

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 02	NOMER: 02	HALAMAN: 150 - 160	SURABAYA 2017	ISSN: 2252 - 5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	----------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 2 Nomer 2/rekat/17 (2017)	
PEMANFAATAN BATU APUNG DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LUMPUR SIDOARJO (LUSI) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS	
<i>Abdul Ra'uf Alfansuri, Arie Wardhono,</i>	01 – 11
ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN <i>ROYAL CITYLOFT</i> SURABAYA	
<i>M. Alfin Ahfiyatna, Didiek Purwadi,</i>	12 – 23
PENGARUH PENYIRAMAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS <i>PAVING STONE GEOPOLYMER</i> BERBAHAN DASAR ABU TERBANG	
<i>Raditya Eko Kurniawan, Arie Wardhono,</i>	24 – 35
STUDI POLA OPERASI WADUK WONOREJO UNTUK PLTA	
<i>Pandra Christanty Suharto, Kusnan,</i>	36 – 41
ANALISIS NILAI PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMASANGAN DINDING PRECAST PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT	
<i>Fani Febri Dewi Utami, Mas Suryanto HS,</i>	42 – 54
PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PEMASANGAN BEKISTING DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT DI WILAYAH SURABAYA	
<i>Rizky Astri Widyawati, Sutikno,</i>	55 – 76
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA MODEL <i>K-TRUSS</i>	
<i>Ndaru Kusumo, Karyoto,</i>	77 – 86
<i>MODEL HUBUNGAN ANTARA KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN KOMPOSISI LALU LINTAS PADA JALAN PROVINSI DI KABUPATEN MOJOKERTO</i> (Studi Kasus: <i>Jl. Raya Mlirip, Jl. Magersari-Ngares Kidul, Jl. Raya Gempolkerep</i>)	
<i>Rizki Inkasari, Purwo Mahardi,</i>	87 – 97

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ASBES SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELATISITAS BETON <i>Liga Triswasono, Sutikno,</i>	98 – 103
PENGOPTIMALAN PEMASANGAN JARAK ANTAR BAUT TERHADAP TERJADINYA <i>CURLING</i> PADA SAMBUNGAN PELAT <i>Hendry Yudha Pranata, Arie Wardhono,</i>	104 – 111
ANALISA PERBANDINGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM) DAN SISTEM GANDA PADA PERENCANAAN ULANG HOTEL ICON GRESIK TERHADAP LUASAN TULANGAN BALOK DAN KOLOM <i>Yasher Arafat, Sutikno,</i>	112 – 117
PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH GAS ASETILEN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN BATU BATA DITINJAU DARI KUALITAS SESUAI SNI 15-2094-2000 <i>Mohamad Nisfi Fazar Romadhon, Arie Wardhono,</i>	118 – 124
PENGOPTIMALISASIAN PEMASANGAN BAUT PADA TEPI SAMBUNGAN PELAT TARIK <i>Nurul Burhanudin, Arie Wardhono,</i>	125 – 131
PENGARUH VARIASI BENTANG PANJANG BALOK STRUKTUR BETON TERHADAP KINERJA STRUKTUR DENGAN ANALISIS <i>PUSHOVER</i> BERDASARKAN ATC-40 DAN SNI 1726:2012 <i>Mohamad Sahal Rifa'i Chairul Aziz, Arie Wardhono,</i>	132 – 140
PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER MORTAR TANPA SEMEN BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DAN SODIUM HIDROKSIDA 12 MOLAR PADA APLIKASI PASANGAN BATA MERAH <i>Nova Bima Prayogo, Arie Wardhono,</i>	141 – 149
ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DIBANDINGKAN DENGAN DAYA DUKUNG <i>HYDRAULIC JACKING SYSTEM</i> PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG B LPMP PROVINSI JATIM <i>Akbar Setyo Romadhoni, Machfud Ridwan,</i>	150 – 160

ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DIBANDINGKAN DENGAN DAYA DUKUNG *HYDRAULIC JACKING SYSTEM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG B LPMP PROVINSI JATIM

Akbar Setyo Romadhoni

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,
e-mail: akbarsetyor@yahoo.com

Drs. H. Machfud Ridwan, MT

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya,
e-mail: machfud.unesa@gmail.com

Abstrak

Daya dukung tiang pancang didapatkan dari hasil penyelidikan tanah yang dilakukan sebelumnya, dalam menentukan daya dukung tiang pancang ada banyak sekali metode yang digunakan. Dengan banyaknya metode yang digunakan akan banyak variasi hasil yang berbeda-beda oleh karena itu metode yang tepat sangat berpengaruh dengan hasil perencanaan pondasi agar hasilnya maksimal.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data sondir yang mendekati daya dukung "*Hydraulic Jacking System*". Jenis penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan di analisis secara statistik. Sedangkan sasaran penelitian pada penelitian ini adalah analisa dari metode yang digunakan dalam menghitung daya dukung pondasi tiang pancang yang nantinya dibandingkan dengan data bacaan pemancangan yang menggunakan alat *Hidraulic Jacking System*.

Metode dalam penelitian ini berdasarkan data sondir S2, tiap-tiap metode dicari daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s) untuk mencari Qultimate. Setelah perhitungan Qultimate diketahui pada masing-masing metode selanjutnya yaitu membandingkan dengan daya dukung *Hydrulik Jacking System* mana metode yang paling mendekati dengan kenyataan di lapangan. Cara membandingkan antara daya dukung pondasi tiang pancang dengan daya dukung *Hidraulic Jacking System* yaitu dengan mencari selisih penyimpangan terkecil dari kedalaman 1 meter sampai 21 meter. Rata-rata prosentase selisih penyimpangan urutan mulai dari terkecil sampai terbesar adalah Metode Schmartmann sebesar 29,79%, Metode Tumai Fakhroo sebesar 43,93%, Metode Andina sebesar 52,26%, Metode Van Der Ween sebesar 55,93%, Metode Philipponant sebesar 59,97%, Metode Mayerhof sebesar 68,86%. Dengan mempertimbangkan pada nilai kedalaman yang lain dengan kata lain tidak hanya berdasarkan pada penetrasi kedalaman paling ujung yaitu 21 meter, maka metode yang paling mendekati dengan kenyataan di lapangan dengan menggunakan alat *Hydraulic Jacking System* adalah Metode Schmartmann.

Kata kunci : Pondasi, Tiang Pancang dan *Hidraulic Jacking System*.

Abstract

Carrying capacity of the pile obtained from soil investigation carried out previously, in determining the carrying capacity of the pile there are many methods used. With so many methods used will be many variations of the different therefore appropriate methods were significantly associated with outcome foundation design for maximum results.

The purpose of this research was to determine the carrying capacity of pile foundation based on data sondir approaching carrying capacity "Hydraulic Jacking System". This research uses a quantitative method for the research data in the form of figures and statistical analysis. While the research objectives in this study is an analysis of the methods used in calculating the carrying capacity of pile foundation which will be compared with data reading erection that use tools Hydraulic Jacking System.

Methods in this study based on data sondir S2, each method sought carrying capacity of the pole (Q_p) and the carrying capacity of Frictional (Q_s) to find Qultimate. After calculation Qultimate known at each subsequent method that compares with the results of Hydrulik Jacking System which methods are most closely dangan reality on the ground. By comparing the carrying capacity of the pile foundation with carrying capacity Hydraulic Jacking System is to find the difference between the smallest deviation from a depth of 1 meter to 21 meters. The average percentage difference in the sequence deviation from smallest to largest is the method amounted to 29.79% Schmartmann, Tumai method Fakhroo by 43.93%, amounting to 52.26% Andina method, Method of Van Der Ween amounted to 55.93%, methods Philipponant amounting to 59.97%, amounting to 68.86% Mayerhof method. Taking into account the value of the depth of the others, in other words not only based on the penetration depth of the tip is 21 meters, then the method closest to the reality on the ground by using the tool Hydraulic Jacking System is a method Schmartmann.

Keywords: Piling, Piles and Hydraulic Jacking System.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam proyek konstruksi hal yang terpenting dalam sebuah bangunan adalah pondasi. Pondasi merupakan struktur bawah dalam bangunan yang mempunyai fungsi sebagai penyalur beban di atasnya ke lapisan tanah pendukung. Dalam kenyataan di lapangan pondasi mempunyai beragam bentuk yang bermacam-macam akan tetapi berdasarkan jenisnya pondasi terbagi menjadi 2 yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

Pemilihan jenis pondasi didasari oleh beban suatu bangunan dan juga jenis tanahnya. Suatu konstruksi bangunan dengan beban ringan yang mempunyai lapisan tanah yang baik cukup biasanya menggunakan pondasi dangkal, dan sebaliknya apabila beban di atasnya dinilai berat dan jenis lapisan tanahnya kurang baik maka konstruksi tersebut menggunakan pondasi dalam. Pada saat ini telah banyak digunakan berbagai tipe pondasi dalam. Penggunaan disesuaikan dengan besarnya beban, kondisi lokasi/lingkungan, dan lapisan tanah. Nama dari tipe-tipe pondasi sangat beragam bergantung pada individu yang mendefinisikannya. Salah satunya adalah pondasi tiang pancang (driven pile) yaitu jenis tiang yang dipasang dengan cara membuat bahan berbentuk bulat atau bujur sangkar memanjang yang dicetak lebih dulu dan kemudian dipancang atau ditekan ke dalam tanah (Christady, 2010).

Pada pengaplikasiannya tiang pancang ditekan ke dalam tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu menahan beban struktur di atasnya. Daya dukung didapatkan dari hasil penyelidikan tanah yang dilakukan sebelumnya, dalam menentukan daya dukung tiang ada banyak sekali metode yang digunakan. Metode yang sering digunakan diantaranya adalah metode Schmertmann, metode Van Der Ween, metode Philipponant, metode Konvensional, metode Tumai Fakroo (1981) dan metode Andina. Dengan banyaknya metode yang digunakan akan banyak variasi hasil yang berbeda-beda oleh karena itu metode yang tepat sangat berpengaruh dengan hasil perencanaan pondasi agar hasilnya maksimal.

Pada proses pemancangan di lapangan sering kali menggunakan alat hammer dan hidraulik jacking system. Pada alat hammer cara pemancangan yaitu dengan menjatuhkan beban ke tiang pancang seperti dipukul, sedangkan hidraulik jacking system yaitu dengan memberikan tekanan pada tiang pancang. Tetapi pada alat hammer tidak bisa menghasilkan data bacaan tekanan pada tiap meternya, sedangkan apabila menggunakan hidraulik jacking system bisa melihat bacaan tekanan pada tiap meternya.

Dalam penelitian ini penulis mencoba mengkonsentrasikan skripsi ini pada pondasi dalam yaitu

tiang pancang. Data yang digunakan adalah data tanah yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Gedung B LPMP Provinsi Jawa Timur yaitu data sondir dan data bacaan dari alat hidraulik jacking system. Dari data tanah kemudian dihitung menggunakan beberapa metode, hasil dari beberapa metode selanjutnya dibandingkan dengan hasil kenyataan di lapangan yaitu menggunakan alat hidraulik jacking system. Dari hasil yang paling mendekati dengan hasil di lapangan merupakan metode yang tepat dan bisa menjadi acuan bagi konsultan perencana dalam merencanakan pondasi dalam di area ketintang, Surabaya.

Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka permasalahan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah “Bagaimana perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data sondir yang mendekati daya dukung “Hydraulic Jacking System”?”

Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data sondir yang mendekati daya dukung “Hydraulic Jacking System”.

Manfaat

Manfaat diperoleh dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang dari tiap-tiap metode yang paling mendekati dengan daya dukung “Hydraulic Jacking System”.

Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini agar topik bahasan bisa terarah dengan baik maka di sini penulis memberikan batasan-batasan antara lain:

1. Data yang digunakan dalam analisa daya dukung tanah adalah data sondir.
2. Data pemancangan menggunakan bacaan pada alat Hydraulic Jacking system.
3. Metode yang digunakan adalah:
 - a. Metode Schmertmann
 - b. Metode Van Der Ween
 - c. Metode Philipponant
 - d. Metode Mayerhof
 - e. Metode Tumai Fakroo (1981)
 - f. Metode Andina

KAJIAN PUSTAKA

Metode Schmertmann-Nottingham (1975)

$$C_n \text{ rata-rata} = \frac{C_{n1} + C_{n2} + C_{n3}}{3}$$

$$Q_p = C_n \text{ rata-rata} \times A_p$$

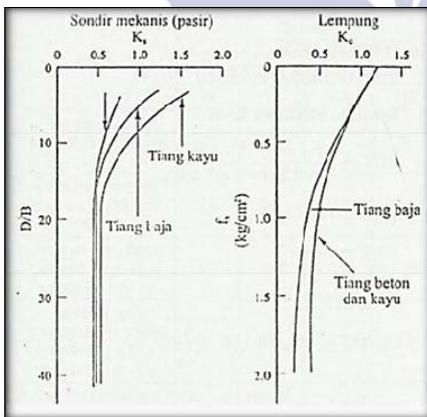
Dimana:

- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- C_{n1} = Nilai rata-rata conus pada kedalaman 4D di bawah ujung tiang
- C_{n2} = Nilai conus minimum pada kedalaman 4D di bawah ujung tiang
- C_{n3} = Nilai rata-rata conus pada kedalaman 8D di atas ujung tiang
- A_p = Luas penampang tiang

$$Q_s = K_c, K_s \left[\sum_{z=0}^{8d} \frac{z}{8d} f_{sx} A_s + \sum_{z=8d}^L f_{sx} A_s \right]$$

Dimana:

- Q_s = Daya dukung selimut tiang
- K_c, K_s = Faktor koreksi gesekan pada selimut untuk lempung (*clay*) dan pasir (*sand*)
= Nilai K_c digunakan apabila nilai local friction < 2
= Nilai K_s digunakan apabila nilai local friction > 2
- A_s = Luas bidang kontak tiap interfal kedalaman F_s
- F_s = Local Friction
- Z = Kedalaman dimana f_s diambil
- D = Diameter tiang
- L = panjang total tiang terbenam
(Sumber: Schmertmann 1975)



Gambar 1. Grafik K_s dan K_c
(sumber: Schmertmann 1975)

Metode Van Der Ween

Menentukan Q_p :

$$Q_p = \frac{q_c}{3\alpha} \cdot A_p$$

dimana,

- A_p = luas penampang ujung tiang
- 3 = angka keamanan unsur Q_p
- α = koefisien tergantung pada jenis tanah dan tiang
- $q_c = \frac{1}{4.6D} \int_{-D}^{3.5D} q_c(z) dz$, dimana,
- q_c = harga rata-rata conus disepanjang 3.5D di atas dasar pondasi sampai 1D dibawah

dasar pondasi (D =diameter)

(sumber: Herman 1999)

Tabel 1. Harga koefisien α dan β

Jenis tanah	Q_c (kpa)	A untuk $\frac{h}{B} \geq 5$		β
		T. Pancang	Tiang bor	
Very soft - Medium Clay	0 - 5000	1.5	1.7	40
Stiff - Hard Clay	5000	1.1	1.25	100
Silt - Loose Sand	0 - 2500	0.6	0.6	10-20
Medium Sand	2500 - 10.000	1.15	1.3	100
Dense - Very Dense Sand	10.000	1.1	1.4	300

(Sumber: Herman 1999)

Menentukan Q_s :

$$q_s = \frac{1}{2} P \int_{\text{dasar tiang}}^{\text{pangkal tiang}} q_s \cdot dz$$

dimana,

- $q_s = \frac{q_c}{\beta}$, jika q_s tidak diukur langsung
- p = keliling tiang
- 2 = angka keamanan
- β = koefisien tergantung pada jenis tanah
(Sumber: Herman 1999)

Metode Philipponant

Menentukan Q_p :

$$Q_p = \frac{Q_p \cdot A}{2}$$

$$q_p = \alpha_p \cdot q_c, \text{ dengan } q_c = \frac{1}{6D} \int_{-3D}^{3D} q_c(z) dz$$

dimana,

- q_c = nilai conus rata-rata sepanjang 3D di atas tiang dan 3D di bawah tiang
- α_p = koefisien
- D = diameter

Tabel 2. Harga Koefisien α_p

Jenis Tanah	α_p
Lempung dan Kapur	0.5
Lanau	0.45
Pasir	0.40
Kerikil	0.35

(Sumber: Herman 1999)

Menentukan Q_s :

$$Q_s = \frac{P}{2} \sum q_s \cdot h_i = \frac{P}{2} JHP$$

dimana,

- P = keliling tiang
- $q_s \cdot h_i$ = lekatan lateral dari lapisan i setebal h_i
(Sumber: Herman 1999)

Metode Mayerhof

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Menentukan Q_p :

$$Q_p = \frac{q_c \cdot A}{F}$$

Dimana,

- q_c = harga conus rata-rata yang diambil 4D dibawah ujung tiang dan 8D di atas ujung tiang
- A = luas penampang ujung tiang

F = angka keamanan

Menentukan Qs:

$$Q_s = \frac{JHP \cdot P}{F}$$

Dimana,

JHP = jumlah hambatan pelekat pada kedalaman yang ditinjau

P = keliling tiang

F = angka keamanan

(Sumber: Rahardjo 1992)

Metode Tumai Fakhroo (1981)

Pada umumnya metode ini digunakan pada tanah lempung lunak. Metode ini merupakan metode Begaman yang disempurnakan.

Menentukan Qp:

$$Q_p = \frac{\frac{qc_1 + qc_2}{2} + qc_3}{2} \cdot A_p$$

Dimana,

Qp = daya dukung ujung tiang

qc1 = nilai qc rata-rata pada kedalaman 4D di bawah ujung tiang

qc2 = nilai qc minimum pada kedalaman 4D di bawah ujung tiang

qc3 = nilai qc rata-rata 8D di atas ujung tiang

Ap = luas penampang pada tanah lempung Qp ± 10% dari nilai Qu

Menentukan Qp:

$$Q_s = f \times L \times P$$

Dimana,

F = nilai unit lekatan = $m \times f_s \leq 0.75 \text{ kg/cm}^2$

fs = nilai lekatan rata-rata = $\frac{JHP}{L}$

JHP = Jumlah Hambatan Pelekat pada kedalaman L

M = koefisien lekatan menggunakan rumus $1 - 9.5 (1 - e^{-9f_s})$ Nilai m berkisar antara 0.5 - 10

P = keliling tiang

Batas-batas untuk harga f:

a. Untuk tanah lembek ($f_s < 0.3 \text{ kg/cm}^2$), harga m harus >1

Untuk mendapatkan f:

- Fs, alat sondir permukaan halus
- F, pile test dilakukan setelah pemancangan pondasi
- $F > f_s$

b. Untuk tanah lempung yang konsistensinya medium sampai kaku (stiff), dimana $f_s > 0.30 \text{ kg/cm}^2$, tingkat kerusakan tanah serta celah yang terjadi antara pondasi tiang dan tanah adalah dominan dari pada penambahan kekuatan akibat pemampatan, sehingga $f < f_s$. Jadi $m < 1$.

(Sumber: Rahardjo 1992)

Metode Andina

$$Q_u = \frac{Q_p + Q_c}{F}$$

F = angka keamanan

Menentukan Qp:

$$Q_p = q_c \times A_p$$

Ap = luas penampang ujung tiang pondasi

$$Q_c = \frac{q_{c0} + \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2}}{2}$$

Dimana,

Qc0 = harga rata-rata perlawanan konus yang diambil mulai dari ujung bawah tiang

qc1 = nilai qc rata-rata pada kedalaman 4D di bawah ujung tiang

qc2 = nilai qc minimum pada kedalaman 4D di bawah ujung tiang

Menentukan Qs:

$$Q_s = f_s \times P \times D = \sum_{z=8B+B}^L f_s \times P$$

Dimana,

Fs = tegangan akibat lekatan lateral rata-rata sepanjang D dari pangkal tiang

D = L - 8B - B' = panjang tiang tertanam efektif

L = panjang tiang sebenarnya

B = diameter dasar tiang

B' = diameter kepala tiang

P = keliling

(Sumber: Herman 1999)

METODE

Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan di analisis secara statistik. Cara untuk mendapatkan data menggunakan metode survei karena data yang di dapat pada penelitian ini merupakan alamiah yang dihasilkan dari lapangan kemudian diolah dengan metode yang telah dipilih dan hasilnya dibandingkan dengan data yang nyata/real yaitu daya dukung Hydraulic Jacking System yang dapat dipakai acuan sebagai perhitungan analisisnya. (Sugiyono, 2012).

Lokasi Penelitian

Data umum dari Proyek Pembangunan Gedung B LPMP Provinsi Jatim:

1. Pemilik Proyek : LPMP Jawa Timur
2. Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung B LPMP Provinsi Jatim
3. Lokasi Proyek : Jalan Ketintang Wiyata Pos Box I Sb, Unesa Surabaya.
4. Konsultan Perencana
 - a. Perusahaan : PT. Tisaga Konsultan

- b. Alamat : Jl. Pandugo Timur XIV/63 Surabaya
5. Konsultan Pengawas
- a. Perusahaan : PT. Bangun Seajar Prima
- b. Alamat : Jl. Kalikepiting 55/4 Surabaya
6. Kontraktor Pelaksana
- a. Perusahaan : PT. Sekawan Sejati Utama
- b. Alamat : Jl. Raya Wiyung No. 5A Surabaya

Sasaran Penelitian

Sasaran penelitian pada penelitian ini adalah analisa dari metode yang digunakan dalam menghitung daya dukung pondasi tiang pancang yang nantinya dibandingkan dengan data bacaan pemancangan yang menggunakan alat Hidraulic Jacking System .

Variabel dan Definisi Operasional

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2010).

Jenis Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (terikat). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode yang digunakan dalam perhitungan data sondir.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah data sondir.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah daya dukung dari *Hydraulic Jacking System*.

Teknik Pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah studi dokumenter (dokumentary study) merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen, baik dokumen tertulis, gambar maupun elektronik (Syaodih, 2012).

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data gambar yaitu denah pondasi untuk mengetahui keberadaan titik tiang pancang
2. Data sondir yaitu data yang digunakan untuk menganalisa beberapa metode yang digunakan, data

sondir yang dipakai di dalam penelitian ini adalah sondir S2

3. Daya dukung Hydraulic Jacking System yaitu data bacaan pada saat pemancangan berupa data tekanan (Mpa), dan gaya (ton) pada penetrasi kedalaman per meter. Daya dukung *Hydraulic Jacking System* yang diperlukan dalam penelitian ini adalah pada joint G1 yang terdapat 6 buah titik tiang pancang.

Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang diunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Analisa perhitungan daya dukung tiang menggunakan data sondir.

Data sondir yang digunakan adalah pada sondir S2. Kemudian dari data sondir dianalisa menggunakan beberapa metode. Metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Metode Schmertmann
- b. Metode Van Der Ween
- c. Metode Philipponant
- d. Metode Mayerhof
- e. Metode Tumai Fakroo (1981)
- f. Metode Andina

Pada tiap-tiap metode dicari Q_p dan Q_s nya kemudian dijumlahkan untuk mencari Q_{ult} . Dari hasil Q_{ult} inilah nantinya dibandingkan dengan daya dukung *Hydraulic Jacking System*

2. Membandingkan dengan daya dukung *Hydraulic Jacking System*

Daya dukung *Hydraulic Jacking System* yang dipakai adalah pada joint G1 yang terdapat 6 titik tiang pancang. Kedalaman pada 1 titik tiang pancang adalah 21 meter. Gaya yang diambil adalah pada penetrasi kedalaman paling ujung yaitu pada kedalaman 21 meter.

Nilai gaya pada penetrasi paling ujung kemudian dirata-rata dengan keenam titik tiang pancang, dari hasil rata-rata itulah yang digunakan sebagai pembanding dengan kesemua metode yang telah dihitung sebelumnya.

Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian berdasarkan diagram alir bisa dijelaskan pada penjelasan sebagai berikut:

1. Menentukan Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan metode dari hasil sondir yang paling mendekati dengan kenyataan di

lapangan menggunakan alat Hydraulic Jacking System.

2. Pemilihan Metode

Metode yang dipakai yaitu berdasarkan data tanah yang diperoleh di lapangan yaitu data sondir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah:

- a. Metode Schmertmann
- b. Metode Van Der Ween
- c. Metode Philipponant
- d. Metode Mayerhof
- e. Metode Tumai Fakroo (1981)
- f. Metode Andina

3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan menggunakan data sekunder yaitu data sondir S2 dan daya dukung Hydraulic Jacking System pada joint G1 yang terdapat 6 titik tiang pancang. Selanjutnya data sondir diperlukan untuk menghitung metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini. Sedangkan daya dukung Hydraulic Jacking System yaitu data hasil pemancangan dari keenam titik yang diperoleh di lapangan.

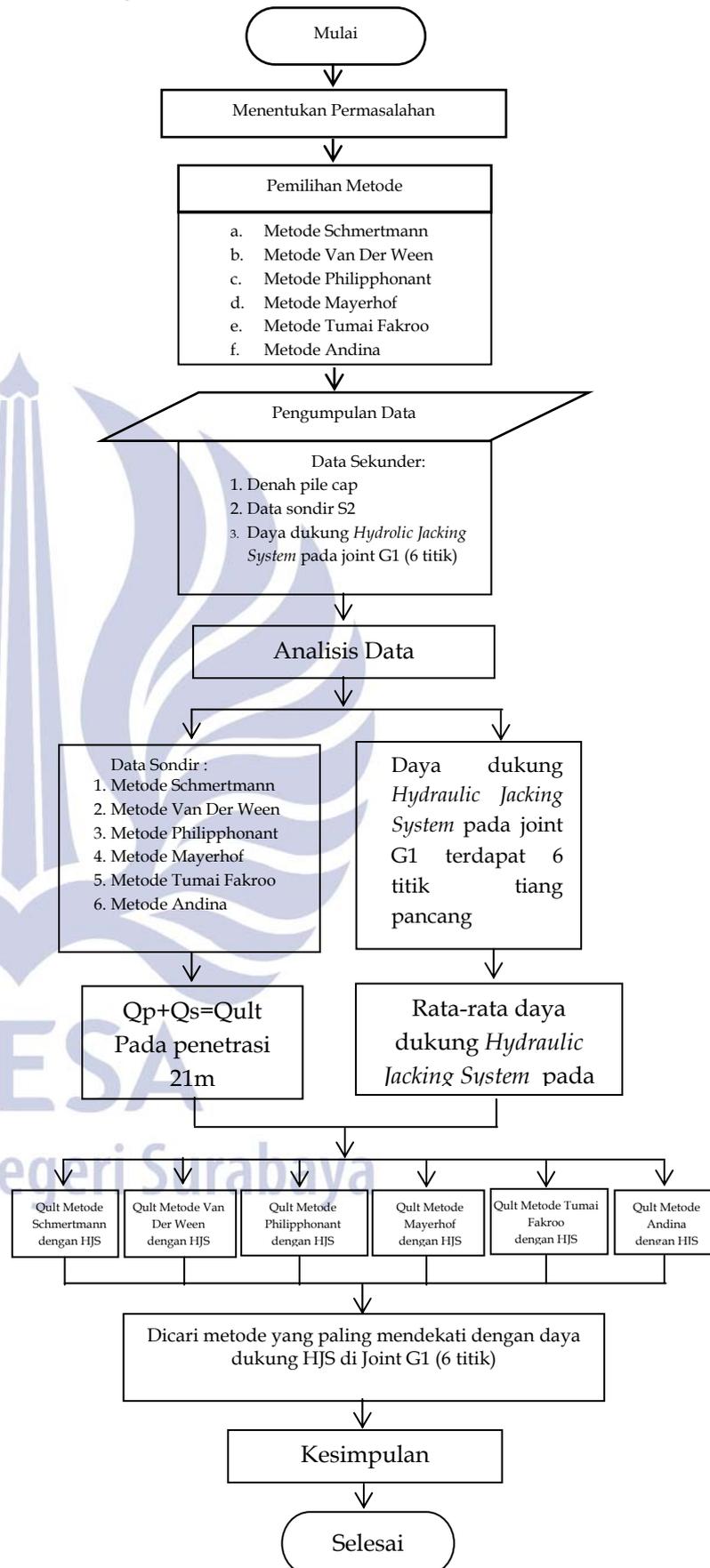
Dari kedua data ini yang nantinya dianalisa untuk kemudian diketahui mana metode yang paling mendekati dengan kenyataan dilapangan.

4. Analisis Data

Tahapan analisis data adalah sebagai berikut:

- a. Dari data sondir S2 kemudian dihitung pada masing-masing metode dicari Q_p dan Q_s
- b. Dari Q_p dan Q_s dijumlahkan untuk mendapatkan Q_{ult}
- c. Setelah nilai Q_{ult} pada masing-masing metode diketahui selanjutnya yaitu menghitung rata-rata nilai pada daya dukung Hydraulic Jacking System.
- d. Dari keenam titik diambil penetrasi kedalaman paling ujung yaitu pada kedalaman 21 meter, kemudian pada keenam titik tersebut nilai penetrasi pada kedalaman 21 meter dirata-rata untuk mendapatkan hasil dari nilai yang mewakili titik pada joint G1
- e. Tahapan yang terakhir yaitu membandingkan dari keenam metode tersebut mana metode yang paling mendekati dari rata-rata nilai dari daya dukung Hydraulic Jacking System pada joint G1.

Diagram alir pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah berupa perhitungan daya dukung tiang pancang dari hasil data sondir. Data sondir yang dipakai dalam penelitian ini adalah sondir S2 dikarenakan titik-titik tiang pancang yang akan dianalisa berada tepat di area sondir S2. Perhitungan metode-metode dalam penelitian ini berdasarkan hasil data sondir S2, tiap-tiap metode dicari daya dukung ujung tiang (Qp) dan daya dukung selimut tiang (Qs) untuk mencari Qultimate. Setelah perhitungan Qultimate diketahui pada masing-masing metode selanjutnya yaitu membandingkan dengan hasil daya dukung *Hydraulic Jacking System* mana metode yang paling mendekati dengan kenyataan di lapangan.

A. Hasil Penelitian

1. Analisa Data Sondir dan Daya Dukung *Hidraulic Jacking System*

Terdapat 3 data sondir yang dipakai dalam penyelidikan tanah pada Proyek Pembangunan Gedung B LPMP Provinsi Jawa Timur. Akan tetapi pada penelitian ini yang dipakai adalah data sondir S2. Sedangkan daya dukung *Hydraulick Jacking System* yang dipakai adalah pada Joint G1, terdapat 6 titik tiang pancang berada pada Joint G1. Daya dukung *Hidraulic Jacking System* bisa dilihat pada Tabel 10.

2. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Dari Data Sondir

Ada 6 metode yang dipakai untuk menghitung daya dukung tiang pancang dalam penelitian ini yaitu

- Metode Schmertmann, hasil dari daya dukung Qult bisa dilihat pada Tabel 3
- Metode Van Der Ween, hasil dari daya dukung Qult bisa dilihat pada Tabel 4
- Metode Philliponant, hasil dari daya dukung Qult bisa dilihat pada Tabel 5
- Metode Mayerhof hasil dari daya dukung dan Qult bisa dilihat pada Tabel 6
- Metode Tumai Fakhroo hasil dari daya dukung Qult bisa dilihat pada Tabel 7
- Metode Andina hasil dari daya dukung Qult bisa dilihat pada Tabel 8

Tabel 3. Daya Dukung Qult Metode Schmertmann

Ked	QP	QS	Qult
(m)	(kg)	(kg)	(ton)
0	0	0	0
1	3916,67	549,6	4466,27
2	6500	2771,2	9271,2
3	6126,89	5903,2	12030,09
4	4978,69	8657,2	13635,89
5	2717,8	9737,2	12455
6	4024,62	11225,2	15249,82
7	3399,62	14311,2	17710,82
8	3004,26	16317,2	19321,46
9	2398,2	17805,2	20203,4
10	2485,8	19661,2	22147
11	3283,62	21851,2	25134,82
12	4469,7	24455,2	28924,9
13	5518,47	27447,2	32965,67
14	6865,53	31159,2	38024,73
15	10899,62	35643,2	46542,82
16	12705,97	40357,2	53063,17
17	13740,53	45463,2	59203,73
18	14164,3	50747,2	64911,5
19	17308,24	56511,2	73819,44
20	19739,58	62391,2	82130,78
21	21264,2	68271,2	89535,4

Tabel 4. Daya Dukung Qult Metode Van Der Ween

Ked	Qp	Qs	Qult
(m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	2	3	4
0	0	0	0
1	1562,5	700	2262,5
2	4843,75	2200	7043,75
3	4375	4000	8375
4	2617,19	5500	8117,19
5	1210,94	6000	7210,94
6	1250	6700	7950
7	4257,81	8600	12857,81
8	1031,25	9600	10631,25
9	888,02	10300	11188,02
10	1088,54	11200	12288,54
11	1317,71	12300	13617,71
12	1833,33	13700	15533,33
13	2291,67	15400	17691,67
14	2578,13	17800	20378,13
15	4239,58	22100	26339,58
16	5500	27000	32500
17	5270,83	32700	37970,83
18	5356,77	38700	44056,77
19	6674,48	45500	52174,48
20	8135,42	52500	60635,42
21	8164,06	59500	67664,06

Tabel 5. Daya Dukung Qult Metode Philliponant

Keda-laman	Qp	Qs	Qult
(m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	2	3	4
0	625	0	625
1	1475,69	700	2175,69
2	2430,56	2200	4630,56
3	1909,72	4000	5909,72
4	1059,03	5500	6559,03
5	520,83	6000	6520,83
6	1788,19	6700	8488,19
7	1979,17	8600	10579,17
8	625	9600	10225
9	625	10300	10925
10	781,25	11200	11981,25
11	972,22	12300	13272,22
12	1336,81	13700	15036,81
13	1597,22	15400	16997,22
14	2083,33	17800	19883,33
15	3263,89	22100	25363,89
16	3715,28	27000	30715,28
17	3593,75	32700	36293,75
18	3871,53	38700	42571,53
19	4878,47	45500	50378,47
20	5590,28	52500	58090,28
21	5677,08	59500	65177,08

Tabel 7 Daya Dukung Qult Metode Tumai Fakhroo

Keda-laman	Qp	Qs	Qult
(m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	2	3	4
0	0	0	0
1	4375	724,4	5099,4
2	6980,11	2200	9180,1
3	7113,64	4000	11113,6
4	4951,7	5500	10451,7
5	2852,27	6000	8852,3
6	4448,86	6700	11148,9
7	4463,07	8600	13063,1
8	4409,09	9600	14009,1
9	2463,07	10300	12763,1
10	2687,5	11200	13887,5
11	3565,34	12300	15865,3
12	4923,3	13700	18623,3
13	5920,45	15400	21320,5
14	7150,57	17800	24950,6
15	11750	22100	33850
16	13085,23	27000	40085,2
17	14164,77	32700	46864,8
18	14562,5	38700	53262,5
19	17900,57	45500	63400,6
20	20372,16	52500	72872,2
21	21835,23	59500	81335,2

Tabel 6. Daya Dukung Qult Metode Mayerhof

Keda-laman	Qp	Qs	Qult
(m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	2	3	4
0	0	0	0
1	2317,71	280	2597,71
2	2643,23	880	3523,23
3	2031,25	1600	3631,25
4	1158,85	2200	3358,85
5	1757,81	2400	4157,81
6	1744,79	2680	4424,79
7	1783,85	3440	5223,85
8	911,46	3840	4751,46
9	924,48	4120	5044,48
10	1210,94	4480	5690,94
11	1562,5	4920	6482,5
12	1914,06	5480	7394,06
13	2630,21	6160	8790,21
14	3606,77	7120	10726,77
15	4401,04	8840	13241,04
16	4869,79	10800	15669,79
17	5117,19	13080	18197,19
18	5963,54	15480	21443,54
19	6757,81	18200	24957,81
20	7539,06	21000	28539,06
21	8050,6	23800	31850,6

Tabel 8. Daya Dukung Qult Metode Andina

Keda-laman	Qp	Qs	Qult
(m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	2	3	4
0	0	0	0
1	4375	9920	14295
2	6980	22320	29300
3	7114	17360	24474
4	4952	9920	14872
5	2852	7440	10292
6	4449	9920	14369
7	4463	14880	19343
8	4409	4960	9369
9	2463	7440	9903
10	2688	12400	15088
11	3565	9920	13485
12	4923	17360	22283
13	5920	24800	30720
14	7151	22320	29471
15	11750	52080	63830
16	13085	49600	62685
17	14165	49600	63765
18	14563	59520	74083
19	17901	69440	87341
20	20372	69440	89812
21	21835	69440	91275

B. Pembahasan

Hasil yang diperoleh dari masing-masing metode berbeda-beda. Perbedaan ini didasari oleh perhitungan rumus yang berbeda-beda pula pada tiap metodenya. Dari hasil yang telah diperoleh dari masing-masing metode yaitu dengan mencari daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s) yang kemudian dijumlahkan untuk mengetahui nilai dari Qult.

1. Perhitungan Rata-rata Hydraulic Jacking System

Tahap selanjutnya yaitu membandingkan dari nilai Qult masing-masing metode dengan nilai Hydraulic Jacking System pada joint G1 yang terdapat 6 titik. Untuk mempermudah dalam membandingkan dari ke 6 titik tersebut dicari rata – rata gaya pada masing – masing kedalaman. Hasil rata-rata daya dukung Hydraulic Jacking bisa dilihat pada Tabel 9 dibawah ini:

Tabel 9. Rata-rata Daya Dukung Hydraulic Jacking System

Ked	Gaya						Rata-rata
	18	19	20	21	22	23	
Meter	Ton						
1	5,13	5,13	5,13	5,13	5,13	10,26	5,99
2	5,13	10,26	5,13	10,26	10,26	15,39	9,41
3	10,26	10,26	15,39	10,26	10,26	17,96	12,4
4	15,39	20,52	23,09	20,52	20,52	20,52	20,09
5	20,52	23,09	25,65	23,09	23,09	23,09	23,09
6	25,65	25,65	33,35	25,65	25,65	25,65	26,93
7	28,22	33,35	35,91	33,35	28,22	30,78	31,64
8	30,78	35,91	41,04	35,91	33,35	28,22	34,2
9	35,91	41,04	43,61	41,04	35,91	35,91	38,9
10	38,48	41,04	46,17	46,17	38,48	35,91	41,04
11	41,04	46,17	51,3	48,74	41,04	41,04	44,89
12	46,17	51,3	53,87	51,3	46,17	46,17	49,16
13	51,3	51,3	61,56	61,56	46,17	51,3	53,87
14	53,87	61,56	66,69	64,13	53,87	53,87	59
15	56,43	71,82	69,26	71,82	66,69	66,69	67,12
16	61,56	79,52	74,39	79,52	71,82	71,82	73,1
17	71,82	82,08	76,95	82,08	76,95	79,52	78,23
18	79,52	87,21	82,08	87,21	82,08	82,08	83,36
19	82,08	89,78	87,21	89,78	84,65	82,08	85,93
20	87,21	92,34	94,91	92,34	87,21	87,21	90,2
21	92,34	97,47	97,47	97,47	92,34	92,34	94,91

Cara membandingkan antara daya dukung dari berbagai metode dengan daya dukung Hydraulic Jacking System adalah dengan menghitung prosentase selisih penyimpangan. Berikut ini adalah contoh perhitungan selisih penyimpangan pada masing-masing metode.

2. Perhitungan Prosentase Selisih Penyimpangan Dari Masing-masing Metode Dengan Daya Dukung Hydraulic Jacking System

Selisih penyimpangan:

$$\text{Rata-rata Hydraulic Jacking System} = X$$

$$\text{Qult} = Y$$

Selisih Penyimpangan

$$= (\text{selisih antara X dan y } [(X-Y)\text{atau}(Y-X)] / X \times 100$$

Hasil perhitungan selisih penyimpangan pada masing-masing metode bisa dilihat pada Tabel 10.

3. Analisa Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Daya Dukung Hydraulic Jacking System

Prosentase penyimpangan pada masing-masing metode berbeda tiap kedalaman. Pada kedalaman paling ujung yaitu pada kedalaman 21 meter prosentase selisih penyimpangan urutan mulai dari terkecil sampai terbesar adalah Metode Andina sebesar 3,82%, Metode Schmartzmann sebesar 5,66%, Metode Tumai Fakhroo sebesar 14,30%, Metode Van Der Ween sebesar 28,70%, Metode Philipponant sebesar 31,32%, dan Metode Mayerhof sebesar 49,72%.

Akan tetapi apabila selisih prosentase penyimpangan dilihat pada penetrasi kedalaman yang lain hasilnya berbeda. Berikut ini adalah perhitungan rata-rata selisih penyimpangan dari kedalaman 1 meter sampai 21 meter pada metode Schmartzmann:

$$\text{Jml selisih} = 625,68\%$$

$$\text{Jml kedalaman} = 21$$

Penyimpangan rata-rata :

$$= (\text{Jumlah Selisih penyimpangan}) / (\text{Jumlah kedalaman})$$

$$= 625,68 / 21 = 29,79\%$$

Pada metode yang lain cara perhitungan sama dengan perhitungan metode yang lain. Meskipun pada kedalaman paling ujung prosentase selisih penyimpangan terkecil adalah Metode Andina, akan tetapi pada penetrasi kedalaman yang lain rata-rata prosentase selisih penyimpangan urutan mulai dari terkecil sampai terbesar adalah Metode Schmartzmann sebesar 29,79%, Metode Tumai Fakhroo sebesar 43,93%, Metode Andina sebesar 52,26%, Metode Van Der Ween sebesar 55,93%, Metode Philipponant sebesar 59,97%, Metode Mayerhof sebesar 68,86%. Berikut ini adalah Tabel 10 yang merupakan tabel perhitungan selisih penyimpangan daya dukung pondasi tiang pancang dari berbagai metode.

Tabel 10 Presentase Selisih Penyimpangan Daya Dukung Tiang Pancang Dari Berbagai Metode

Ked.	Schmertmann		Van Der Ween		Philliponant		Mayerhof		Tumai Fakhroo		Andina		Hidraulic Jacking
	Qult	Selisih	Qult	Selisih	Qult	Selisih	Qult	Selisih	Qult	Selisih	Qult	Selisih	
m	ton	%	ton	%	ton	%	ton	%	ton	%	ton	%	ton
1	4,47	25,38%	2,26	62,20%	2,18	63,65%	2,78	53,48%	5,1	14,80%	14,3	138,85%	5,99
2	9,27	1,42%	7,04	25,11%	4,63	50,76%	4,11	56,30%	9,18	2,39%	29,3	211,54%	9,41
3	12,03	2,96%	8,38	32,45%	5,91	52,33%	4,7	62,11%	11,11	10,36%	24,47	97,41%	12,4
4	13,64	32,13%	8,12	59,60%	6,56	67,36%	4,83	75,98%	10,45	47,98%	14,87	25,98%	20,09
5	12,46	46,05%	7,21	68,76%	6,52	71,75%	5,76	75,06%	8,85	61,65%	10,29	55,42%	23,09
6	15,25	43,38%	7,95	70,48%	8,49	68,48%	6,21	76,94%	11,15	58,60%	14,37	46,65%	26,93
7	17,71	44,02%	12,86	59,36%	10,58	66,56%	7,52	76,24%	13,06	58,71%	19,34	38,86%	31,64
8	19,32	43,50%	10,63	68,91%	10,23	70,10%	7,38	78,43%	14,01	59,04%	9,37	72,60%	34,2
9	20,2	48,07%	11,19	71,24%	10,93	71,92%	7,79	79,97%	12,76	67,19%	9,9	74,54%	38,9
10	22,15	46,04%	12,29	70,06%	11,98	70,81%	8,68	78,86%	13,89	66,16%	15,09	63,24%	41,04
11	25,13	44,00%	13,62	69,66%	13,27	70,43%	9,76	78,25%	15,87	64,66%	13,49	69,96%	44,89
12	28,92	41,16%	15,53	68,40%	15,04	69,41%	11,05	77,53%	18,62	62,12%	22,28	54,67%	49,16
13	32,97	38,80%	17,69	67,16%	17	68,44%	12,9	76,06%	21,32	60,42%	30,72	42,97%	53,87
14	38,02	35,55%	20,38	65,46%	19,88	66,30%	15,47	73,77%	24,95	57,71%	29,47	50,05%	59
15	46,54	30,65%	26,34	60,76%	25,36	62,21%	19,13	71,49%	33,85	49,57%	63,83	4,90%	67,12
16	53,06	27,41%	32,5	55,54%	30,72	57,98%	22,87	68,72%	40,09	45,17%	62,69	14,25%	73,1
17	59,2	24,32%	37,97	51,46%	36,29	53,61%	26,92	65,59%	46,86	40,10%	63,76	18,49%	78,23
18	64,91	22,13%	44,06	47,15%	42,57	48,93%	31,76	61,90%	53,26	36,11%	74,08	11,13%	83,36
19	73,82	14,09%	52,17	39,28%	50,38	41,37%	37,09	56,83%	63,4	26,22%	87,34	1,64%	85,93
20	82,13	8,95%	60,64	32,78%	58,09	35,60%	42,54	52,84%	72,87	19,21%	89,81	0,43%	90,2
21	89,54	5,66%	67,66	28,70%	65,18	31,32%	47,72	49,72%	81,34	14,30%	91,28	3,82%	94,91
Jml Sel. Rata2		625,68%		1174,52%		1259,34%		1446,06%		922,44%		1097,40%	
Sel. Rata2		29,79%		55,93%		59,97%		68,86%		43,93%		52,26%	

Dengan mempertimbangkan pada nilai kedalaman yang lain dengan kata lain tidak hanya berdasarkan pada penetrasi kedalaman paling ujung yaitu 21 meter, maka dengan begitu dapat disimpulkan metode yang paling mendekati dengan kenyataan di lapangan dengan menggunakan alat *Hydraulic Jacking System* adalah Metode Schmartzmann.

Banyak faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai pada masing-masing metode salah satunya adalah faktor angka keamanan. Pada tiap-tiap metode mempunyai faktor keamanan yang berbeda-beda. Metode Andina dan Metode Schmartzmann tidak menyertakan angka keamanan pada perhitungan rumusnya. Akan tetapi pada kedua metode tersebut untuk mencari daya dukung ujung tiang conus yang diambil adalah Cn minimal.

PENUTUP Simpulan

Simpulan hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada tiap-tiap metode berbeda-beda. Pada kedalaman paling bawah yaitu 21 meter nilai daya dukung yang paling mendekati adalah Metode Andina dengan prosentase selisih penyimpangan sebesar 3,82%, sedangkan pada kedalaman yang lain apabila di rata-rata prosentase yang terkecil adalah pada Metode Schmartzmann sebesar 29,79%.

Dengan mempertimbangkan pada nilai kedalaman yang lain dengan kata lain tidak hanya berdasarkan pada penetrasi kedalaman paling ujung yaitu 21 meter, maka dengan begitu dapat disimpulkan bahwa metode yang paling mendekati dengan kenyataan di lapangan dengan menggunakan alat *Hydraulic Jacking System* dan yang paling efisien adalah Metode Schmartzmann.

Saran

1. Penelitian ini masih dari kata sempurna oleh sebab itu perlu dilakukan pengembangan untuk menyempurnakan kekurangan dalam penelitian ini. Beberapa saran tersebut adalah sebagai berikut:
2. Variasi bentuk tiang pancang dan juga jenis tiang pancang bisa dikembangkan dimaksudkan agar metode yang telah dihitung pada penelitian ini dapat diketahui secara akurat.
3. Penambahan variasi panjang tiang agar dapat diketahui perubahan daya dukung yang dialami tiang pancang.
4. Penelitian ini masih bisa dikembangkan dengan membandingkan metode-metode yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmanto, Dwi Indrastono. 2002. *Rekayasa Pondasi II*. Bandung: Gunadarma
- Bowles, Joseph E. 1983. *Analisa Dan Desain Pondasi Jilid I Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Braja, M. Das. 1990. *Principles Of Foundation Engineering*. Boston: Publishing Company
- Rahardjo, Paulus Pramono. 1992. *Uji Sondir: Interpretasi dan Aplikasinya Untuk Perancangan Pondasi*. Bandung: Geotechnical Research Centre-Parahyangan Catholic
- Sardjono HS. 1988, *Pondasi Tiang Pancang Jilid I*, Sinar Jaya Surabaya: Wijaya .
- _____. 1988, *Pondasi Tiang Pancang Jilid II*, Sinar Jaya Surabaya: Wijaya .
- Schmertmann, J. H. 1978, *Guidelines for cone penetration test, performance and design*. U.S. Department of Transportation, Washington, DC: Report No. FHWA-TS-78-209, 145 p.
- Syaodih, Nana Sukmadinata. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset
- Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember