

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH VARIASI PENGGUNAAN DATA
KURVA BEBAN TERHADAP PENURUNAN UNTUK
INTERPRETASI UJI PEMBEBANAN STATIK: STUDI
KASUS PROYEK LRT VELODROME, JAKARTA
UTARA**



**ARVY NATHANIEL
NPM : 2014410106**

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
JUNI 2018**

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH VARIASI PENGGUNAAN DATA
KURVA BEBAN TERHADAP PENURUNAN UNTUK
INTERPRETASI UJI PEMBEBANAN STATIK: STUDI
KASUS PROYEK LRT VELODROME, JAKARTA
UTARA**



**ARVY NATHANIEL
NPM : 2014410106**

BANDUNG, 29 JUNI 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
JUNI 2018**

STUDI PENGARUH VARIASI PENGGUNAAN DATA KURVA BEBAN TERHADAP PENURUNAN UNTUK INTERPRETASI UJI PEMBEBANAN STATIK: STUDI KASUS PROYEK LRT VELODROME, JAKARTA UTARA

**Arvy Nathaniel
NPM : 2014410106**

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
JUNI 2018**

ABSTRAK

Seiring berkembangnya ilmu geoteknik, metode untuk menentukan nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) pondasi tiang bor semakin banyak. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mencari nilai Q_{ult} adalah dengan menggunakan metode interpretasi uji pembebanan statik. Studi ini memiliki tujuan untuk membandingkan nilai Q_{ult} pondasi tiang bor yang diperoleh melalui metode tersebut dengan variasi penggunaan data kurva beban terhadap penurunan. Selain metode tersebut, nilai Q_{ult} juga dicari menggunakan metode konvensional dan metode elemen hingga. Data yang digunakan adalah data Proyek LRT Velodrome, Jakarta Utara. Uji pembebanan statik di lapangan menggunakan sistem *reaction pile* dengan tipe pembebanan *Cyclic Test*. Untuk metode elemen hingga, digunakan bantuan *software* RS2 untuk memodelkan uji pembebanan statik dengan model tanah Mohr-Coulomb dan Duncan-Chang. Diperoleh total 66 nilai Q_{ult} . Metode konvensional Reese dan Wright menunjukkan hasil yang mendekati hasil acuan menggunakan Metode Chin, dengan perbedaan sebesar 7.41% dibandingkan metode konvensional lainnya. Nilai Q_{ult} yang diperoleh dengan berbagai metode interpretasi uji pembebanan statik dengan variasi data menggunakan kurva ideal hasil ekstrapolasi Metode Chin berdasarkan semua siklus pembebanan, siklus beban 4, dan model tanah Duncan-Chang menunjukkan perbedaan antara 0.0% sampai 45.32% terhadap nilai acuan.

Kata kunci: daya dukung ultimit, pondasi tiang bor, uji sensitivitas interpretasi, uji pembebanan statik, RS2

THE EFFECT OF THE LOAD-SETTLEMENT CURVE DATA USAGE VARIATION ON INTERPRETING THE STATIC LOADING TEST RESULT: A CASE STUDY OF THE VELODROME LRT PROJECT, NORTH JAKARTA

Arvy Nathaniel
NPM : 2014410106

ADVISOR: Budijanto Widjaja, Ph.D.

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

ABSTRACT

As the geotechnical engineering field of study keeps developing, the number of methods available to determine the ultimate bearing capacity (Q_{ult}) of borepiles keeps increasing as well. One of the most used methods to determine the Q_{ult} of borepiles is the static loading test interpretation method. The main objective of this study is to discuss the comparison of the Q_{ult} values obtained using the said method with the load-settlement curve data usage variation. Beside the said method, the Q_{ult} value is also calculated using the conventional method and the finite element method. The data used for this study are derived from the Velodrome LRT Project, North Jakarta. The static loading test conducted on site uses the reaction pile system with cyclic test method. For the finite element method, RS2 software is used to model the static loading test, using the Mohr-Coulomb soil and the Duncan-Chang soil. 66 ultimate bearing capacity values in total are subsequently obtained. Compared to the other conventional methods, the Reese and Wright Method shows the slightest Q_{ult} difference from the reference Q_{ult} value obtained by using the Chin Method, with only 7.41% difference. The Q_{ult} values obtained from various static loading test interpretation methods along with the data variations based on the ideal load-settlement curve constructed using the Chin Extrapolation Method, which is applied to the whole loading cycle, load cycle 4, and Duncan-Chang soil model shows differences ranging from 0.0% to 45.32% in comparison with the reference Q_{ult} value.

Keywords: ultimate bearing capacity, borepiles, interpretation sensitivity test, static loading test, RS2

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Studi Pengaruh Variasi Penggunaan Data Kurva Beban Terhadap Penurunan Untuk Interpretasi Uji Pembebanan Statik: Studi Kasus Proyek LRT Velodrome, Jakarta Utara”**. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menemukan berbagai hambatan. Akan tetapi, berkat bantuan, bimbingan, serta dorongan semangat yang diberikan berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu, tenaga, pikiran, serta dorongan selama proses bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Orangtua dan koko yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi yang tiada henti kepada penulis dari awal hingga akhir kuliah.
3. Prof. Paulus P. Rahardjo, Ph.D., Aswin Lim, Ph.D., Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., dan Siska Rustiani, Ir., M.T, selaku pengajar di Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan waktunya untuk menjadi penguji pada seminar judul dan seminar isi yang telah dilaksanakan dan memberikan masukan-masukan positif bagi penulis.
4. Meeliliany Indrayani yang dengan setia selalu mengasihi dan mendampingi penulis dalam segala hal.
5. Reva Al Mahran dan Edwin Wirgho, penghuni Raben 1 No.6.
6. Tanti Muliati dan Leotan Saputra, kakak-beradik Hunters.
7. Ryan Candra dan Vinson Raymond, rekan skripsi geoteknik Eatboss.

8. Devina Pascayulinda, Dominico Steven, Jimi Utomo, Nathania Riyanto, Raymond Nicander Salim, Sandra Hartono, dan Siepi Laia, sebagai teman-teman seperjuangan bimbingan Bapak Budi.
9. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 sebagai teman seperjuangan seangkatan.
10. Seluruh staf/karyawan Fakultas Teknik Unpar.
11. Seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan secara langsung ataupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar penulis dapat menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini tidak hanya berguna bagi penulis sendiri namun dapat berguna pula bagi rekan mahasiswa maupun orang lain yang membacanya.

Bandung, 29 Juni 2018



Arvy Nathaniel

2014410106

SURAT PERNYATAAN ANTI-PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Arvy Nathaniel

NPM : 2014410106

dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **“Studi Pengaruh Variasi Penggunaan Data Kurva Beban Terhadap Penurunan Untuk Interpretasi Uji Pembebanan Statik: Studi Kasus Proyek LRT Velodrome, Jakarta Utara”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 29 Juni 2018



Arvy Nathaniel

2014410106

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| Abstrak | i |
| Abstract | ii |
| Prakata | iii |
| Surat Pernyataan Anti-Plagiat..... | v |
| Daftar Isi | vi |
| Daftar Notasi dan Singkatan | x |
| Daftar Gambar | xii |
| Daftar Tabel | xix |
| Daftar Lampiran | xxii |
| 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 | 1-2 |
| 1.5 Metode Penelitian..... | 1-2 |
| 1.6 Diagram Alir Penelitian | 1-3 |
| 1.7 Sistematika Penulisan..... | 1-4 |
| Bab 2 Studi Literatur..... | 2-1 |
| 2.1 Pondasi | 2-1 |
| 2.1.1 Pengertian Pondasi | 2-1 |
| 2.1.2 Macam-Macam Pondasi | 2-1 |
| 2.2 Pondasi Tiang Bor | 2-2 |
| 2.2.1 Instalasi Pondasi Tiang Bor | 2-3 |
| 2.2.2 Kelebihan Dan Kekurangan Pondasi Tiang Bor..... | 2-3 |
| 2.3 Penyelidikan Geoteknik | 2-4 |
| 2.3.1 Uji Lapangan | 2-5 |
| 2.3.2 Uji Laboratorium | 2-6 |
| 2.4 Perhitungan Nilai Daya Dukung Pondasi Tiang Bor | 2-7 |
| 2.4.1 Metode Konvensional..... | 2-7 |

| | |
|---|------|
| 2.4.2 Uji Pembebanan Pondasi Tiang | 2-8 |
| 2.4.3 Metode Elemen Hingga..... | 2-15 |
| 2.5 Model Tanah..... | 2-15 |
| 2.5.1 Model Tanah Mohr-Coulomb | 2-16 |
| 2.5.2 Model Tanah Duncan-Chang | 2-17 |
| Bab 3 Metodologi Penelitian | 3-1 |
| 3.1 Parameter Tanah | 3-1 |
| 3.1.1 Berat Isi Tanah | 3-1 |
| 3.1.2 Kohesi Tanah..... | 3-1 |
| 3.1.3 Sudut Geser Dalam..... | 3-2 |
| 3.1.4 Modulus Elastisitas Tanah | 3-2 |
| 3.1.5 Angka Poisson Tanah..... | 3-3 |
| 3.2 Metode Konvensional..... | 3-4 |
| 3.2.1 Metode Reese Dan Wright (1977) | 3-4 |
| 3.2.2 Metode O’neill Dan Reese (1999) | 3-6 |
| 3.2.3 Metode Touma Dan Reese (1974) | 3-7 |
| 3.2.4 Metode Meyerhoff (1976)..... | 3-8 |
| 3.3 Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik..... | 3-9 |
| 3.3.1 Metode Chin (1970, 1971) | 3-10 |
| 3.3.2 Metode Decourt (1999) | 3-11 |
| 3.3.3 Metode Davisson (1972) | 3-12 |
| 3.3.4 Metode Mazurkiewicz (1972) | 3-13 |
| 3.3.5 Metode De Beer (1976)..... | 3-14 |
| 3.3.6 Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (1972)..... | 3-15 |
| 3.4 Metode Elemen Hingga | 3-16 |
| 3.4.1 <i>Project</i> | 3-16 |
| 3.4.2 <i>Boundaries</i> | 3-17 |
| 3.4.3 <i>Mesh</i> | 3-17 |
| 3.4.4 <i>Loading</i> | 3-18 |
| 3.4.5 <i>Displacements</i> | 3-18 |
| 3.4.6 <i>Properties</i> | 3-19 |
| 3.4.7 Analisis..... | 3-20 |

| | |
|---|------|
| Bab 4 Analisis Data | 4-1 |
| 4.1 Data Proyek..... | 4-1 |
| 4.1.1 Denah Lokasi Proyek..... | 4-1 |
| 4.1.2 Parameter Tanah | 4-2 |
| 4.2 Metode Konvensional | 4-5 |
| 4.2.1 Metode Reese Dan Wright (1977)..... | 4-5 |
| 4.2.2 Metode O’neill Dan Reese (1999)..... | 4-6 |
| 4.2.3 Metode Touma Dan Reese (1974)..... | 4-7 |
| 4.2.4 Metode Meyerhoff (1976) | 4-9 |
| 4.2.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Metode Konvensional | 4-9 |
| 4.3 Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik | 4-10 |
| 4.3.1 Rekonstruksi Kurva Beban-Penurunan..... | 4-12 |
| 4.3.2 Metode Chin (1970, 1971)..... | 4-18 |
| 4.3.3 Metode Decourt (1999)..... | 4-21 |
| 4.3.4 Metode Davisson (1972) | 4-27 |
| 4.3.5 Metode Mazurkiewicz (1972)..... | 4-28 |
| 4.3.6 Metode De Beer (1976) | 4-35 |
| 4.3.7 Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (1963)..... | 4-36 |
| 4.4 Metode Elemen Hingga..... | 4-43 |
| 4.4.1 Pemodelan Uji Pembebanan Statik Menggunakan R_s^2 | 4-43 |
| 4.4.2 Model Tanah Mohr-Coulomb..... | 4-45 |
| 4.4.3 Model Tanah Duncan-Chang..... | 4-46 |
| 4.4.4 Perbandingan Kurva Beban-Penurunan Metode Elemen Hingga | |
| 4-47 | |
| 4.5 Interpretasi Hasil Model Metode Elemen Hingga | 4-48 |
| 4.5.1 Rekonstruksi Kurva Beban-Penurunan..... | 4-48 |
| 4.5.2 Metode Chin (1970, 1971)..... | 4-51 |
| 4.5.3 Metode Decourt (1999)..... | 4-52 |
| 4.5.4 Metode Davisson (1972) | 4-55 |
| 4.5.5 Metode Mazurkiewicz (1972)..... | 4-56 |
| 4.5.6 Metode De Beer (1976) | 4-60 |
| 4.5.7 Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (1963)..... | 4-61 |

| | |
|--|------|
| 4.6 Perbandingan Nilai Daya Dukung Ultimit Tiang Uji P404..... | 4-64 |
| Bab 5 Kesimpulan dan Saran..... | 5-1 |
| 5.1 Kesimpulan | 5-1 |
| 5.2 Saran | 5-2 |
| Daftar Pustaka | xxii |

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi

- α : gesekan selimut tiang bor
- τ_f : kuat geser tanah
- ϕ' : sudut geser dalam
- ϕ_{joint} : sudut geser dalam pada bidang pertemuan
- σ' : tegangan efektif
- σ_1 : tegangan utama
- σ_3 : tegangan keliling
- ϵ : regangan aksial
- ν : angka Poisson tanah
- a, b : konstanta
- A_p : luas penampang pondasi tiang bor
- B : lebar pondasi
- c' : kohesi tanah efektif
- C_i : *Interface Coefficient*
- c_{joint} : kohesi pada bidang pertemuan
- c_u : kohesi tanah tak teralir
- D_f : kedalaman pondasi
- D : diameter pondasi tiang bor
- E_p : modulus elastisitas pondasi tiang
- E_s : modulus Young tanah
- f_s : gesekan selimut tiang bor
- I_r : *rigidity index* tanah
- K_e : angka modulus
- K_e : angka modulus *unloading*
- L : panjang pondasi tiang bor
- n : modulus eksponen
- N_0 : jumlah pukulan pada 15 cm pertama pukulan SPT
- N_1 : jumlah pukulan pada 15 cm kedua pukulan SPT

N_2 : jumlah pukulan pada 15 cm ketiga pukulan SPT
 N_{SPT} : jumlah pukulan SPT pada kedalaman tertentu
 P_a : tekanan atmosfer
 Q_P : daya dukung ujung pondasi tiang bor
 q_p : tahanan ujung pondasi tiang bor per satuan luas
 Q_S : daya dukung selimut pondasi tiang bor
 Q_U : daya dukung ultimit pondasi tiang bor
 R_f : Rasio kegagalan
 s : penurunan pondasi tiang bor
 W_P : berat sendiri tiang

Singkatan

BL : *Borelog*
CRP : *Constant-Rate Penetration Test*
CSI : *Constant Settlement Increment Test*
CTI : *Constant-Time Interval Test*
CYC : *Cyclic Test*
IE : *Incremental Equilibrium Test*
QML : *Quick Maintained Load Test*
SML : *Slow Maintained Load Test*
SPT : *Standard Penetration Test*

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|------|
| Gambar 1.1 | Diagram Alir Pengerjaan Studi | 1-3 |
| Gambar 2.1 | Mekanisme Penerusan Beban Pondasi Tiang Bor (Rahardjo, 2013) | 2-3 |
| Gambar 2.2 | Contoh Formulir Data Uji SPT (Laporan Hasil Penyelidikan Tanah LRT Jakarta Koridor 1 Volume 4, 2017) | 2-6 |
| Gambar 2.3 | Sistem Pembebanan <i>Reaction Piles</i> (ASTM-D1143, 1987) | 2-11 |
| Gambar 2.4 | Sistem Pembebanan <i>Kentledge</i> (<i>Federation of Piling Specialists</i> , 2006) | 2-12 |
| Gambar 2.5 | Kurva Hiperbolik Tegangan-Regangan | 2-17 |
| Gambar 3.1 | Korelasi Nilai N_{SPT} dengan Kohesi Tanah (Terzaghi dan Peck, 1967; Sowers, 1979) | 3-2 |
| Gambar 3.2 | Korelasi Nilai N_{SPT} dengan Sudut Geser Dalam (Peck, 1974) | 3-2 |
| Gambar 3.3 | Tahanan Ujung Ultimit pada Tanah Non-Kohesif (Reese dan Wright, 1977) | 3-4 |
| Gambar 3.4 | Hubungan Tahanan Selimut Ultimit terhadap N_{SPT} (Reese dan Wright, 1977) | 3-5 |
| Gambar 3.5 | Contoh Kurva Beban-Penurunan (Tomlinson, 2008) | 3-9 |
| Gambar 3.6 | Contoh Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik dengan Metode Chin (Rahardjo, 2013) | 3-11 |
| Gambar 3.7 | Contoh Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik dengan Metode Decourt (Rahardjo, 2013) | 3-12 |
| Gambar 3.8 | Contoh Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik dengan Metode Davisson (Abdelrahman, 2003) | 3-13 |
| Gambar 3.9 | Contoh Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik dengan Metode Mazurkiewicz (Rahardjo, 2013) | 3-14 |
| Gambar 3.10 | Contoh Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik dengan Metode De Beer (Fellenius, 2018) | 3-15 |
| Gambar 3.11 | Contoh Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Rahardjo, 2013) | 3-16 |

| | | |
|-------------|--|------|
| Gambar 4.1 | Denah Lokasi Proyek LRT Velodrome, Kelapa Gading, Jakarta Utara..... | 4-1 |
| Gambar 4.2 | Stratifikasi Tanah <i>Borelog-40</i> | 4-3 |
| Gambar 4.3 | Stratifikasi Tanah <i>Borelog-40</i> (Lanjutan)..... | 4-4 |
| Gambar 4.4 | Kurva Siklus Pembebanan Tiang Uji P404 | 4-10 |
| Gambar 4.5 | Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Semua Siklus) | 4-11 |
| Gambar 4.6 | Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Siklus 4) | 4-11 |
| Gambar 4.7 | Persamaan Regresi Metode Chin Untuk Rekonsturksi Kurva Beban-Penurunan (Semua Siklus)..... | 4-12 |
| Gambar 4.8 | Rekonstruksi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Chin (Semua Siklus)..... | 4-13 |
| Gambar 4.9 | Persamaan Regresi Metode Decourt Untuk Rekonsturksi Kurva Beban-Penurunan (Semua Siklus) | 4-13 |
| Gambar 4.10 | Rekonstruksi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Decourt (Semua Siklus)..... | 4-14 |
| Gambar 4.11 | Perbandingan Hasil Rekonstruksi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Semua Siklus)..... | 4-14 |
| Gambar 4.12 | Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Semua Siklus) | 4-15 |
| Gambar 4.13 | Persamaan Regresi Metode Chin Untuk Rekonsturksi Kurva Beban-Penurunan (Siklus 4)..... | 4-16 |
| Gambar 4.14 | Rekonstruksi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Chin (Siklus 4)..... | 4-17 |
| Gambar 4.15 | Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Siklus 4) | 4-17 |
| Gambar 4.16 | Perbandingan Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Semua Siklus dan Siklus 4)..... | 4-18 |
| Gambar 4.17 | Interpretasi dengan Metode Chin (Semua Siklus, Kurva Asli) .. | 4-19 |
| Gambar 4.18 | Interpretasi dengan Metode Chin (Semua Siklus, Perpanjangan Kurva) | 4-19 |
| Gambar 4.19 | Interpretasi dengan Metode Chin (Semua Siklus, Keseluruhan Kurva)..... | 4-19 |
| Gambar 4.20 | Interpretasi dengan Metode Chin (Siklus 4, Kurva Asli) | 4-20 |

| | | |
|-------------|---|------|
| Gambar 4.21 | Interpretasi dengan Metode Chin (Siklus 4, Perpanjangan Kurva) | 4-21 |
| Gambar 4.22 | Interpretasi dengan Metode Chin (Siklus 4, Keseluruhan Kurva) | 4-21 |
| Gambar 4.23 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Semua Siklus, Data 1-2 Kurva Asli)..... | 4-22 |
| Gambar 4.24 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Semua Siklus, Data 2-4 Kurva Asli)..... | 4-22 |
| Gambar 4.25 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Semua Siklus, Data 1-4 Kurva Asli)..... | 4-23 |
| Gambar 4.26 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Semua Siklus, Perpanjangan Kurva)..... | 4-23 |
| Gambar 4.27 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Semua Siklus, Keseluruhan Kurva) | 4-24 |
| Gambar 4.28 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Siklus 4, Data 1-3 Kurva Asli)..... | 4-25 |
| Gambar 4.29 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Siklus 4, Data 3-5 Kurva Asli)..... | 4-25 |
| Gambar 4.30 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Siklus 4, Data 1-5 Kurva Asli)..... | 4-25 |
| Gambar 4.31 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Siklus 4, Perpanjangan Kurva) | 4-26 |
| Gambar 4.32 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Siklus 4, Keseluruhan Kurva) | 4-26 |
| Gambar 4.33 | Interpretasi dengan Metode Davisson (Semua Siklus) | 4-27 |
| Gambar 4.34 | Interpretasi dengan Metode Davisson (Siklus 4) | 4-28 |
| Gambar 4.35 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Semua Siklus, Interval Penurunan 5 mm pada Zona Elastis) | 4-29 |
| Gambar 4.36 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Semua Siklus, Interval Penurunan 5 mm pada Zona Plastis) | 4-29 |
| Gambar 4.37 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Semua Siklus, Interval Penurunan 5 mm)..... | 4-30 |

| | | |
|-------------|---|------|
| Gambar 4.38 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Semua Siklus, Interval Penurunan 10 mm) | 4-30 |
| Gambar 4.39 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Semua Siklus, Interval Penurunan 20 mm) | 4-31 |
| Gambar 4.40 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Semua Siklus, Interval Penurunan 30 mm) | 4-31 |
| Gambar 4.41 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Siklus 4, Interval Penurunan 5 mm pada Zona Elastis) | 4-32 |
| Gambar 4.42 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Siklus 4, Interval Penurunan 5 mm pada Zona Plastis) | 4-33 |
| Gambar 4.43 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Siklus 4, Interval Penurunan 5 mm)..... | 4-33 |
| Gambar 4.44 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Siklus 4, Interval Penurunan 10 mm)..... | 4-34 |
| Gambar 4.45 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Siklus 4, Interval Penurunan 20 mm)..... | 4-34 |
| Gambar 4.46 | Interpretasi dengan Metode De Beer (Semua Siklus) | 4-35 |
| Gambar 4.47 | Lokasi Titik A, B, C, D, E pada Kurva Beban-Penurunan (Semua Siklus)..... | 4-35 |
| Gambar 4.48 | Interpretasi dengan Metode De Beer (Siklus 4) | 4-36 |
| Gambar 4.49 | Lokasi Titik A, B, C, D, E, F pada Kurva Beban-Penurunan (Siklus 4)..... | 4-36 |
| Gambar 4.50 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Semua Siklus, Data 1-2 Kurva Asli) | 4-37 |
| Gambar 4.51 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Semua Siklus, Data 3-4 Kurva Asli) | 4-37 |
| Gambar 4.52 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Semua Siklus, Data 1-4 Kurva Asli) | 4-38 |
| Gambar 4.53 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Semua Siklus, Perpanjangan Kurva) | 4-38 |
| Gambar 4.54 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Semua Siklus, Keseluruhan Kurva) | 4-39 |

| | | |
|-------------|---|------|
| Gambar 4.55 | Lokasi $0.25 S_{ult}$ terhadap $0.80 Q_{ult}$ pada Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Semua Siklus) | 4-39 |
| Gambar 4.56 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Siklus 4, Data 1-3 Kurva Asli) | 4-40 |
| Gambar 4.57 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Siklus 4, Data 3-5 Kurva Asli) | 4-41 |
| Gambar 4.58 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Siklus 4, Data 1-5 Kurva Asli) | 4-41 |
| Gambar 4.59 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Siklus 4, Perpanjangan Kurva) | 4-41 |
| Gambar 4.60 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Siklus 4, Keseluruhan Kurva)..... | 4-42 |
| Gambar 4.61 | Lokasi $0.25 S_{ult}$ terhadap $0.80 Q_{ult}$ pada Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Siklus 4) | 4-42 |
| Gambar 4.62 | Model Uji Pembebanan Statik Tiang Uji P404 dengan RS2 | 4-44 |
| Gambar 4.63 | Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Model Tanah Mohr-Coulomb) | 4-46 |
| Gambar 4.64 | Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Model Tanah Duncan-Chang) | 4-47 |
| Gambar 4.65 | Perbandingan Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Metode Elemen Hingga dan Data Asli)..... | 4-47 |
| Gambar 4.66 | Persamaan Regresi Metode Chin Untuk Rekonsturksi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Model Tanah Duncan-Chang | 4-49 |
| Gambar 4.67 | Rekonsturksi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Model Tanah Duncan-Chang..... | 4-49 |
| Gambar 4.68 | Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Model Tanah Duncan-Chang) | 4-50 |
| Gambar 4.69 | Perbandingan Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Data Asli dan Model Tanah Duncan-Chang) | 4-51 |
| Gambar 4.70 | Interpretasi dengan Metode Chin (Model Tanah Duncan-Chang, Kurva Asli) | 4-51 |

| | | |
|-------------|--|------|
| Gambar 4.71 | Interpretasi dengan Metode Chin (Model Tanah Duncan-Chang, Perpanjangan Kurva)..... | 4-52 |
| Gambar 4.72 | Interpretasi dengan Metode Chin (Model Tanah Duncan-Chang, Keseluruhan Kurva) | 4-52 |
| Gambar 4.73 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Model Tanah Duncan-Chang, Data 1-2 Kurva Asli)..... | 4-53 |
| Gambar 4.74 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Model Tanah Duncan-Chang, Data 2-2 Kurva Asli)..... | 4-53 |
| Gambar 4.75 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Model Tanah Duncan-Chang, Data 1-4 Kurva Asli)..... | 4-54 |
| Gambar 4.76 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Model Tanah Duncan-Chang, Perpanjangan Kurva)..... | 4-54 |
| Gambar 4.77 | Interpretasi dengan Metode Decourt (Model Tanah Duncan-Chang, Keseluruhan Kurva) | 4-55 |
| Gambar 4.78 | Interpretasi dengan Metode Davisson (Model Tanah Duncan-Chang) | 4-56 |
| Gambar 4.79 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Model Tanah Duncan-Chang, Interval Penurunan 5 mm pada Zona Elastis) .. | 4-57 |
| Gambar 4.80 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Model Tanah Duncan-Chang, Interval Penurunan 5 mm pada Zona Plastis)... | 4-57 |
| Gambar 4.81 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Model Tanah Duncan-Chang, Interval Penurunan 5) | 4-58 |
| Gambar 4.82 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Model Tanah Duncan-Chang, Interval Penurunan 10 mm)..... | 4-58 |
| Gambar 4.83 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Model Tanah Duncan-Chang, Interval Penurunan 20 mm)..... | 4-59 |
| Gambar 4.84 | Interpretasi dengan Metode Mazurkiewicz (Model Tanah Duncan-Chang, Interval Penurunan 30 mm)..... | 4-59 |
| Gambar 4.85 | Interpretasi dengan Metode De Beer (Model Tanah Duncan-Chang) | 4-60 |
| Gambar 4.86 | Interpretasi dengan Metode De Beer (Model Tanah Duncan-Chang) | 4-60 |

| | | |
|-------------|---|------|
| Gambar 4.87 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Model Tanah Duncan-Chang, Data 1-2 Kurva Asli)..... | 4-61 |
| Gambar 4.88 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Model Tanah Duncan-Chang, Data 1-2 Kurva Asli)..... | 4-61 |
| Gambar 4.89 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Model Tanah Duncan-Chang, Data 1-2 Kurva Asli)..... | 4-62 |
| Gambar 4.90 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Model Tanah Duncan-Chang, Data 1-2 Kurva Asli)..... | 4-62 |
| Gambar 4.91 | Interpretasi dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Model Tanah Duncan-Chang, Data 1-2 Kurva Asli)..... | 4-63 |
| Gambar 4.92 | Lokasi $0.25 S_{ult}$ terhadap $0.80 Q_{ult}$ pada Kurva Beban- Penurunan Tiang Uji P404 (Model Tanah Duncan-Chang)..... | 4-63 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|------|
| Tabel 2.1 | Pola Pembebanan Uji Pembebanan Statik (Rahardjo, 2013)..... | 2-10 |
| Tabel 3.1 | Korelasi Data NSPT dengan Berat Isi Tanah Kohesif (Peck et. al. 1974; Bowles, 1977; BNBC 2015 Table 6.D.6) | 3-1 |
| Tabel 3.2 | Korelasi Data NSPT dengan Berat Isi Tanah Non-Kohesif (Peck et. al. 1974; Bowles, 1977; BNBC 2015 Table 6.D.6) | 3-1 |
| Tabel 3.3 | Korelasi Konsistensi Tanah Kohesif dengan Modulus Elastisitas Tanah (<i>U.S. Army Corps of Engineers</i> , 1990) | 3-3 |
| Tabel 3.4 | Korelasi Kepadatan Tanah Non-Kohesif dengan Modulus Elastisitas Tanah (<i>U.S. Army Corps of Engineers</i> , 1990) | 3-3 |
| Tabel 3.5 | Korelasi Konsistensi Tanah Kohesif dengan Angka Poisson Tanah (Budhu, 2000) | 3-3 |
| Tabel 3.6 | Korelasi Kepadatan Tanah Non-Kohesif dengan Angka Poisson Tanah (Budhu, 2000) | 3-3 |
| Tabel 3.7 | Korelasi Nilai C_u dengan Faktor Adhesi α | 3-8 |
| Tabel 4.1 | Parameter Tanah Berdasarkan Data N_{SPT} <i>Borelog-40</i> | 4-2 |
| Tabel 4.2 | Perhitungan Daya Dukung Selimut Tiang Uji P404 Menggunakan Metode Reese dan Wright (1977) | 4-6 |
| Tabel 4.3 | Perhitungan Daya Dukung Selimut Tiang Uji P404 Menggunakan Metode O'Neill dan Reese (1977) | 4-7 |
| Tabel 4.4 | Perhitungan Daya Dukung Selimut Tiang Uji P404 Menggunakan Metode Touma dan Reese (1974) | 4-1 |
| Tabel 4.5 | Perhitungan Daya Dukung Selimut Tiang Uji P404 Menggunakan Metode Meyerhoff (1976) | 4-9 |
| Tabel 4.6 | Perbandingan Hasil Perhitungan Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Bor Menggunakan Metode Konvensional | 4-10 |
| Tabel 4.7 | Perbandingan Hasil Rekonstruksi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Semua Siklus) | 4-15 |
| Tabel 4.8 | Data Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Semua Siklus) | 4-16 |

| | | |
|------------|---|------|
| Tabel 4.9 | Data Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Siklus 4)..... | 4-18 |
| Tabel 4.10 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Chin (Semua Siklus) | 4-20 |
| Tabel 4.11 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Chin (Siklus 4) | 4-21 |
| Tabel 4.12 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Decourt (Semua Siklus) | 4-24 |
| Tabel 4.13 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Decourt (Siklus 4) | 4-27 |
| Tabel 4.14 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Mazurkiewicz (Semua Siklus) | 4-32 |
| Tabel 4.15 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Mazurkiewicz (Siklus 4) | 4-35 |
| Tabel 4.16 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Semua Siklus)..... | 4-40 |
| Tabel 4.17 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Siklus 4)..... | 4-43 |
| Tabel 4.18 | Parameter Tanah Model Tanah Mohr-Coulomb | 4-45 |
| Tabel 4.19 | Parameter Tanah Model Tanah Duncan-Chang | 4-46 |
| Tabel 4.20 | Data Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 (Model Tanah Duncan-Chang)..... | 4-50 |
| Tabel 4.21 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Chin (Model Tanah Duncan- Chang) | 4-52 |
| Tabel 4.22 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Decourt (Model Tanah Duncan-Chang)..... | 4-55 |

| | | |
|------------|--|------|
| Tabel 4.23 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Mazurkiewicz (Model Tanah Duncan-Chang) | 4-60 |
| Tabel 4.24 | Perbandingan Hasil Interpretasi Kurva Beban-Penurunan Tiang Uji P404 dengan Metode Brinch-Hansen 80% <i>Criterion</i> (Model Tanah Duncan-Chang) | 4-64 |
| Tabel 4.25 | Nilai Daya Dukung Ultimit Tiang Uji P404 | 4-64 |
| Tabel 4.26 | Nilai Daya Dukung Ultimit Tiang Uji P404 (Lanjutan) | 4-65 |
| Tabel 4.27 | Perbedaan Nilai Daya Dukung Ultimit Tiang Uji P404 terhadap Nilai Daya Dukung Ultimit Acuan..... | 4-66 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|------|
| Lampiran 1 Data BL-40 | L1-1 |
| Lampiran 2 Data Uji Pembebanan Statik..... | L2-1 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dalam ilmu geoteknik, terdapat berbagai metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang, misalnya dengan menggunakan metode konvensional, interpretasi data uji pembebanan statik, dan menggunakan metode elemen hingga. Dalam pemodelan menggunakan metode elemen hingga sendiri terdapat beberapa model tanah yang digunakan dalam penentuan nilai daya dukung pondasi tiang. Semua metode dan model tanah ini menghasilkan nilai daya dukung pondasi tiang yang berbeda-beda.

Pada penelitian ini, akan dibahas perbandingan daya dukung pondasi tiang yang dihasilkan melalui metode konvensional, variasi penggunaan data kurva beban-penurunan dalam interpretasi data uji pembebanan statik, dan dengan menggunakan metode elemen hingga. Pemodelan pada metode elemen hingga dilakukan pada 2 jenis model tanah, yaitu model tanah Mohr-Coulomb dan Duncan-Chang menggunakan software RS2.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah membandingkan hasil analisis daya dukung pondasi tiang yang didapatkan melalui metode konvensional, variasi penggunaan data kurva beban-penurunan dalam interpretasi data uji pembebanan statik, dan dengan menggunakan pemodelan berdasarkan metode elemen hingga dengan model tanah Mohr-Coulomb dan Duncan-Chang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung daya dukung pondasi tiang bor dengan metode konvensional.

2. Mengintepretasikan data uji pembebanan statik dengan berbagai variasi penggunaan data kurva beban-penurunan untuk memperoleh daya dukung pondasi tiang bor, serta dibandingkan.
3. Menentukan daya dukung pondasi tiang bor menggunakan metode elemen hingga dengan model tanah Mohr-Coulomb dan Duncan-Chang.
4. Membandingkan perbedaan berbagai macam rumus yang terdapat pada metode konvensional dan intepretasi data uji pembebanan statik dalam menentukan daya dukung pondasi tiang bor.
5. Membandingkan perbedaan model tanah yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi tiang bor berbasis metode elemen hingga.
6. Membandingkan semua hasil daya dukung pondasi tiang bor yang didapatkan baik melalui metode konvensional dan dengan metode elemen hingga.

1.4 Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan sebagai berikut:

1. Lokasi proyek yang digunakan dalam penelitian ini berada di Proyek LRT Velodrome, Jakarta Utara.
2. Data proyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah data uji laboratorium, uji in-situ, dan uji pembebanan statik.
3. Jenis pondasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pondasi tiang bor.
4. Data proyek dianalisis menggunakan metode konvensional dan metode elemen hingga dengan bantuan software RS2.
5. Pemodelan tanah yang digunakan dalam pemodelan adalah Mohr-Coulomb dan Hardening-Soil.
6. Hasil yang dibandingkan adalah daya dukung pondasi tiang bor.

1.5 Metode Penelitian

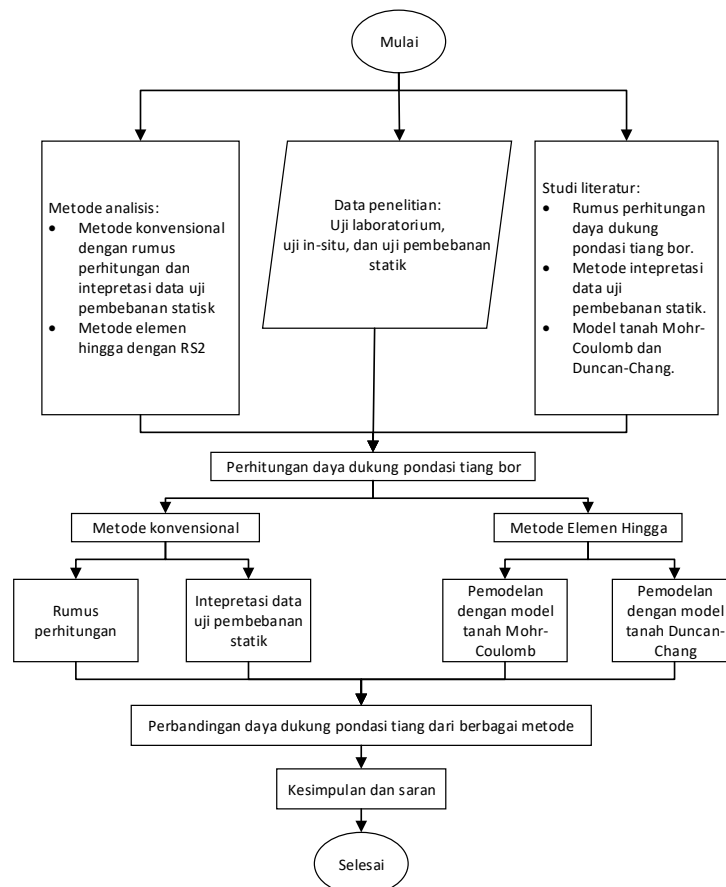
Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur. Tujuan dilakukannya studi literatur adalah untuk mendapatkan pengetahuan mengenai berbagai ilmu yang berkaitan dengan penelitian yang

dilakukan. Studi literatur ini meliputi perhitungan daya dukung pondasi tiang secara konvensional, penentuan daya dukung pondasi tiang dengan interpretasi data uji pembebanan statik, software RS2, dan pemodelan tanah.

2. Pengumpulan data. Dilakukan pengumpulan dan perangkuman data berupa data uji pembebanan statik dan data penyelidikan tanah yang akan digunakan dalam pembahasan penelitian.
3. Pemodelan dan perhitungan data. Dalam membantu dalam proses analisis, digunakan pemodelan daya dukung pondasi tiang pada model tanah Mohr-Coulomb dan Hardening-Soil menggunakan bantuan software RS2.
4. Analisis data. Nilai daya dukung pondasi tiang yang sudah didapatkan melalui berbagai metode pada tahap pemodelan selanjutnya akan dibandingkan satu dengan yang lainnya untuk diperoleh kesimpulan.

1.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.1 Diagram Alir Pengerjaan Studi

1.7 Sistematika penulisan

Penulisan studi ini dibagi menjadi 5 bab sebagai berikut.

- Bab 1 Pendahuluan
Bab ini membahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.
- Bab 2 Studi Literatur
Bab ini membahas berbagai ilmu dan teori yang menjadi landasan penelitian yang dilakukan.
- Bab 3 Metodologi Penelitian
Bab ini membahas data-data yang digunakan untuk analisis dan proses analisis untuk mendapatkan data yang diinginkan.
- Bab 4 Analisis dan Pembahasan
Bab ini menghitung, menganalisis, dan membahas data.
- Bab 5 Kesimpulan dan Saran
Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan, beserta saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan tersebut.