

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG  
BOR TEORITIS TERHADAP INTERPRETASI  
LOADING TEST SISTEM KENTLEDGE  
DAN SIMULASI PLAXIS**



**CHRISTIAN ALEXANDER TJIPTOHARDOJO  
NPM : 2014410202**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, 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  
JANUARI 2018**

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG  
BOR TEORITIS TERHADAP INTERPRETASI  
LOADING TEST SISTEM KENTLEDGE  
DAN SIMULASI PLAXIS**



**CHRISTIAN ALEXANDER TJIPTOHARDOJO  
NPM : 2014410202**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, 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  
JANUARI 2018**

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG  
BOR TEORITIS TERHADAP INTERPRETASI  
LOADING TEST SISTEM KENTLEDGE  
DAN SIMULASI PLAXIS**



**CHRISTIAN ALEXANDER TJIPTOHARDOJO  
NPM : 2014410202**

**BANDUNG, 3 JANUARI 2018**

**Pembimbing**

**Budijanto Widjaja, 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  
JANUARI 2018**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Christian Alexander Tjiptohardojo

NPM : 2014410202

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG BOR TEORITIS TERHADAP INTERPRETASI LOADING TEST SISTEM KENTLEDGE DAN SIMULASI PLAXIS**” adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti ditemukan plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 3 Januari 2018



Christian Alexander Tjiptohardojo

2014410202

# **PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG BOR TEORITIS TERHADAP INTERPRETASI LOADING TEST SISTEM KENTLEDGE DAN SIMULASI PLAXIS**

**Christian Alexander Tjiptohardojo**  
**NPM: 2014410202**

**Pembimbing: Budijanto Widjaja, 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**  
**JANUARI 2018**

## **ABSTRAK**

Tiang bor atau bore pile merupakan salah satu jenis pondasi dalam. Pada umumnya, tiang bor dibuat dengan diameter yang besar bertujuan untuk daya dukung yang besar. Berbeda dengan halnya tiang pancang atau beton pracetak lainnya, kualitas dari beton tiang bor tidak dapat benar-benar dipastikan, karena beton mengeras di dalam tanah. Pada studi ini, dikaji perbandingan daya dukung tiang bor dengan metode konvensional yakni dengan metode Reese dan Wright (1977) dan Kulhawy (1991), terhadap interpretasi hasil uji pembebanan statik 1 arah (static loading test) dengan sistem kentledge. Dikaji pula perbandingan daya dukung tersebut dengan simulasi uji pembebanan menggunakan program PLAXIS, yang parameternya akan diestimasi dari hasil uji lapangan dan dikembangkan agar menyerupai perilaku tanah sebenarnya.

**Kata Kunci: Tiang Bor, Uji Pembebanan, Kentledge, Plaxis**

# **COMPARISON OF ULTIMATE BEARING OF BORE PILE WITH CONVENTIONAL METHOD AGAINST KENTLEDGE SYSTEM LOADING TEST AND PLAXIS SIMULATION**

**Christian Alexander Tjiptohardojo**  
**NPM: 2014410202**

**Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL**  
**ENGINEERING**  
**(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**  
**BANDUNG**  
**JANUARY 2018**

## **ABSTRACT**

Bore pile is a type of deep foundations. In many cases, bore pile used with big diameter to give huge bearing capacity for tall rise building. Differ from the driven pile or any other precasted pile, the concrete quality of this bore pile cannot be guaranteed, since the fresh concrete were hardened deep inside the soil. In this study, the bearing capacity of bore pile will be calculated with conventional method by Reese and Wright (1977) and Kulhawy (1991), and compared against the interpretation of static loading test with kentledge system. The loading test will also simulated or demonstrated with help of PLAXIS v8.6. The parameter for the calculation accured from field test and later developed so that the behavior will close to the actual soil properties.

Keywords: Bore Pile, Static Loading Test, Kentlede, Plaxis

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG BOR TEORITIS TERHADAP INTERPRETASI LOADING TEST SISTEM KENTLEDGE DAN SIMULASI PLAXIS”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan kuliah tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, dan wawasan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. Orang tua yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa selama penulis menyelesaikan skripsi ini;
3. Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T. dan Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T. selaku dosen KBI Geoteknik yang senantiasa memberikan bantuan, masukan, kritik, serta saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
4. Ibu Ferani Christina, S.T. selaku laboran yang telah mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Fany, Alfred, Meilita, Cindy, Adhit, Hendy, Keprat, Putri, dan teman-teman lainnya yang selalu menghibur penulis serta membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi dan tugas-tugas lainnya;
6. Alfred, Shienny, Ruth, Tania, Nadya, Raymond, dan Daud selaku teman-teman seperjuangan dalam menyusun skripsi ini;
7. Serta pihak-pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menambah wawasan bagi pihak yang membacanya.

Bandung, Januari 2018



Christian Alexander Tjiptohardojo

2014410202



# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR NOTASI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-1
1.4 Lingkup Penelitian .....	1-1
1.5 Metode Penelitian.....	1-2
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-2
1.7 Diagram Alir Penelitian.....	1-4
BAB 2 DASAR TEORI .....	2-1
2.1 Pondasi Tiang Bor .....	2-1
2.2 Uji Pembebanan Statik 1 Arah .....	2-1
2.3 Prosedur Pembebanan .....	2-3
2.3.1 Slow Maintained Load Test Method (SM Test) .....	2-3
2.3.2 Quick Maintained Load Test Method (QM Test) .....	2-3
2.3.3 Constant Rate of Penetration Test Method (CRP Test) .....	2-4
2.3.4 Swedish Cyclic Test Method (SC Test).....	2-4
2.3.5 Modified Cyclic Test Method (MC Test) .....	2-4

BAB 3 METODE PENELITIAN .....	3-1
3.1 Metode Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor .....	3-1
3.1.1 Metode Reese dan Wright (1977).....	3-1
3.1.2 Metode Kulhawy (1991).....	3-3
3.2 Metode Perhitungan Hasil <i>Loading Test</i> .....	3-5
3.2.1 Metode Chin (1970, 1971).....	3-5
3.2.2 Metode Decourt (1999) .....	3-6
3.2.3 Kriteria Brinch Hansen 80% (1963).....	3-6
3.2.4 Kriteria Brinch Hansen 90% (1963).....	3-7
3.2.5 Metode Davisson (1972) .....	3-8
3.2.6 Metode Mazurkiewicz (1972) .....	3-9
3.2.7 Metode Fuller dan Hoy (1970).....	3-10
3.2.8 Metode Buttler dan Hoy (1977) .....	3-10
3.2.9 Metode De Beer (1972).....	3-11
3.3 Metode Elemen Hingga .....	3-12
BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1 Parameter Tanah .....	4-1
4.1.1 Klasifikasi Tanah.....	4-1
4.1.2 Berat Isi Tanah.....	4-2
4.1.3 Kuat Geser dan Sudut Geser Tanah.....	4-2
4.1.4 Angka Poisson .....	4-2
4.1.5 Modulus Elastisitas Tanah.....	4-3
4.1.6 Parameter Tanah.....	4-3
4.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Metode Konvensional .....	4-4
4.2.1 Metode Reese dan Wright (1977).....	4-4
4.2.2 Metode Kulhawy (1991).....	4-5

4.3	Interpretasi Loading Test Kentledge System .....	4-7
4.3.1	Metode Chin (1970, 1971) .....	4-8
4.3.2	Metode Decourt (1999) .....	4-9
4.3.3	Kriteria Brinch Hansen 80% (1963) .....	4-10
4.3.4	Metode Davisson (1972) .....	4-12
4.3.5	Kriteria Brinch Hansen 90% (1963) .....	4-13
4.3.6	Metode Mazurkiewicz (1972) .....	4-14
4.3.7	Metode Fuller-Hoy (1970) dan Metode Butler-Hoy (1977) .....	4-14
4.3.8	Metode De Beer (1972) .....	4-15
4.4	PLAXIS .....	4-17
4.4.1	Parameter Tanah dan Beton .....	4-17
4.4.2	Pemodelan Tanah dan <i>Input</i> PLAXIS .....	4-18
4.4.3	Perhitungan PLAXIS .....	4-22
4.4.4	<i>Output</i> PLAXIS .....	4-23
4.4.5	Interpretasi Data PLAXIS .....	4-24
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan .....	5-1
5.2	Saran .....	5-1
DAFTAR PUSTAKA .....		xvii

## DAFTAR NOTASI

$N_{SPT}$	:	Nilai SPT (blow)
$\gamma$	:	Berat Jenis Tanah ( $kN/m^3$ )
$\gamma_{sat}$	:	Berat Jenis Tanah Jenuh Air ( $kN/m^3$ )
$S_u, c_u$	:	Kohesi Tanah (kPa)
$\Phi'$	:	Sudut Geser Dalam Tanah ( $^\circ$ )
$\nu'$	:	Angka Poisson
$E'$	:	Modulus Elastisitas (kPa)
$Q_{ult}$	:	Daya Dukung Ultimit (kN)
$Q_p$	:	Daya Dukung Ujung (kN)
$Q_s$	:	Daya Dukung Selimut (kN)
$q_p$	:	Tahanan Ujung per Satuan Luas ( $kN/m^2$ )
$L$	:	Panjang Tiang (m)
$D$	:	Diameter Tiang (m)
$p$	:	Keliling Penampang Tiang (m)
$A, A_p$	:	Luas Penampang Tiang ( $m^2$ )
$f_s$	:	Gesekan Selimut Tiang ( $ton/m^2$ )
$\alpha$	:	Faktor Adhesi
$\sigma'_v$	:	Tegangan Efektif Tanah (kPa)
$K_0$	:	Koefisien Tanah <i>at rest</i>
$Q$	:	Beban (kN)
$S$	:	Penurunan (cm)
$S_e$	:	Penurunan Elastis (cm)

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek Royal Tulip Saranam Spa & Resort.....	1-2
Gambar 1.2 Diagram Alir .....	1-4
Gambar 2.1 Pembebanan Statik 1 Arah dengan Sistem <i>Kentledge</i> .....	2-2
Gambar 2.2 Pembebanan Statik 1 Arah dengan Sistem <i>Reaction Pile</i> .....	2-2
Gambar 3.1 Tahanan Ujung pada Tanah Non-Kohesif (Reese dan Wright, 1977)	3-2
Gambar 3.2 Korelasi Tahanan Selimut terhadap $N_{SPT}$ (Reese dan Wright, 1977).	3-3
Gambar 3.3 Faktor Adhesi Kulhawy (1991).....	3-4
Gambar 3.4 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode Chin (Prakash, 1990) ...	3-5
Gambar 3.5 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Kriteria Brinch Hansen 80% (Prakash, 1990) .....	3-7
Gambar 3.6 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Kriteria Brinch Hansen 90% (Prakash, 1990) .....	3-8
Gambar 3.7 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode Davisson (Prakash, 1990) .....	3-9
Gambar 3.8 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode Mazurkiewicz (Prakash, 1990) .....	3-10
Gambar 3.9 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode Fuller-Hoy dan Butler-Hoy (Prakash, 1990) .....	3-11
Gambar 3.10 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Metode De Beer (Prakash, 1990) .....	3-11
Gambar 4.1 Faktor Adhesi Kulhawy (1991).....	4-5
Gambar 4.2 Kurva Hasil Loading Test Metode Siklus .....	4-7
Gambar 4.3 Kurva Hubungan Beban-Penurunan.....	4-8
Gambar 4.4 Interpretasi Loading Test dengan Metode Chin (1970, 1971) .....	4-9
Gambar 4.5 Interpretasi Loading Test dengan Metode Decourt (1999) .....	4-10
Gambar 4.6 Interpretasi Loading Test dengan Kriteria Brinch Hansen 80% (1963) .....	4-11

Gambar 4.7 Kurva "Ideal" Metode Chin (1970, 1971), Decourt (1999), dan Brinch Hansen 80% (1963) .....	4-12
Gambar 4.8 Interpretasi Loading Test dengan Metode Davisson (1972).....	4-13
Gambar 4.9 Interpretasi Loading Test dengan Kriteria Brinch Hansen 90% (1963) .....	4-13
Gambar 4.10 Interpretasi Loading Test dengan Metode Mazurkiewicz (1972).	4-14
Gambar 4.11 Interpretasi Loading Test dengan Metode Fuller-Hoy (1970) dan Metode Butler-Hoy (1977) .....	4-15
Gambar 4.12 Interpretasi Loading Test dengan Metode De Beer (1972) .....	4-15
Gambar 4.13 Pemodelan Tanah pada PLAXIS .....	4-18
Gambar 4.14 Hasil Generasi <i>Mesh</i> pada PLAXIS .....	4-19
Gambar 4.15 Geometri dan Stress Mula-Mula pada PLAXIS .....	4-20
Gambar 4.16 Level Air dan Tekanan Pori Mula-Mula pada PLAXIS .....	4-21
Gambar 4.17 Tahap Perhitungan PLAXIS .....	4-22
Gambar 4.18 <i>Total Multiplier</i> pada PLAXIS .....	4-22
Gambar 4.19 <i>Output</i> PLAXIS .....	4-23
Gambar 4.20 Kurva Hasil Simulasi PLAXIS .....	4-23
Gambar 4.21 Interpretasi Data Plaxis dengan Metode Chin (1970, 1971).....	4-24

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prosedur Pembebanan Siklik .....	2-5
Tabel 3.1 Syarat Batas Reaksi.....	3-13
Tabel 4.1 Klasifikasi Tanah Butir Kasar terhadap $N_{SPT}$ (Terzaghi dan Peck, 1948) .....	4-1
Tabel 4.2 Klasifikasi Tanah Butir Halus terhadap $N_{SPT}$ (Terzaghi dan Peck, 1948) .....	4-1
Tabel 4.3 Tipikal Berat Isi Tanah .....	4-2
Tabel 4.4 Korelasi Jenis Tanah terhadap Angka Poisson (Budhu, 2015).....	4-2
Tabel 4.5 Korelasi Jenis Tanah terhadap Modulus Elastisitas (Bowles, 1997) ...	4-3
Tabel 4.6 Parameter Tanah yang digunakan .....	4-4
Tabel 4.7 Perhitungan Daya Dukung Selimut Metode Reese dan Wright (1977)	4-5
Tabel 4.8 Perhitungan Daya Dukung Selimut Metode Kulhawy (1991).....	4-6
Tabel 4.9 Perhitungan Daya Dukung Selimut Metode Kulhawy (1991).....	4-6
Tabel 4.10 Daya Dukung Ultimit Metode Konvensional .....	4-6
Tabel 4.11 Beban Ultimit Hasil Interpretasi <i>Loading Test</i> .....	4-16
Tabel 4.12 Parameter Tanah untuk Input PLAXIS .....	4-17
Tabel 4.13 Parameter Beton untuk Input PLAXIS .....	4-17
Tabel 4.14 Model dan Tipe Material pada Program PLAXIS .....	4-18

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Hasil Penyelidikan Tanah

Lampiran 2 Hasil Uji Pembebanan Statik Sistem Kentledge



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Desain pondasi sangat penting untuk memberikan daya dukung yang cukup untuk menopang struktur di atasnya. Oleh karena faktor ketidakpastian tanah, setiap pondasi yang direncanakan dan sudah dibuat sebaiknya diuji untuk mengetahui daya dukung sesungguhnya, seperti pada proyek Royal Tulip Saranam Resort & Spa di Pacung, Baturiti, Bali. Beberapa uji coba yang dapat dilakukan terhadap pondasi tiang seperti *Static Loading Test (Kentledge System, Reaction Pile System)*, dan *Dynamic Loading Test (PDA)*.

### **1.2 Inti Permasalahan**

Pada proyek ini, dilakukan uji coba statik dengan menggunakan metode *kentledge system*. Hasil uji tersebut akan dibandingkan dengan daya dukung rencana yang dianalisis dengan menggunakan rumus teoritis.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian pada skripsi ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan daya dukung teoritis berdasarkan interpretasi data tanah dengan daya dukung aktual pada tiang bor dari hasil *loading test* pada lokasi yang ditinjau.

### **1.4 Lingkup Penelitian**

Proyek yang akan ditinjau pada penelitian ini adalah proyek Royal Tulip Saranam Spa & Resort pada Pacung, Baturiti, Tabanan, Bali (Gambar 1.1). Tiang bor yang di-*loading test* berdiameter 600 mm, kedalaman tiang 27 m, dengan No. Pile 183 pada Wing B, Grid D2.



**Gambar 1.1** Lokasi Proyek Royal Tulip Saranam Spa & Resort

### **1.5 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan untuk menghitung daya dukung tiang bor teoritis adalah metode Reese dan Wright (1977) dan Kulhawy (1991). Sedangkan metode yang digunakan untuk menginterpretasi hasil *loading test* untuk memperoleh daya dukung tiang bor aktual adalah metode Chin (1970, 1971), Decourt (1999), kriteria Brinch Hansen 80% (1963), Davisson (1972), kriteria Brinch Hansen 90% (1963), Mazurkiewicz (1972), Fuller dan Hoy (1970), Butler dan Hoy (1977), dan De Beer (1972). Sedangkan program komputer yang digunakan adalah PLAXIS v8.6.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini dijabarkan sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bagian ini penulis membahas latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, sistematika penulisan yang dilakukan, dan diagram alir pengerjaan skripsi.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini membahas dasar teori perhitungan daya dukung tiang bor (dari hasil penyelidikan tanah dengan *boring*, sondir atau SPT), metode pelaksanaan *loading test*, cara pengambilan data dan pengolahan data *loading test*,

## BAB III METODA PENELITIAN

Pada bagian ini berisi mengenai metode analisis yang digunakan untuk menghitung daya dukung tiang bor serta metode analisis yang digunakan untuk menghitung daya dukung tiang bor aktual dari hasil *loading test*.

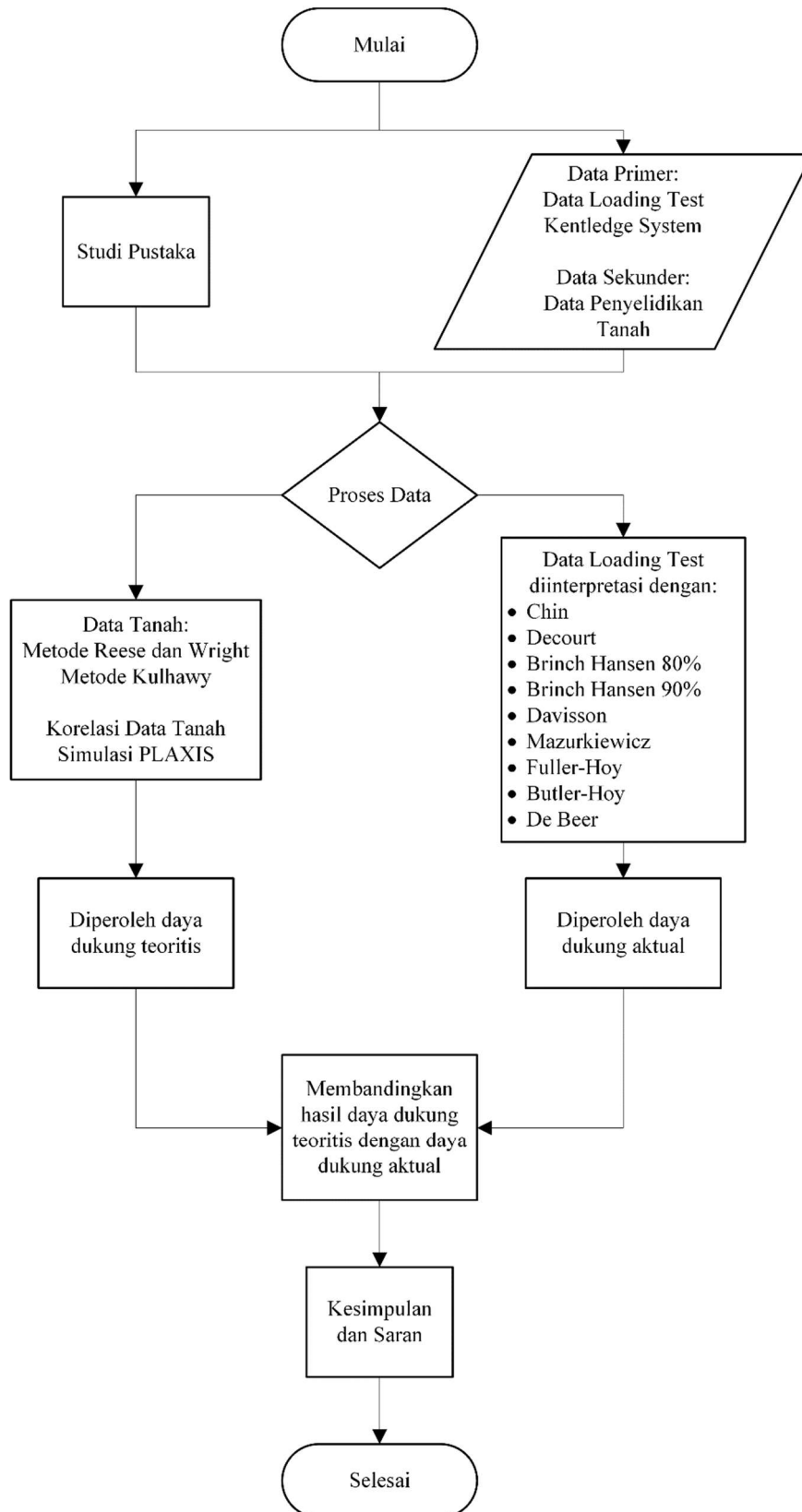
## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi langkah-langkah *input*, perhitungan, dan *output* berupa perbandingan hasil perhitungan teoritis dengan hasil interpretasi *loading test* yang dilakukan.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini membahas mengenai kesimpulan dan saran yang diperoleh dari perbandingan hasil perhitungan teoritis dan hasil interpretasi analisis *loading test*.

## 1.7 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 1.2** Diagram Alir