg/m ²	0,211		
fb	kg/cm ²			10,565
Qb	kg	3,317	3,317	0,829
Qs	ton	2,654	11,053	9,948
Qult	ton	5,971	14,37	10,777
Qall	ton	1,99	4,79	2,592

Tabel 5 Tahapan Daya Dukung Kelompok Cerucuk Bambu

	Mayerhoff	Bageman	deRuitter dan Beringen
Qall (ton)	23,885	57,481	42,386
SF	0,51	1,24	0,92
Qall (ton)	16,48	39,66	29,741
SF	0,358	0,861	0,64

Berdasarkan analisa kapasitas dukung tinggal mini pile dengan 3 metode, diperoleh data berikut.

Tabel 6 Analisa Kapasitas Dukung Tunggal Sondir Lokasi S-04

	Satuan	Mayerhoff	Bageman	deRuiter dan Beringen
Luas Penampang	cm ²	400	400	78,5
Luas Selimut	cm ²	80000	80000	80000
8d qc	kg/cm ²	15,91	15,91	15,91
4d qc	kg/cm ²	26,848	26,848	26,848
qc	kg/cm ²	21,379	21,379	21,379
8d qc	kg/cm ²		0,372	0,372
4d qc	kg/cm ²		0,492	0,492
qf	kg/cm ²		0,432	0,432
fs	kg/m ²	0,107		
fb	kg/cm ²			5,345
Qb	kg	8,552	8,552	2,138
Qs	ton	8,552	34,569	31,112
Qult	ton	16,143	42,160	32,289
Qall	ton	5,381	14,053	10,703

Tabel 7 Tahapan Daya Dukung Kelompok Cerucuk Bambu

	Mayerhoff	Bageman	deRuiter dan Beringen
Qall (ton)	64,572	57,481	129,159
SF	1,40	1,2	2,8
Qall (ton)	4,55	116,35	89,12
SF	0,96	2,5	1,93

Tabel 8 Analisa Kapasitas Dukung Tunggal Sondir Lokasi S-05

	Satuan	Mayerhoff	Bageman	deRuiter dan Beringen
Luas Penampang	cm ²	75,716	75,716	75,716
Luas Selimut	cm ²	118,726	118,726	118,726
8d qc	kg/cm ²	75,716	75,716	75,716
4d qc	kg/cm ²	118,726	118,726	118,726
qc	kg/cm ²	97,221	97,221	97,221
8d qc	kg/cm ²		0,87	0,87
4d qc	kg/cm ²		0,875	0,88
qf	kg/cm ²		0,875	0,875
fs	kg/m ²	0,486		
fb	kg/cm ²			24,305
Qb	kg	38,888	38,888	9,722
Qs	ton	38,888	70	63

	Satuan	Mayerhoff	Bageman	deRuiter dan Beringen
Qult	ton	76,817	107,928	71,762
Qall	ton	25,606	35,976	23,921

Tabel 9 Tahapan Daya Dukung Kelompok Cerucuk Bambu

	Mayerhoff	Bageman	deRuiter dan Beringen
Qall (ton)	307,2	431,64	287,04
SF	9,37	77,649	6,2
Qall (ton)	211,96	297,83	198,057
SF	6,47	77,649	4,3

Metode Pelaksanaan Cerucuk Bambu

- a) Pekerjaan Dewatering
Metode pengeringan ini dilaksanakan dengan pompa (*summersible*) dengan kisdam dari sandbag dan pembuatan timbunan tanah untuk menahan aliran air dalam satu zona sepanjang 100 meter. Pemasangan dewatering untuk mengalirkan air sampai dengan zona dewatering kering dan siap untuk dilaksanakan galian untuk menyesuaikan elevasi kemudian dilakukan pemancangan cerucuk bambu.
- b) Persiapan
Sebelum memulai pekerjaan pemancangan cerucuk bambu maka memastikan lokasi area yang akan dikerjakan sudah bersih dari kotoran, sampah, dsb. Pengadaan material juga perlu di *schedule* kan sesuai dengan *schedule* material yang sudah ada. Pekerjaan persiapan lainnya adalah pengecekan material dan pengaturan lokasi *stock yard* material.
- c) Galian
Pada tahap ini, dilakukan galian menggunakan alat excavator yang akan digunakan untuk pemancangan cerucuk bambu, jika galian sudah siap maka bambu siap untuk dipancang.
- d) Pengukuran Cerucuk Bambu
Pengukuran/pemasangan patok titik rencana pemasangan cerucuk bambu oleh surveyor, jarak antara bambu 1,2 m.
- e) Pemancangan Cerucuk Bambu
Pemasangan cerucuk bambu dimulai dengan bantuan pekerjaan yang memegang bambu secara vertical tepat di atas titik/patok yang telah ditentukan. Kemudian dengan bucket excavator perlahan lahan menekan ujung bambu sampai masuk kedalaman rencana.
- f) Penghamparan Geotextile non Woven
Pemasangan material geotextile sesuai arah rol-rolan dari Geotextile, dengan lebar 4 meter sisi kiri dan dan 4 meter disisi kanan, sehingga ada material geotextile yang ditumpuk selebar 0,9 sampai 1,2 meter. Penghamparan dilaksanakan di atas area yang telah dipasang cerucuk

- bambu dan dalam keadaan air tidak sampai masuk atau mengalir di atas geotextile.
- g) Urugan Batu Split 10-20 cm
Setelah penghamparan Geotextile non woven, maka material penghamparan material split di atas geotextile non woven dengan tebal 20 cm. Penghamparan material split menggunakan excavator, dengan bantuan perapihan manual menggunakan metode rojokan atau menggunakan alat bantu sekop garpu kemudian memastikan permukaan urugan cukup rata sebagai lantai kerja Box Culvert.

Metode Pelaksanaan Mini Pile

- a) Pekerjaan Survey
Hal pertama yang dilakukan pada pekerjaan pemancangan adalah melakukan pengukuran dan penentuan lokasi titik pancang sesuai shop drawing. Titik-titik yang akan dipancang diberi tanda untuk memudahkan pelaksanaan pada saat pemancangan.
- b) Pemilihan Metode yang Akan Digunakan
Pemilihan metode pelaksanaan dilapangan meliputi urutan pelaksanaan pemancangan. Urutan pelaksanaan pemancangan mempengaruhi mobilisasi alat pancang dan penentuan lokasi stock pile.
- c) Pekerjaan Persiapan dan Pemasangan
Sebelum pelaksanaan pemancangan dilakukan persiapan alat yang akan digunakan nantinya seperti pile drive hammer, sling baja, alat ukur, alat pengelasan untuk sambungan tiang pancang, dsb.
- d) Mobilisasi Tiang Pancang
Tiang pancang (mini pile) dipesan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, dari segi ukuran, panjang maupun kualitas betonnya.
- e) Penurunan Tiang Pancang
Tiang pancang yang sudah berada di lokasi stock yard, diturunkan dengan menggunakan crane service satu persatu.

- f) Pendirian Tiang Pancang di Samping Driving Lead
Pendirian tiang di samping *driving lead* dengan kepala tiang masuk ke dalam helmet yang dilapisi kayu sebagai pelindung dan pegangan kepala tiang. Penyetelan Vertikal Tiang
Pada tiang tanpa kemiringan vertikal, dilakukan dengan mengatur panjang *backstay* tiang sambil diperiksa dengan *waterpass*.
- g) Pemancangan Tiang Pancang
Pada saat pertama kali melakukan pemancangan perlu dilakukan test pile yang bertujuan untuk mengetahui kedalaman pancang sesuai dengan kondisi di lapangan. Hasil test pile bisa dibuat acuan kedalaman tiang pancang, disamping itu juga tetap memperhatikan kedalaman rencana tiang pancang yang ada pada shop drawing.

Analisa Durasi Pekerjaan

Berdasarkan perhitungan durasi pekerjaan maka diperoleh Analisa durasi pekerjaan pada **Tabel 10**.

Tabel 10 Analisa Durasi Pekerjaan

Pekerjaan	Perhitungan Durasi ($\frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktifitas} \times \text{Unit}}$)
Pengadaan Cerucuk Bambu	0,5 hari
Pemancangan Cerucuk Bambu	14 hari
Pengadaan Mini Pile	0,5 hari
Pemancangan Mini Pile	4,5 hari

Analisa Biaya Pekerjaan

Berdasarkan perhitungan *bill of quantity* (BOQ) dengan harga satuan pekerjaan maka dapat dihitung rencana anggaran biaya (RAB) sebagai berikut.

Tabel 11 RAB Pekerjaan Cerucuk Bambu

No	Uraian Pekerjaan	Unit	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
I	Pekerjaan Tiang Pancang Cerucuk Bambu				
1	Pengadaan material tiang pancang cerucuk bambu				
	Cerucuk bambu L = 4 m	bh	250	55.486	13.871.544
2	Pekerjaan tiang pancang cerucuk bambu				
	Cerucuk bambu L = 4 m	m'	1.000	13.738	13.737.816
TOTAL BIAYA PELAKSANAAN					27.609.360
PPN 11%					3.037.030
TOTAL BIAYA + PPN 11%					30.646.389

Tabel 12 RAB Pekerjaan Mini pile

No	Uraian Pekerjaan	Unit	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
I	Pekerjaan Tiang Pancang Mini pile				
1	Pengadaan material tiang pancang Mini pile				
	Mini pile L = 10 m	bh	83,33	510.905	42.575.432
2	Pekerjaan tiang pancang Mini pile				
	Mini pile L = 10 m	m'	833,33	37.995	31.662.681
TOTAL BIAYA PELAKSANAAN					74.238.113
PPN 11%					8.166.192
TOTAL BIAYA + PPN 11%					82.404.306

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- 1) Data uji sondir yang dipakai dalam analisis yaitu data uji sondir titik S-04 dan uji sondir S-05.
- 2) Berdasarkan hasil analisis kapasitas dukung fondasi cerucuk bambu dan *minipile* dengan data uji sondir titik S-04. Didapatkan *safety factor* kurang dari persyaratan yaitu 3.
 Dari hasil analisis kapasitas dukung fondasi cerucuk galam uji sondir titik S- 05 didapatkan hasil kapasitas dukung *ultimate* sebesar 5,971 ton dengan metode Mayerhoff, 14,370 ton dengan metode Bagemann, dan 10,776 ton dengan metode deRuitter Beringen. Selanjutnya, dari perhitungan kapasitas dukung allowable didapatkan hasil kapasitas dukung kelompok tiang individu dan faktor aman dari kelompok tiang. Hasilnya adalah 23,884 ton dengan faktor aman 0,51 (Metode Mayerhoff), 57,481 ton dengan faktor aman 1,24 (Metode Bagemann), dan 42,386 ton dengan faktor aman 0,92 (Metode deRuitter Beringen). Daya dukung kelompok tiang block didapatkan hasil 16,48 ton dengan faktor aman 0,358 (Metode Mayerhoff), 39,66 ton dengan faktor aman 0,681 (Metode Bagemann), 29,741 ton dengan faktor aman 0,64 (Metode deRuitter dan Beringen).
- 4) Dari hasil analisis kapasitas dukung fondasi *minipile* dari data uji sondir titik S-05 didapatkan hasil kapasitas dukung *ultimate* sebesar 76,8166 ton dengan metode Mayerhoff, 107,928 ton dengan metode Bagemann, dan 71,762 ton dengan metode deRuitter Beringen. Selanjutnya, dari perhitungan kapasitas dukung allowable didapatkan hasil kapasitas dukung kelompok tiang individu dan faktor aman dari kelompok tiang. Hasilnya adalah 307,2 ton dengan faktor aman 6,67 (Metode Mayerhoff), 431,64 ton dengan faktor aman 9,377 (Metode Bagemann), dan 287,04 ton dengan faktor aman 6,2 (Metode deRuitter Beringen). Daya dukung kelompok tiang block didapatkan hasil 211,96 ton dengan faktor aman 64,605 (Metode Mayerhoff), 297,83 ton dengan faktor aman 6,470 (Metode Bagemann), 198,057 ton

- dengan faktor aman 4,3 (Metode deRuitter dan Beringen).
- 5) Hasil yang dipakai dalam analisis kapasitas dukung cerucuk galam dan *minipile* adalah hasil analisis kapasitas dukung tiang metode Mayerhoff (1976;1983).
- 6) Dari hasil analisis perbandingan antara kapasitas dukung cerucuk bambu dengan mini pile dapat disimpulkan bahwa tiang pancang mini pile lebih kuat dari segi daya dukungnya.
- 7) Dari hasil analisis segi metode pelaksanaan untuk pekerjaan antara cerucuk bambu dan mini pile. Untuk pekerjaan pemancangan *minipile* lebih memiliki urutan pekerjaan yang lebih panjang dibandingkan pekerjaan pemancangan cerucuk bambu.
- 8) Analisis waktu dapat dihitung dari perhitungan metode pekerjaan. Pekerjaan cerucuk bambu membutuhkan waktu 14,5 hari yang dibutuhkan untuk pekerjaan 1 STA, perhitungan tersebut didapat dari pekerjaan pengadaan cerucuk bamboo adalah 0,5 hari dan pekerjaan pemancangan cerucuk bamboo 14 hari
- 9) Analisis waktu pekerjaan mini pile membutuhkan waktu 5 hari. Perhitungan tersebut didapatkan dari perhitungan pekerjaan pengadaan mini pile dengan waktu 0,5 hari dan pekerjaan pemancangan *minipile* 4,5 hari untuk setiap STA.
- 10) Dapat ditarik kesimpulan bahwa pekerjaan cerucuk bamboo membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan pekerjaan mini pile dikarenakan pekerjaan cerucuk bambu
- 11) Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan cerucuk bambu sebesar Rp. 21.468.751,- . Perhitungan tersebut didapat dari pekerjaan pengadaan cerucuk bamboo sebesar Rp. 6.997.183,- dan pekerjaan pemancangan cerucuk bamboo sebesar Rp. 12.364.034,-.
- 12) Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan *MiniPile* sebesar Rp. 82.404.306,- . Perhitungan tersebut didapat dari pekerjaan pengadaan cerucuk bamboo sebesar Rp. 42.575.432,- dan pekerjaan pemancangan cerucuk bamboo sebesar

Rp. 31.662.681,-.

- 13) Dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pekerjaan cerucuk bamboo lebih membutuhkan biaya yang cukup sedikit dibandingkan dengan pekerjaan mini pile.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles. J.E,1988 : "Analisis dan Desain Pondasi" Erlangga, Jakarta.DPU. (1999).
- [2] Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Cerucuk Kayu Di Atas Tanah Lembek Dan Tanah Gambut.
- [3] Hardiyatmo, Hary C., 2001 : "Teknik Pondasi II", Edisi ke I, Yogyakarta.
- [4] Hardiyatmo, Hary C., 2015 : "Analisis dan Perancangan Pondasi II", Edisi ke 3,Gajah Mada University Press
- [5] I Madesudarma, Ida Bagus Indramanik, Analisis Perbandingan Perencanaan Struktur Antara Pondasi Bore Pile Dengan Pondasi Tiang Pancang (Studi Kasus Pada Proyek Gedung DPRD Bali
- [6] Jakti, Felix Cayo Kuncoro. 2013. Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Tiang Pancang dan Tiang Bor Studi Kasus Perencanaan Rumah Sakit Kelas B, Badung, Universitas Indonesia, Depok
- [7] Khedanta. (2011). Pondasi cerucuk (<http://khedanta.wordpress.com>.Diakses 10 Oktober 2011)
- [8] Ratsangka, Tri Rintyaji 2015. Analisis Perbandingan Kekuatan, Metode Pelaksanaan dan Biaya Antara Bored Pile dengan Driven Pile Pada Pembangunan Hotel Best Western Adisucipto Yogyakarta