

SKRIPSI

**STUDI MEKANISME PEMANCANGAN TIANG
BERDASARKAN 'SHEAR VISCOSITY' LEMPUNG
LUNAK (METODE MAHAJAN DAN BUDHU, 2006)**



**KRISNA SANJAYA UTOMO
NPM : 2013410079**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

SKRIPSI

**STUDI MEKANISME PEMANCANGAN TIANG
BERDASARKAN 'SHEAR VISCOSITY' LEMPUNG
LUNAK (METODE MAHAJAN DAN BUDHU, 2006)**



**KRISNA SANJAYA UTOMO
NPM : 2013410079**

PEMBIMBING:



Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Krisna Sanjaya Utomo

NPM : 2013410079

Dengan ini menyatakan skripsi saya yang berjudul **STUDI MEKANISME PEMANCANGAN TIANG BERDASARKAN 'SHEAR VISCOSITY' LEMPUNG LUNAK (METODE MAHAJAN DAN BUDHU, 2006)** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juni 2017



Krisna Sanjaya Utomo

2013410079

**STUDI MEKANISME PEMANCANGAN TIANG
BERDASARKAN ‘SHEAR VISCOSITY’ LEMPUNG LUNAK
(METODE MAHAJAN DAN BUDHU, 2006)**

Krisna Sanjaya Utomo
NPM: 2013410079

Pembimbing : Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

ABSTRAK

Ketika tiang dipancang ke dalam tanah, maka akan menimbulkan gangguan tanah, dimana tanah yang terganggu akan mencoba melawan penetrasi dari tiang pancang tersebut. Berdasarkan eksperimen yang dilaksanakan oleh Mahajan dan Budhu (2006), *shear viscosity* tanah berpengaruh terhadap penetrasi tiang ke dalam tanah. Skripsi ini membahas mekanisme pemancangan tiang hanya pada ujung dari tiang. Penulis menggunakan tanah kaolin sebagai sampel dan model Bingham untuk mendapatkan *shear viscosity* dengan *fall cone* sebagai percobaannya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *shear viscosity* tanah kaolin berkurang secara eksponensial terhadap semakin besarnya *liquidity index*. Hasil percobaan dengan model Bingham yang digunakan penulis dengan hasil eksperimen Mahajan dan Budhu (2006) dengan model Casson menunjukkan tren yang sama. Penulis juga memodelkan mekanisme pemancangan tiang menggunakan program MICROWAVE untuk mengetahui kecepatan penetrasi tiang ke dalam tanah dan dihubungkan dengan *shear viscosity*.

Kata Kunci: Kaolin, Tiang, *Shear viscosity*, Bingham, MICROWAVE

STUDY OF DRIVING PILE MECHANISM BASED ON SHEAR VISCOSITY OF SOFT CLAY (MAHAJAN AND BUDHU, 2006)

Krisna Sanjaya Utomo
NPM: 2013410079

Advisor : Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accreditaed by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2017

ABSTRACT

When a pile is jacked into the soil, it disturbs the soil and thus the disturbed soil resists the penetration of the pile. Based on Mahajan and Budhu (2006) experiment, shear viscosity of soft clay soil affects the penetration of the pile. This paper discusses about mechanism in driving pile only on the tip of the pile. The author uses kaolin and Bingham model to analyze shear viscosity, with fall cone test as the experiment. The tests show that the shear viscosity of kaolin decreases exponentially with an increasing value of liquidity index. The test result using Bingham model has the same trend as Mahajan and Budhu (2006) experiment using Casson model. The author also models the driving pile mechanism using MICROWAVE program to discover velocity of the pile penetrating the soil and thus relate the velocity to shear viscosity.

Keywords: Kaolin, Pile, Shear viscosity, Bingham, MICROWAVE

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas cinta kasih dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Mekanisme Pemancangan Tiang Berdasarkan ‘Shear Viscosity’ Lempung Lunak (Metode Mahajan dan Budhu, 2006)”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya doa, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak untuk mendorong penulis mengatasi berbagai permasalahan dan tantangan selama penulisan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan tulus dan penuh rasa syukur ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, secara khusus kepada:

1. Keluarga tercinta, Opa, Oma, Papi Budi, Mami Linda, dan Kania atas doa dan dukungannya selama penulisan skripsi ini. Tanpa adanya bantuan dari keluarga tercinta, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah mencurahkan bimbingan, bantuan, waktu, dan ilmu pengetahuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari Ir., M.T., dan Ibu Siska Rustiani Ir., M.T., selaku dosen yang telah memberikan saran kepada penulis sehingga dapat menyempurnakan skripsi.
4. Stefanus Diaz Alvi, S.T. yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi bersama dengan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Radhityo Rahadian sebagai teman yang telah meminjamkan *laptopnya* untuk kepentingan analisis data skripsi, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Kenneth, Ratna, Jericko, Andini, Agita, Andini, Natalia, dan Steven sebagai teman seperjuangan skripsi yang telah menemani penulis bersama-sama menyelesaikan skripsi dan juga teman jalan-jalan ke Yogyakarta.
7. Angelina Prisilia Pradana sebagai pendamping penulis dalam mengisi hari selama penyelesaian skripsi ini, menemani setiap saat, baik saat-saat yang bahagia maupun saat-saat yang sedih, serta sebagai orang yang bersedia berbagi dan mendengarkan berbagai curahan hati.
8. Kadek, Albert, Mudi, Johana, Rosa, Patty, Hanna, Lala, dan Daniella sebagai teman seangkatan yang masih bertahan dan mengabdikan dirinya dalam PSM Unpar.
9. Angel, Metha, Stella, dan Shintia sebagai sahabat baru yang berbagi canda tawa serta berbagai curahan hati selama bertemu, baik saat PSM maupun saat memasak dan makan bersama.
10. Eufrasia Claudia sebagai sahabat yang saling mempercayai untuk berbagi cerita, baik melalui pertemuan di Yogyakarta dan juga *chat* dan telepon yang dilakukan via media sosial.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan dan ketidaksempurnaan karena adanya keterbatasan, baik pengetahuan, kemampuan, maupun waktu yang dimiliki. Penulis mengharapkan adanya masukan dan saran supaya penelitian ini dapat berkembang dengan lebih baik lagi. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi setiap orang yang membacanya.

Bandung, 6 Juni 2017



Krisna Sanjaya Utomo

2013410079

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	1-1
1.4 Pembatasan Masalah	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir	1-3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Pondasi Tiang	2-1
2.1.1 Pengertian Pondasi Tiang	2-1
2.1.2 Klasifikasi Pondasi Tiang	2-1
2.1.3 Persyaratan Pondasi Tiang	2-2
2.2 Metode Konstruksi Tiang Pancang	2-2
2.3 Perlengkapan Pemancangan Tiang	2-2
2.3.1 Leader	2-3

2.3.2	Helmet	2-4
2.3.3	Bantalan Palu.....	2-4
2.3.4	Bantalan Tiang	2-4
2.3.5	Palu.....	2-5
2.3.6	Ruyung	2-6
2.4	Pendekatan-pendekatan Mekanisme Pemancangan Tiang.....	2-6
2.4.1	Pendekatan Konvensional	2-6
2.4.2	Pendekatan Rheologi	2-7
2.5	Model Bingham	2-8
2.6	Aplikasi Metode Mahajan dan Budhu (2006) pada Mekanisme Pemancangan Tiang.....	2-12
BAB 3 METODE PENELITIAN		3-1
3.1	Uji Laboratorium.....	3-1
3.1.1	Uji Casagrande	3-1
3.1.2	Uji Batas Plastis.....	3-3
3.1.3	Uji Berat Jenis Tanah	3-4
3.1.4	Uji Saringan.....	3-5
3.1.5	Uji Hidrometer	3-6
3.1.6	<i>Fall Cone Test</i>	3-8
3.2	Pengolahan Data Hasil Uji Laboratorium	3-9
3.3	Mekanisme Pemancangan Tiang.....	3-11
BAB 4 HASIL DAN ANALISIS UJI LABORATORIUM		4-1
4.1	Hasil Uji Laboratorium	4-1
4.1.1	Hasil Uji Batas Atterberg dan Berat Jenis Tanah	4-1
4.1.2	Hasil Uji Saringan	4-1
4.1.3	Hasil Uji <i>Fall Cone</i>	4-1

4.2 Analisis Hasil Uji Laboratorium	4-2
4.3 Aplikasi Hasil Uji Laboratorium pada Mekanisme Pemancangan Tiang	4-4
4.4 Perbandingan Antara <i>Fall Cone</i> dan Tiang Pancang.....	4-8
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xii

DAFTAR NOTASI

c	:	Kohesi Tanah
D	:	Diameter Tiang Pancang (m)
E_g	:	Efisiensi Tiang
F	:	<i>Cone Resistance Factor</i>
g	:	Percepatan Gravitasi (m/s^2)
G_s	:	Berat Jenis Tanah
h	:	Tinggi Jatuh <i>Hammer</i> (m)
h_{eq}	:	Kedalaman Penetrasi saat $a = 0$ (mm)
h_f	:	Kedalaman Penetrasi Akhir (mm)
K	:	Koefisien <i>Fall Cone</i>
L	:	Panjang Tiang (m)
LI	:	<i>Liquidity Index</i>
LL	:	Batas Cair
m	:	Massa <i>Cone</i> (kg)
N_{ch}	:	<i>Bearing Capacity Factor Cone</i>
PL	:	Batas Plastis
v_o	:	Kecepatan Awal Penetrasi (m/s)
v_t	:	Kecepatan Akhir Penetrasi (m/s)
w	:	Kadar Air (%)
α	:	Jenis <i>Cone</i>
β	:	Sudut <i>Cone</i> ($^\circ$)
δ	:	Sudut Tanah Terangkat ($^\circ$)
$\dot{\gamma}$:	<i>Shear Strain Rate</i> (s^{-1})
η	:	<i>Shear Viscosity</i> (Pa•s)
τ	:	Tegangan Geser (N/m^2)
τ_y	:	<i>Yield Stress</i> (N/m^2)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Skripsi.....	1-4
Gambar 2.1 Alat Pancang (Coduto, 2001).....	2-3
Gambar 2.2 Asal-usul Model Bingham (<i>After</i> Hashiguchi, 2013).....	2-9
Gambar 2.3 Penurunan Persamaan Bingham.....	2-9
Gambar 2.4 Hubungan antara <i>Shear Strain Rate</i> dan Tegangan Geser.....	2-10
Gambar 3.1 Kaolin.....	3-1
Gambar 3.2 Alat Casagrande.....	3-2
Gambar 3.3 <i>Fall Cone Penetrometer</i>	3-8
Gambar 3.4 Jenis <i>Cone</i> yang Digunakan (massa 93 gram).....	3-9
Gambar 4.1 Distribusi Ukuran Butiran Tanah.....	4-1
Gambar 4.2 Hubungan LI dan η	4-4
Gambar 4.3 Hasil Eksperimen Mahajan dan Budhu (Mahajan dan Budhu, 2006).....	4-5
Gambar 4.4 Perbandingan Model Bingham dan Model Casson.....	4-7
Gambar 4.5 Kisaran <i>Shear Viscosity</i> Berdasarkan Simulasi MICROWAVE.....	4-7

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan antara α , β dengan nilai N_{ch} dan δ	2-11
Tabel 2.2 Nilai K Berdasarkan α dan β yang Berbeda-beda.....	2-12
Tabel 2.3 Spesifikasi <i>Diesel Hammers</i>	2-13
Tabel 4.1 Hasil Uji G_s , PL, dan LL.....	4-1
Tabel 4.2 Hasil Uji <i>Fall Cone</i>	4-3
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan <i>Shear Viscosity</i>	4-4
Tabel 4.4 Hasil Pemodelan Mekanisme Pemancangan Tiang.....	4-6

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Laboratorium	L1-1
Lampiran 2 Hasil Simulasi MICROWAVE.	L2-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pondasi merupakan unsur yang tidak dapat dipisahkan dari bangunan-bangunan sipil. Pondasi dapat dibedakan menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dalam sendiri terdiri atas pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor.

Pondasi tiang pancang merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang umum digunakan dalam konstruksi bangunan sipil. Salah satu tahap dalam pelaksanaan pondasi tiang pancang adalah proses pemancangan tiang. Proses pemancangan tiang merupakan proses penetrasi pondasi tiang pancang ke dalam tanah dimulai dari bagian ujung tiang pancang sampai pada badan atau selimut tiang pancang tersebut. Proses pemancangan tiang dilaksanakan dengan cara memukul bagian atas dari pondasi tiang pancang menggunakan *hammer*, sehingga tiang pancang masuk ke dalam tanah sampai pada kedalaman yang direncanakan sebelumnya.

Mekanisme pemancangan tiang ke dalam tanah inilah yang belum banyak diperhatikan dan dibahas. Oleh karena itu, penulis akan memperdalam lebih lanjut lagi mengenai mekanisme pemancangan tiang, dimana penulis akan memperdalam hanya pada bagian ujung dari tiang pancang menggunakan metode Mahajan dan Budhu (2006), termasuk di dalamnya berbagai parameter yang mempengaruhi proses pemancangan tiang.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan yang akan dibahas penulis adalah mempelajari mekanisme pemancangan tiang menggunakan metode Mahajan dan Budhu (2006).

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan yang ingin dicapai penulis adalah :

1. Untuk menganalisis parameter-parameter yang mempengaruhi mekanisme pemancangan tiang menggunakan metode Mahajan dan Budhu (2006).

2. Untuk membandingkan hasil eksperimen penulis menggunakan Model Bingham dengan hasil eksperimen Mahajan dan Budhu (2006) menggunakan Model Casson
3. Untuk mengaplikasikan mekanisme pemancangan tiang menggunakan *software* MICROWAVE..

1.4 Pembatasan Masalah

Berbagai pembatasan masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah :

1. Tanah yang dibahas merupakan tanah lempung lunak (*soft clay*).
2. Jenis pondasi yang akan dibahas adalah pondasi tiang pancang, bagian yang dipelajari adalah konus dari tiang pancang, dan jumlah tiang pancang yang dibahas adalah tiang tunggal.
3. Metode yang digunakan adalah metode Mahajan dan Budhu (2006).

1.5 Metode Penelitian

Berbagai metode yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian adalah :

1. Studi literatur
Studi literatur digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan gambaran mengenai penelitian dan melakukan analisis terhadap permasalahan yang ada. Studi literatur mencakup jenis tanah yang digunakan, percobaan-percobaan yang dilakukan, dan analisis terhadap parameter-parameter yang mempengaruhi proses penetrasi pondasi tiang pancang ke dalam tanah lempung lunak.
2. Uji laboratorium
Uji laboratorium dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter yang mempengaruhi proses penetrasi pondasi tiang pancang ke dalam tanah lempung lunak.
3. Analisis hasil uji laboratorium
Analisis hasil uji laboratorium dilakukan untuk mendapatkan pengaruh parameter *shear viscosity* pada tanah lempung lunak berdasarkan parameter yang telah didapatkan dari hasil uji laboratorium terhadap proses penetrasi tiang pancang ke dalam tanah lempung lunak.

1.6 Sistematika Penulisan

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini akan membahas latar belakang permasalahan, inti permasalahan, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi landasan teori yang digunakan penulis dalam penyusunan skripsi.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini akan membahas mengenai uji-uji laboratorium yang dilakukan penulis dalam memperoleh parameter-parameter tanah lempung lunak serta cara-cara menganalisis parameter-parameter yang didapatkan dari hasil uji laboratorium yang mempengaruhi proses pemancangan tiang berdasarkan metode Mahajan dan Budhu (2006).

Bab 4 Hasil dan Analisis Uji Laboratorium

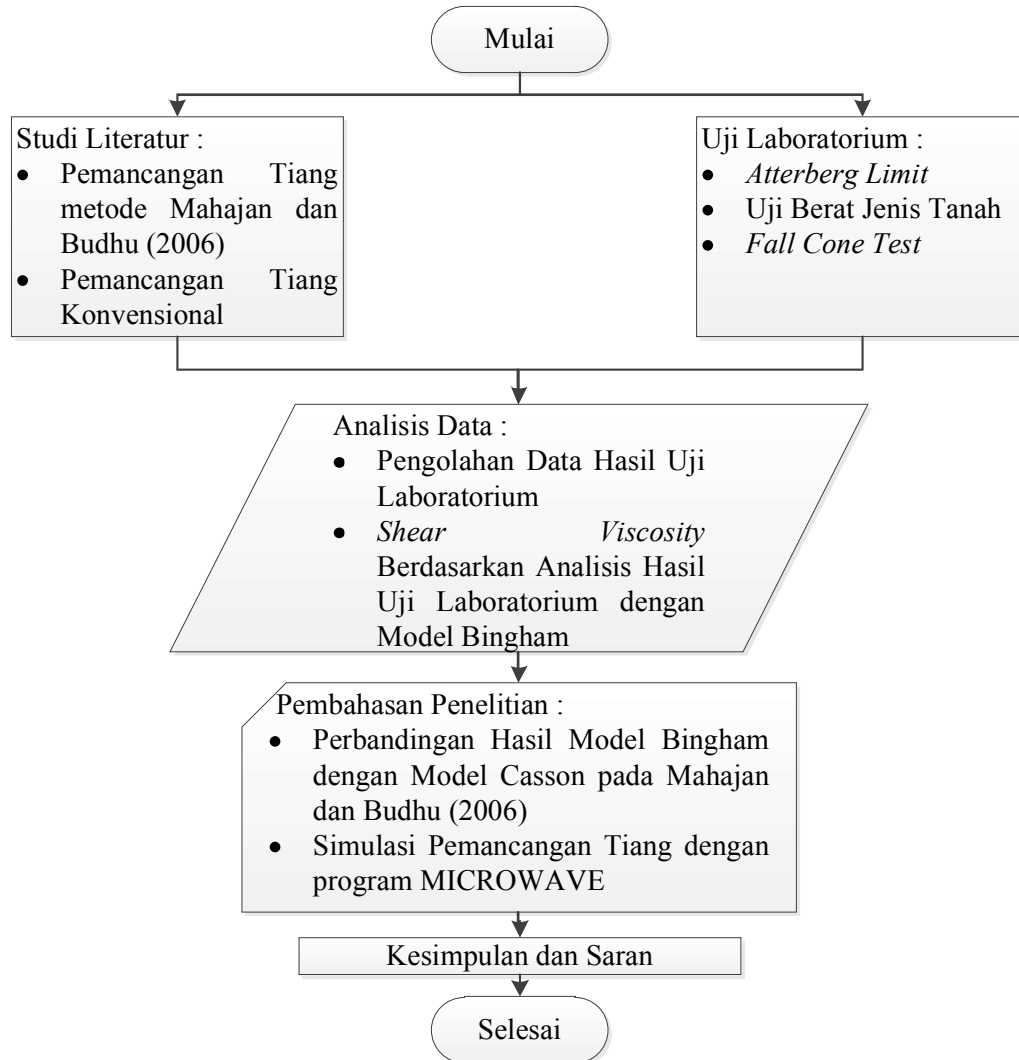
Bab ini akan menjelaskan parameter apa saja yang didapatkan dari hasil uji laboratorium serta menganalisis parameter yang telah didapatkan untuk membandingkan hasil uji laboratorium dengan hasil eksperimen Mahajan dan Budhu (2006). Kemudian, hasil analisis dibandingkan lagi dengan pemodelan pemancangan tiang menggunakan program MICROWAVE.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari keseluruhan penulisan yang berasal dari hasil analisis data, serta saran yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan.

1.7 Diagram Alir

Diagram alir penulisan skripsi dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penulisan Skripsi