

**ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG DENGAN
PONDASI TIANG BOR PADA PROYEK PEBANGUNAN RUMAH
SAKIT GIGI DAN MULUT UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**NASKAH PUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MAYANGSARI
NIM. 145060101111062**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

**ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG DENGAN PONDASI TIANG
BOR PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**
*(Analytical Comparison of Driven Pile Foundation and Bore Pile Foundation in Dental and Oral
Hospital of Brawijaya University Construction Project)*

Mayangsari, As'ad Munawir, Yulvi Zaika
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email : myngsr29@gmail.com

ABSTRAK

Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Brawijaya (RSGM UB) merupakan salah satu gedung infrastruktur penunjang pendidikan yang berada di Universitas Brawijaya, kota Malang. Konstruksi RSGM UB ini direncanakan menggunakan, pondasi tiang bor. Pada studi ini direncanakan ulang menggunakan pondasi tiang pancang. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui perencanaan tiang pancang, mendapatkan pondasi yang lebih efisien dan ekonomis diantara pondasi tiang pancang dan tiang bor, dengan cara membandingkan biaya yang dibutuhkan, serta pondasi manakah yang lebih cepat proses penyelesaiannya.

Dari hasil perhitungan perencanaan pondasi tiang pancang menggunakan data yang di dapat dari test laboratorium dengan parameter tanah: ϕ , c , dan γ pada kondisi tak terdrainase, didapatkan daya dukung ijin sebesar 742.28 kN. Daya dukung ijin dari hasil data lapangan menggunakan pengujian SPT didapatkan sebesar 609.816 kN. Biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan pondasi tiang pancang adalah Rp 4.750.140.000 dengan jumlah tiang pancang 330 buah. Sedangkan pada tiang bor biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 6.350.000.000 dengan jumlah tiang bor 157 buah. Selisih harga antara kedua pondasi tersebut adalah Rp 1.599.860.000. Hasil tersebut menunjukkan dari segi biaya tiang pancang lebih efisien dan ekonomis dibandingkan tiang bor. Akan tetapi, jika ditinjau pada aspek pelaksanaan tiang bor lebih cepat penyelesaiannya dibanding tiang pancang yang proses pekerjaannya hanya dapat dilakukan pada malam hari.

Kata kunci : Pondasi tiang pancang, daya dukung, biaya konstruksi

ABSTRACT

Dental and Oral Hospital of Brawijaya University (RSGM UB) is ne of the infrastructure supporting educational buildings located in Brawijaya University, Malang city. Construction of RSGM UB is planned use, bore pile foundation. In this study, the re-planning of the foundation uses driven pile foundation. The purpose of this study was to determine planning of the driven pile, get a more efficient and economical between of driven pile and bore pile foundation, by comparing the costs required, and which foundation is the faster the process of completion.

From the results of the calculation of the pile foundation planning using data obtained from laboratory tests with soil parameters: ϕ , c , and γ under undrained conditions, a Bearing ultimit capacity of 742.28 kN was obtained. Bearing ultimit capacity from the results of field data using SPT testing was obtained at 609,816 kN. The cost required in the construction of the driven pile is Rp. 4,750,140,000 with the number of 330 piles. While on the bore pile, the required cost is Rp. 6,350,000,000 with the number of drill holes 157 pieces. The price difference between the two foundations is Rp. 1,599,860,000. These results show that in terms of cost of the stake the pile is more efficient and economical than the drill pole. However, when viewed from the aspect of implementation, the drill pole is faster than the pile, the work process can only be done at night.

Keyword: Driven pile foundation, bearing capacity, construction cost

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Brawijaya (RSGM UB) merupakan salah satu gedung infrastruktur penunjang pendidikan yang berada di Universitas Brawijaya, kota Malang.

Konstruksi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Brawijaya ini direncanakan menggunakan, pondasi tiang bor. Pada studi ini dilakukan perencanaan ulang pondasi RSGM UB menggunakan pondasi tiang pancang. Pondasi merupakan salah satu struktur bangunan yang terletak di bagian bawah suatu bangunan. Keberadaan pondasi ini, tidak dapat dipisahkan dari struktur bangunan karena pondasi adalah bagian struktur yang berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur di atasnya ke lapisan tanah pendukung di bawahnya tanpa terjadi penurunan pada sistem strukturnya, juga tanpa terjadinya keruntuhan pada tanah. Perencanaan bangunan bawah atau pondasi suatu struktur bangunan harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya jenis, kondisi dan struktur tanah. Hal ini terkait dengan kemampuan atau daya dukung tanah dalam memikul beban yang terjadi di atasnya.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui perencanaan tiang pancang, menganalisis pondasi manakah yang lebih efisien dan ekonomis, membandingkan besarnya jumlah biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan pondasi tiang pancang dan tiang bor, dan pondasi manakah yang lebih cepat proses penyelesaiannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pondasi

Pondasi adalah bagian yang terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau bebatuan yang berada di bawahnya (Hary, 1996). Pondasi dibagi

menjadi dua, yaitu: pondasi dangkal dan pondasi dalam.

2.2 Pondasi Tiang Pancang

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

Tiang pancang yang biasa digunakan adalah tiang pancang pracetak yaitu tiang dari beton yang dicetak di suatu tempat dan kemudian diangkut ke lokasi rencana bangunan. Keuntungan penggunaan pondasi tiang pancang, antara lain:

- Tiang pancang dapat dipancang sampai kedalaman tanah yang dalam
- Bahan tiang dapat diperiksa sebelum pemancangan
- Prosedur pelaksanaan di lapangan tidak dipengaruhi oleh air tanah
- Pemancangan tiang dapat menambah kepadatan tanah granuler

Kerugian pemakaian tiang pancang pracetak, antara lain :

- Penggembungan permukaan tanah dan gangguan tanah akibat pemancangan dapat menimbulkan masalah.
- Kepala tiang kadang-kadang pecah akibat pemancangan.
- Pemancangan sulit, bila diameter terlalu besar.
- Pemancangan menimbulkan gangguan suara, getaran, dang deforms tanah yang dapat menimbulkan kerusakan bangunan di sekitarnya.
- Banyaknya tulangan dipengaruhi oleh tegangan yang terjadi pada waktu pengakuan dan pemancangan tiang.

2.3 Daya Dukung Tiang

Daya dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang (*pile capacity*) dalam mendukung/memikul beban. Hitungan kapasitas tiang dapat dilakukan dengan cara pendekatan *statis* dan *dinamis*.

2.3.1 Daya Dukung Batas Cara Statis

Daya dukung batas netto tiang (Q_u) adalah jumlah dari tahanan ujung bawah batas (Q_b) dengan tahanan gesek batas (Q_s) antara dinding tiang dan tanah disekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang (W_p). Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

Dimana :

- W_p = berat sendiri tiang (kN)
- Q_u = kapasitas dukung batas netto (kN)
- Q_b = tahanan ujung bawah batas (kN)
- Q_s = tahanan gesek batas (kN)

2.3.2 Daya Dukung Tiang Pancang pada Tanah Berbutir Kasar

• Daya Dukung Ujung

1) Metode Mayerhof

$$Q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^*$$

Dimana :

- A_p = luas tiang pancang
- q' = tegangan vertikal *overburden*
- N_q^* = faktor kapasitas daya dukung

2) Metode Vesic

Vesic (1977) mengusulkan suatu metode untuk mengestimasi kapasitas daya dukung ujung tiang berdasarkan pada teori perluasan lubang. Menurut teori ini, parameter dasar tegangan efektif dapat ditulis dari persamaan berikut.

$$Q_p = A_p \cdot \bar{\sigma}_o' \cdot N_{\sigma}^*$$

Dimana :

$\bar{\sigma}_o'$ = rata-rata tekanan tanah normal efektif pada ujung tiang

$$= \left(\frac{1+2K_o}{3}\right) \cdot q'$$

K_o = koefisien tekanan tanah = $1 - \sin\phi'$

N_{σ}^* = faktor kapasitas daya dukung

3) Metode Coyle and Castello

Coyle and Castello (1981) menganalisis 24 uji beban test lapangan skala besar pada tiang pancang di tanah pasir. Dari hasil test, disarankan untuk tanah pasir,

$$Q_p = q' \cdot N_q^* \cdot A_p$$

Dimana :

- q' = tegangan vertikal efektif di ujung tiang
- N_q^* = faktor kapasitas dukung

• Daya Dukung Gesek

Coyle and Castello (1981), dalam hubungan dengan tahanan ujung pada metode ini mengusulkan untuk perhitungan kapasitas gaya gesek.

$$Q_s = K \cdot \bar{\sigma}_o' \cdot \tan\delta' \cdot p \cdot L$$

Dimana :

$\bar{\sigma}_o'$ = rata-rata tekanan efektif *overburden*

δ' = sudut geser tiang-tanah = $0.8\phi'$

2.3.3 Daya Dukung Tiang Pancang pada Tanah Lempung

• Daya Dukung Ujung

Untuk tiang pada tanah lempung jenuh dibawah kondisi tak terdrainase ($\phi = 0$), Mayerhof mengusulkan persamaan sebagai berikut,

$$Q_p = N_c^* \cdot c_u \cdot A_p + q \cdot N_q^* \cdot A_p$$

Untuk $\phi = 0$, $N_q^* = 0$

Dimana:

c_u = kondisi tak terdrainase tanah dibawah ujung tiang

N_c^* = faktor kapasitas daya dukung

• Daya Dukung Ujung

1) Metode λ

Vijayvergiya and Focht (1972), mengasumsi bahwa perpindahan tanah akibat pemancangan tiang menghasilkan tekanan lateral pasif pada kedalaman berapapun dan rata-rata perlawanan kulit tiang.

$$Q_s = p \cdot L \cdot \lambda(\bar{\sigma}_o' + 2 c_u)$$

Dimana

$\bar{\sigma}_o'$ = rata-rata tekanan vertikal efektif pada kedalaman embedment

c_u = rata-rata kuat geser *undrained*

λ = nilai variasi λ

2) Metode α

Menurut metode α , unit ketahanan selimut pada tanah lempung dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Q_s = \sum \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot L$$

Dimana

α = empiris faktor adesi

3) Metode β

$$Q_s = \sum f \cdot p \cdot \Delta L$$

Untuk normally consolidated clays,

$$f = (1 - \sin \phi'_R) \tan \phi'_R \sigma'_o$$

dan untuk overconsolidated clays,

$$f = (1 - \sin \phi'_R) \tan \phi'_R \sigma'_o \sqrt{OCR} \sigma'_o$$

2.3.4 Daya Dukung Tiang dari Uji Penetrasi Standar (SPT)

Walaupun ada beberapa kendala pada hasil dari SPT, test ini merupakan salah satu test yang sering digunakan pada hasil dari pengujian langsung dalam praktek geoteknik.

Tabel 1 menyajikan lima metode SPT umum untuk memperkirakan kapasitas tiang pancang.

Tabel 1 Metode SPT untuk prediksi kapasitas dukung tiang

Metode	Tahanan Ujung Tiang (Q_b) dan Tahanan Selimut Tiang (Q_s)
Aoki-Velloso (1975)	Q_b (Mpa) = $(k/F_1)N_b$ Q_s (kPa) = $(\alpha k/F_2)N_s$
Mayerhof (1976)	$m N_b \leq (\frac{L}{D}) Q_b$ (Mpa) = $k N_b$ Q_s (kPa) = $(n_s N_s)$
Bazaraa & Kurkur (1986)	Q_b (Mpa) = $n_b N_b$ Q_s (kPa) = $n_s N_s$
Decourt (1995)	Q_b (Mpa) = $k_b N_b$ Q_s (kPa) = $\alpha (2.8 N_s + 10)$
Shariatmadari et al. (2008)	Q_b (Mpa) = $0.385 N_b$ Q_s (kPa) = $3.65 N_s$

Sumber: (Shooshpasha, 2013)

2.4 Faktor Aman Tiang Pancang

Besarnya beban kerja (*working load*) atau daya dukung ijin tiang (Q_a) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai daya dukung batas (Q_u) dibagi dengan faktor aman (F).

$$Q_a = \frac{Q_b}{3} + \frac{Q_s}{1,5}$$

2.5 Efisiensi Tiang

Salah satu dari persamaan-persamaan efisiensi tiang, yang disarankan oleh *Converse-Labarre Formula*, untuk perhitungan jumlah tiang genap persamaan efisiensi tiang sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90.m.n'}$$

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 ke pusat tiang
- d = diameter tiang

2.6 Penurunan

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)}$$

Dimana

- $S_{e(1)}$ = penurunan elastis tiang

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p}$$

Dimana

Q_{wp} = Beban yang bekerja pada ujung tiang

Q_{ws} = Beban yang bekerja pada selimut tiang

$$\xi = (0.5 - 0.67)$$

A_p = Luas penampang tiang

L = Panjang tiang

E_p = Modulus elastisitas material tiang

- $S_{e(2)}$ = penurunan tiang yang disebabkan oleh beban di ujung tiang

$$S_{e(2)} = \frac{q_w D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp}$$

D = Diameter tiang

q_w = Daya dukung ujung per satuan luas

E_s = Modulus elastisitas tanah pada atau bawah tiang

μ_s = Poison rasio tanah

I_{wp} = Faktor pengaruh = 0.85

- $S_{e(3)}$ = penurunan tiang yang disebabkan oleh beban di sepanjang selimut tiang

$$S_{e(3)} = \frac{(Q_{ws})D}{pL} \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

p = keliling tiang

L = panjang tanah timbunan tiang

I_{ws} = faktor pengaruh

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}}$$

2.7 Daya Dukung Lateral

- Metode Broms

Diasumsikan kepala tiang tidak terjepit atau terjepit ke dalam pelat penutup kepala tiang kurang dari 60 cm, McNulty (1956)

mendefinisikan tiang tersebut termasuk tiang ujung bebas (*free end pile*).

Dengan mengambil momen terhadap ujung bawah,

$$H_u = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)\gamma dL^3 K_p}{e+L}$$

Dimana :

- γ = berat isi tanah (kg/m^3)
- L = panjang tiang (m)
- K_p = koefisien tekanan tanah pasif
- e = jarak beban ke permukaan tanah (m)
- d = diameter tiang (m)

Mencari jarak momen maksimum

$$f = 0.82 \sqrt{\frac{H}{u} k_p \gamma}$$

Sehingga momen maksimum dapat dinyatakan

$$M_{\text{maks}} = H_u (e+2f/3)$$

2.8 Rencana Anggaran Biaya

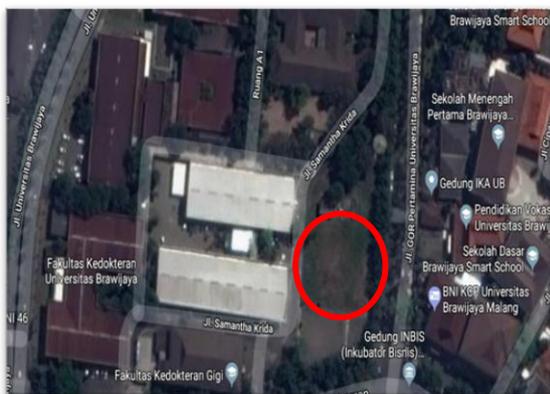
Rincian biaya yang diperhitungkan meliputi biaya:

1. Pengadaan (Biaya sewa alat dan biaya pekerja)
2. Pemancangan (Biaya yang diperhitungkan dalam pemancangan)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di jalan Veteran (Univeritas Brawijaya) Kota Malang, Jawa Timur.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

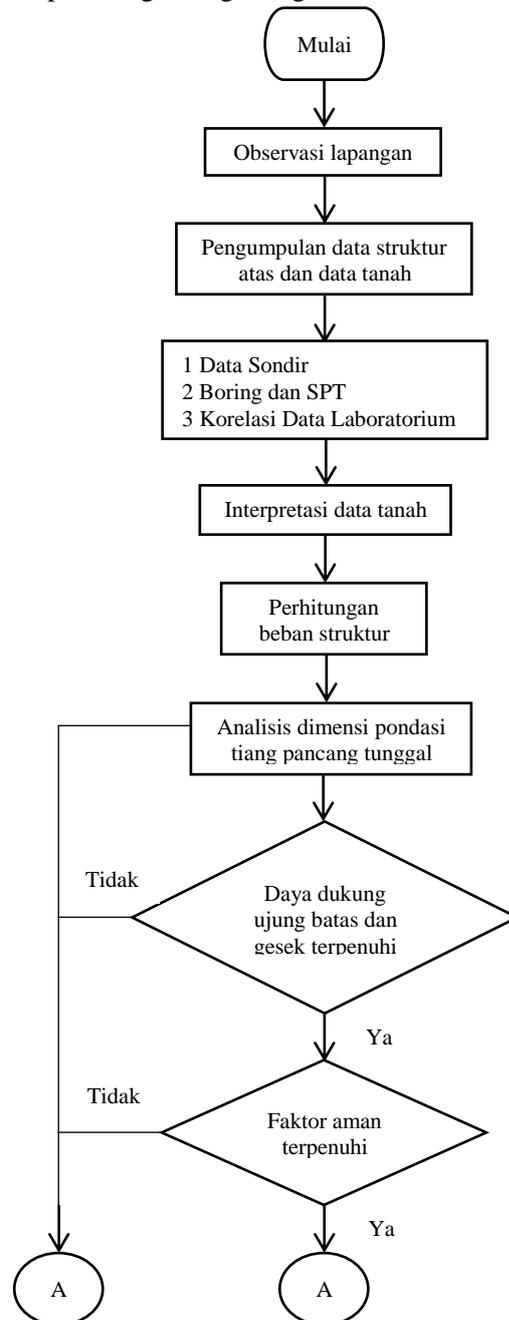
3.2 Data Penelitian

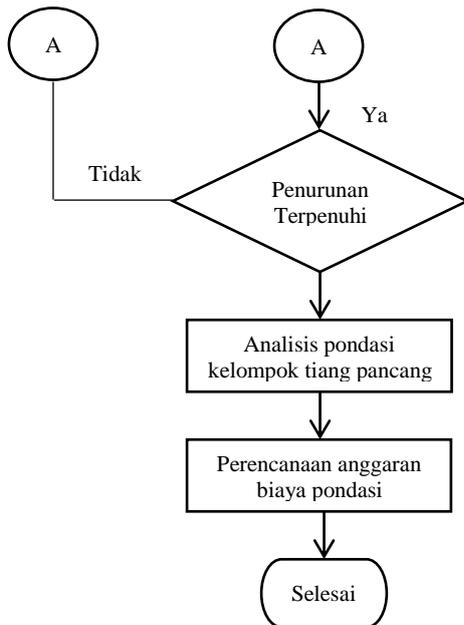
Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data yang didapatkan melalui

konsultan perencana pembangunan gedung RSGM UB. Data yang didapatkan berupa data lapangan yaitu: data SPT dan sondir, dan data laboratorium berupa parameter tanah: ϕ , c , dan γ .

3.3 Perhitungan Beban Struktur Atas dan Pondasi Tiang Bor

Pada perhitungan beban struktur atas dan pondasi tiang bor telah didapatkan melalui data sekunder melalui konsultan perencana pembangunan gedung RSGM UB.





Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pondasi Tiang Pancang

4.1.1 Daya Dukung Menggunakan Data Laboratorium

Data-data yang ditentukan

$$H \text{ tiang} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tiang} = 0.4 \text{ m}$$

Tabel 2 Hasil perhitungan daya dukung dari data laboratorium menggunakan beberapa metode

Daya Dukung Tiang (kN)			
Metode	Q _b (kN)	Metode	Q _s (kN)
Mayerhof	1404.294	α	585.949
Vesic	1305.762	λ	615.117
Coyle and Castello	1149.544	β	506.432
Rata-rata	1286.534	Rata-rata	569.166

Daya dukung batas tiang

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= 1286.534 + 569.166 \\ &= 1855.700 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{2.5} \\ &= \frac{1855.7}{2.5} \\ &= 742.28 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.1.2 Daya Dukung Menggunakan Data Laboratorium SPT

Data-data yang ditentukan

$$H \text{ tiang} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tiang} = 0.4 \text{ m}$$

Tabel 3 Hasil perhitungan daya dukung dari data SPT dari berbagai metode

	Daya Dukung	Q _s (kN)	Q _b (kN)	Q _u (kN)	Q _a (kN)
Metode	Aoki (1975)	2023.645	4.201	2027.846	811.138
	Mayerhof (1976)	1270.785	0.348	1271.133	508.453
	Bazaraa (1986)	1164.886	0.377	1165.263	466.105
	Decourt (1995)	1026.881	2.592	1029.473	411.789
	Shariat madari (2007)	2125.917	3.071	2128.987	851.595

Rata-rata daya dukung ijin dari perhitungan SPT adalah :

$$Q_s = 1522.423 \text{ kN}$$

$$Q_b = 2.118 \text{ kN}$$

$$Q_u = 1524.541 \text{ kN}$$

Didapatkan daya dukung ijin yaitu :

$$Q_a = \frac{1524.541}{2.5} = 609.816 \text{ kN}$$

4.1.3 Efisiensi Tiang

Dari perhitungan efisiensi tiang didapatkan jumlah tiang paling banyak untuk menumpu dari beban kolom terbesar yaitu berjumlah 10 tiang.

4.1.4 Penurunan Tiang

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)}$$

- S_{e(1)} = Penurunan elastis tiang

$$\begin{aligned} &= \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \\ &= 2.8 \text{ cm} \end{aligned}$$

- S_{e(2)} = Penurunan tiang yang disebabkan oleh beban ujung tiang

$$\begin{aligned} &= \frac{q_w D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \\ &= 5.4 \text{ cm} \end{aligned}$$

- S_{e(3)} = Penurunan tiang yang disebabkan oleh beban disepanjang selimut tiang

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{Q_{ws}}{pL}\right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws} \\ &= 7.6 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Penurunan total tiang S_e = 2.8 + 5.4 + 7.6 = 15.8 cm

4.1.5 Daya Dukung Lateral

- Metode Broms

Dengan mengambil momen terhadap ujung bawah,

$$H_u = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)\gamma dL^3 K_p}{e+L}$$

$$= 1496.873 \text{ m}$$

Mencari jarak momen maksimum

$$f = 0.82 \sqrt{\frac{H}{u} k_p \gamma}$$

$$= 9.277 \text{ m}$$

Sehingga momen maksimum dapat dinyatakan

$$M_{\text{maks}} = H_u (e+2f/3)$$

$$= 9257.661 \text{ kNm}$$

4.2 Pondasi Tiang Bor

Dari data perhitungan tiang bor yang didapatkan dari konsultan perencana dimana perencanaan tiang dipakai diameter 80 cm dengan kedalaman 13.25 m didapatkan daya dukung 1 tiang sebesar 188.40 ton. Dimana jumlah tiang untuk menahan beban kolom terbesar yaitu berjumlah 3 tiang.

4.3 Rancangan Anggaran Biaya Pondasi

4.3.1 Pondasi Tiang Pancang

Tabel 4 Rancangan anggaran biaya pondasi tiang pancang

No.	Pekerjaan	Jumlah Harga
A.	Pekerjaan Gedung	
A.1	Pekerjaan Persiapan	Rp 293,787,284.00
A.2	Pekerjaan Tanah	Rp 41,631,358.60
A.3	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp 2,098,744,825.59
A.4	Pekerjaan Struktur Atas	Rp 1,884,151,083.33
	Jumlah Harga	Rp 4,318,314,551.53
	PPn 10 %	Rp 431,831,455.15
	Jumlah harga + PPn	Rp 4,750,146,006.68
	Pembulatan	Rp 4,750,140,000.00

4.3.2 Pondasi Tiang Bor

Tabel 5 Rancangan anggaran biaya pondasi tiang bor

No.	Pekerjaan	Jumlah Harga
A.	Pekerjaan Gedung	
A.1	Pekerjaan Persiapan	Rp 293,787,284.00
A.2	Pekerjaan Tanah	Rp 196,744,467.12
A.3	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp 3,448,120,843.15
A.4	Pekerjaan Struktur Atas	Rp 1,834,080,613.00
	Jumlah Harga	Rp 5,772,733,207.27
	PPn 10 %	Rp 577,273,320.73
	Jumlah harga + PPn	Rp 6,350,006,527.99

	Pembulatan	Rp 6,350,000,000.00
--	-------------------	----------------------------

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Perencanaan pondasi tiang pancang menggunakan perhitungan kapasitas daya dukung ujung batas menggunakan metode Mayerhof, Vesic, dan Coyle and Castello. Sedangkan, dalam perhitungan daya dukung gesek batas menggunakan metode α , λ , dan β yang di dapat dari test laboratorium. Dimana parameter tanah yang digunakan adalah: ϕ , c , dan γ pada kondisi tak terdrainase. Didapatkan daya dukung ijin sebesar 742.28 kN. Selain dari data laboratorium juga didapatkan data dari hasil uji lapangan, yaitu uji *Standard Penetration Test* (SPT) dari berbagai metode yang diusulkan oleh para ahli. Hasil dari perhitungan daya dukung ijin dengan menggunakan uji SPT yaitu sebesar 609.816 kN.

2. Dari hasil perbandingan kedua pondasi tersebut berdasarkan efisiensi biaya maka pondasi tiang pancang lebih efisien dan ekonomis dibandingkan pondasi tiang bor.

3. Berdasarkan perbandingan dan perhitungan harga satuan pekerjaan diperoleh biaya seluruh jenis pekerjaan pemasangan tiang pancang adalah sebesar Rp 4.750.140.000 sedangkan jika menggunakan tiang bor diperoleh total biaya sebesar Rp 6.350.000.000. Dari hasil perbandingan biaya ini dapat dilihat bahwa penggunaan pondasi tiang pancang dapat menghemat biaya sebesar Rp 1.599.860.000

4. Dalam proses pelaksanaannya pondasi tiang bor lebih cepat dibandingkan tiang pancang, dikarenakan pondasi tiang bor hanya membutuhkan 157 buah tiang dibandingkan dengan pondasi tiang pancang yang membutuhkan 330 buah tiang.

5.2. Saran

Untuk pekerjaan pondasi pada pembangunan gedung rumah sakit gigi dan mulut universitas brawijaya ini sebaiknya menggunakan pondasi tiang bor. Walaupun, apabila dilihat dari efisiensi biaya dimana

pondasi tiang pancang lebih murah dengan penghematan biaya sebesar Rp 1.599.860.000. Akan tetapi, jika ditinjau pada aspek pelaksanaan dalam proses pemancangan pondasi tiang pancang hanya dapat dilakukan pada malam hari yang dikarenakan lokasi proyek pembangunan gedung rumah sakit gigi dan mulut universitas brawijaya terletak di dalam wilayah kampus di perkotaan yang padat akan penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M., Das. 2014. *Principles of Foundation Engineering 8th Edition*. Stamford: Global Engineering.
- Bowles, J.E. 1998. *Analisa dan Disain Pondasi*. Jakarta: Erlangga
- Hardiyatmo, H.C. 2008. *Teknik Fondasi II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisa dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Karimpour-Fard, M., Eslami, A. 2013 “*Estimation of vertical bearing capacity of piles using the results CPT and SPT test*”, *Geotechnical and Gephysical Site Characterization 4 – Coutinho & Mayne*, London: Taylor & Francis Group. pp.1057-1062.
- P, B., dan Dimitri Leon. 2012. Thesis: *Stabilitas Tebing pada Proyek Jalan Tol Semarang-Ungaran STA 6+000 sampai STA 6+250*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Shariatmadari, N., Eslami, A., Karimpour-Fard, M. 2008 “*Bearing Capacity Of Driven Piles In Sands From SPT-Applied to 60 Case Histories*”, *Transaction B, Engineering*, Vol. 32, pp.125–140.
- Shooshpasha, I., Hasanzadeh, A., Taghavi, A. 2013 “*Prediction of the Axial Bearing Capacity of Piles by SPT-based and Numerical Design Methods*”, *Int. J. of GEOMATE*, Vol. 4(2), pp.560-564.
- Suroso, dkk. 2007. *Buku Ajar Teknik Pondasi*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Tuan, PHAM. 2016 “*A Simplified Formular For Analysis Group Efficiency of Piles in Granular Soil*”, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol. 7, pp.1-7.
- Vidayanti, D., Simatupang, P., Silalahi, S. 2013 “*Korelasi Nilai N-SPT Dengan Parameter Kuat Geser Tanah Untuk Wilayah Jakarta dan Sekitarnya(133G)*”, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, pp.99-107.