SKRIPSI

PREDIKSI PENURUNAN AKHIR MENGGUNAKAN *FIRST-ORDER RATE EQUATION*

SOUW ERICA ROSALINE
NPM : 2017410023

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021

SKRIPSI

PREDIKSI PENURUNAN AKHIR MENGGUNAKAN *FIRST-ORDER RATE EQUATION*

SOUW ERICA ROSALINE
NPM : 2017410023

BANDUNG, 22 JANUARI 2021

PEMBIMBING:

Budijanto Widjaja, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Souw Erica Rosaline
NPM : 2017410023
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **Prediksi Penurunan Akhir menggunakan *First-Order Rate Equation*** adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Semarang
Tanggal: 22 Januari 2021

Souw Erica Rosaline
NPM : 2017410023

PREDIKSI PENURUNAN AKHIR MENGGUNAKAN *FIRST-ORDER RATE EQUATION*

Souw Erica Rosaline
NPM: 2017410023

Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memperoleh prediksi besar penurunan akhir dengan mengolah data pembacaan *settlement plate*. *Settlement plate* adalah suatu instrumen geoteknik yang digunakan untuk mengukur penurunan vertikal yang terjadi di permukaan tanah secara berkala. Besar penurunan akhir pada proyek Gereja Kemah Tabernakel PIK, Summarecon Gedebage, dan Pelabuhan Chittagong di Bangladesh akan diprediksi dengan *first-order rate equation* (FORE) dan dibandingkan dengan metode Asaoka dan metode 1/t. Untuk membuktikan keakuratan dari ketiga metode yang digunakan, maka hasil analisis juga dibandingkan dengan data pembacaan *settlement plate* hasil observasi lapangan. Rata-rata penurunan akhir yang aktual terukur di proyek Gereja Kemah Tabernakel adalah 153,1 cm pada hari ke-121, sedangkan FORE memprediksi bahwa penurunan akhir adalah 158,9 cm dan terjadi pada hari ke-140. Pada proyek Summarecon Gedebage, besar penurunan akhir yang aktual terukur adalah 141,8 cm pada hari ke-84, sedangkan hasil prediksi FORE adalah 208,0 cm pada hari ke-275. Pada Proyek Pelabuhan Chittagong, besar penurunan akhir yang aktual terukur adalah 28,7 cm pada hari ke-55, sedangkan hasil prediksi FORE adalah 28,9 cm pada hari ke-60. Berdasarkan hasil yang didapat secara keseluruhan, diperoleh bahwa prediksi FORE memiliki nilai penurunan akhir hingga 4% lebih besar dibandingkan dengan data observasi lapangan. Hal ini dapat disebabkan oleh pembacaan *settlement plate* di lapangan yang belum selesai. Hasil prediksi penurunan akhir menggunakan metode Asaoka adalah 0,98 kali prediksi FORE dan prediksi penurunan akhir menggunakan metode 1/t adalah 1,06 kali prediksi FORE. FORE memiliki keunggulan dalam memprediksi waktu kapan penurunan akhir dicapai, namun FORE membutuhkan waktu yang tidak singkat dalam analisisnya karena menggunakan sistem *trial and error*.

Kata kunci: prediksi penurunan akhir, *first-order rate equation*.

FINAL SETTLEMENT PREDICTION USING FIRST-ORDER RATE EQUATION

Souw Erica Rosaline
NPM: 2017410023

Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accreditated by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARY 2021

ABSTRACT

This study aims to predict the final settlement value based on field monitoring data using settlement plate. Settlement plate is a geotechnical instrumentation that is used for measuring vertical displacement of soil periodically. The final settlement value in Tabernacle Family Church PIK, Summarecon Gedebage, and Chittagong Port in Bangladesh will be predicted using first-order rate equation (FORE) and compared with the commonly-used methods in practice such as Asaoka's and 1/t's method. In order to investigate the accuracy of the three methods, the calculated results were also compared with the actual monitoring data. The average final settlement measured at Tabernacle Family Church is 153,1 cm on day 121, while the final settlement prediction using FORE is 158,9 cm on day 140. The final settlement measured at Summarecon Gedebage is 141,8 on day 84, while the FORE prediction is 208,0 cm on day 275. The average final settlement measured at Chittagong Port is 28,7 cm on day 55, while the FORE prediction is 28,9 cm on day 60. Based on the results, it can be said that the final settlement value prediction using FORE is up to 4% bigger than the actual monitoring data. The difference is caused by the unfinished actual monitoring data. The final settlement value using Asaoka's method is 0,98 FORE and the final settlement value using 1/t's method is 1,06 FORE. By using FORE, a projected time-settlement curve can be obtained, so the total duration of the final settlement can be observed. But the limitation of using FORE is that it takes a time because solutions for the final settlement value using FORE were obtained by substituting trial end values to obtain a straight line on a logarithm plot of settlement and time.

Keywords: final settlement prediction, first-order rate equation.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Prediksi Penurunan Akhir menggunakan *First-Order Rate Equation*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus program sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penulisan skripsi ini, banyak hambatan yang telah dialami oleh penulis. Akan tetapi, penulis sangat bersyukur atas hadirnya orang-orang yang sangat membantu penulis untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terima kasih kepada orang-orang tersebut, yaitu:

1. Papa, Mama, Koko Eric Raynaldi, Adik Elisa Rosemary yang selalu memberi dukungan dan semangat sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan membimbing penulis dalam segala proses penulisan skripsi, dimulai dari pemilihan topik, rangkaian bimbingan skripsi, diskusi, hingga penyempurnaan penulisan skripsi penulis.
3. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik, masukan, dan saran yang diberikan kepada penulis.
4. Cecilia, Viqbalias Thifaldi, Evan Joshua, Fanny Florentini, Derry Triady, Ana Yelina, dan Julius selaku saudara satu pembimbing yang berjuang bersama dari awal hingga akhir proses penulisan skripsi.
5. Aflizal Arafianto, S.T. dan Andreas Erdian, S.T, sebagai senior yang memberi masukan kepada penulis berkaitan dengan penulisan skripsi ini.
6. Bryan Jonathan selaku teman berjuang dalam mengerjakan skripsi ini yang selalu membantu, memberi masukan, dan menyemangati penulis.
7. Grace Sheila dan Elsa Prananda selaku teman berdiskusi penulis yang memberikan masukan saat penulis mengalami kesulitan
8. Jessica Kesumadewi, Ragil Tirta, Alit Inakawati, dan *matcha latte* selaku teman dari GA yang selalu menemani penulis mengerjakan skripsi di luar rumah

9. Fathur, Boy, Wong, Ricky, Bobby, Aldo, Madison, CJ, Ratu Sima, dan semua Sipil Unpar 2017 atas kebersamaannya selama ini.
10. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan penulis. Penulis menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun agar dapat memperbaikinya di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini tidak hanya bermanfaat bagi penulis tetapi juga bagi mahasiswa lainnya dan dunia pendidikan, khususnya di bidang Teknik Sipil.

Bandung, 22 Januari 2021

Souw Erica Rosaline
2017410023

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **i**
ABSTRACT ..... **iii**
PRAKATA ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR NOTASI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
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 Ruang Lingkup Penelitian 1-2
1.5 Metode Penelitian 1-2
1.6 Sistematika Penulisan 1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian 1-3
BAB 2 DASAR TEORI **2-1**
2.1 Penurunan Tanah 2-1
2.1.1 Penurunan Seketika 2-1
2.1.2 Penurunan Konsolidasi 2-1
2.2 Perbaikan Tanah 2-2
2.3 Perbaikan Tanah menggunakan Kombinasi Metode *Preloading* dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) 2-2
2.4 Perbaikan Tanah menggunakan Kombinasi Metode *Vacuum Preloading* dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) 2-4
2.5 Instrumentasi dan Pemantauan di Lapangan 2-6
2.6 Prediksi Penurunan Akhir 2-8
2.6.1 First-Order Rate Equation (FORE) 2-9
2.6.2 Metode Asaoka 2-11
2.6.3 Metode 1/t 2-13
BAB 3 METODE PENELITIAN **3-1**
3.1 Deskripsi Proyek 3-1

3.1.1 Proyek Gereja Kemah Tabernakel 3-1

3.1.2 Proyek Summarecon Gedebage 3-3

3.1.3 Proyek Pelabuhan Chittagong.....3-4

3.2 Metode Analisis.....3-5

3.3 Analisis Penurunan Akhir dengan FORE.....3-5

3.4 Analisis Penurunan Akhir dengan Metode Asaoka.....3-6

3.5 Analisis Penurunan Akhir dengan Metode 1/t 3-8

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....4-1

4.1 Hasil Analisis Penurunan Akhir dengan FORE 4-1

4.1.1 Penurunan Akhir dengan FORE Proyek Gereja Kemah Tabernakel ...4-1

4.1.2 Penurunan Akhir dengan FORE Proyek Summarecon Gedebage 4-4

4.1.3 Penurunan Akhir dengan FORE Proyek Pelabuhan Chittagong.....4-5

4.2 Hasil Analisis Penurunan Akhir dengan Metode Asaoka 4-8

4.2.1 Penurunan Akhir dengan Metode Asaoka Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-8

4.2.2 Penurunan Akhir dengan Metode Asaoka Proyek Summarecon Gedebage 4-10

4.2.3 Penurunan Akhir dengan Metode Asaoka Proyek Pelabuhan Chittagong 4-11

4.3 Hasil Analisis Penurunan Akhir dengan Metode 1/t 4-12

4.3.1 Penurunan Akhir dengan Metode 1/t Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-12

4.3.2 Penurunan Akhir dengan Metode 1/t Proyek Summarecon Gedebage..4-14

4.3.3 Penurunan Akhir dengan Metode 1/t Proyek Pelabuhan Chittagong 4-15

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 5-1

5.1 Kesimpulan.....5-1

5.2 Saran.....5-2

DAFTAR PUSTAKA xvii

DAFTAR NOTASI

a	: Konstanta yang merupakan gradien garis yang dilalui melalui plot $\log(\lvert S_u - S_n \rvert)$ terhadap t_n
b	: Konstanta yang merupakan perpotongan garis $\log(\lvert S_u - S_n \rvert)$ terhadap t_n saat t_n bernilai nol
D	: Suatu angka *trial* yang menunjukkan nilai kondisi akhir
n	: Konstanta
R^2	: Koefisien determinasi berganda
S_n	: Penurunan pada waktu ke–n dari data pembacaan *settlement plate*
S_u	: Suatu angka *trial* yang menunjukkan nilai penurunan akhir menggunakan FORE
t_u	: Suatu angka hasil observasi dari kurva yang menunjukkan waktu penurunan akhir menggunakan FORE
S_{ult}	: Besar penurunan akhir menggunakan metode 1/t
t	: Waktu ke–t
t_n	: Waktu ke–n dari data pembacaan *settlement plate*
x	: Variabel bebas
y	: Variabel tidak bebas
Δt	: Interval waktu
β_0	: Perpotongan garis ρ_n terhadap ρ_{n-1}, saat ρ_{n-1} bernilai nol
β_1	: Gradien garis yang dilalui melalui plot ρ_n terhadap ρ_{n-1}
ρ_t	: Penurunan pada waktu ke–t
ρ_0	: Penurunan pada waktu ke–0
ρ_n	: Penurunan pada waktu ke–n
ρ_{n-1}	: Penurunan pada waktu ke–(n-1)
ρ_f	: Besar penurunan akhir menggunakan metode Asaoka

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian 1-4
Gambar 2.1 Pola Pemasangan PVD (Kuswanda, 2020) 2-3
Gambar 2.2 Kombinasi Metode *Preloading* dengan PVD (Kuswanda, 2020) .. 2-4
Gambar 2.3 Skema Pergerakan Lateral akibat Metode *Preloading* (Bhosle et al., 2015) 2-4
Gambar 2.4 Kombinasi Metode *Vacuum Preloading* dengan PVD (Kuswanda, 2020) 2-6
Gambar 2.5 Skema Pergerakan Lateral akibat Metode *Vacuum Preloading* (Bhosle et al., 2015) 2-6
Gambar 2.6 Dimensi *Settlement Plate* (Pedoman Kimpraswil No : Pt T-10-2002-B) 2-7
Gambar 2.7 Pemasangan *Settlement Plate* di Lapangan 2-8
Gambar 2.8 Kurva Plot FORE 2-11
Gambar 2.9 Penurunan Tanah dengan Interval Waktu yang Konstan (Δt) (Saputro et al., 2018) 2-12
Gambar 2.10 Kurva Plot Metode Asaoka (Saputro et al., 2018) 2-13
Gambar 2.11 Kurva Plot Metode 1/t 2-14
Gambar 3.1 Denah Lokasi Proyek Gereja Kemah Tabernakel (PT. Tarumanegara Bumiyasa, 2020) 3-2
Gambar 3.2 Denah Lokasi Penempatan Instrumentasi Geoteknik Proyek Gereja Kemah Tabernakel (PT. Geotekindo, 2020) 3-2
Gambar 3.3 Denah Lokasi Penempatan Instrumentasi Geoteknik Proyek Summarecon Gedebage (Astara, 2018) 3-3
Gambar 3.4 Denah Lokasi Proyek Lahan Kontainer di Pelabuhan Chittagong (Dhar et al., 2011) 3-4
Gambar 3.5 Denah Lokasi Titik Bor Lahan Kontainer di Pelabuhan Chittagong (Dhar et al., 2011) 3-5
Gambar 3.6 Diagram Langkah Analisis dengan FORE 3-7
Gambar 3.7 Diagram Langkah Analisis dengan Metode Asaoka 3-8
Gambar 3.8 Diagram Langkah Analisis dengan Metode 1/t 3-9
Gambar 4.1 Kurva Plot FORE pada SP1 Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-2

Gambar 4.2 Kurva Penurunan terhadap Waktu SP1 Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-2
Gambar 4.3 Diagram Batang Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis FORE dengan Data Lapangan Proyek Gereja Kemah Tabernakel.....4-3
Gambar 4.4 Kurva Penurunan terhadap Waktu Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-4
Gambar 4.5 Kurva Plot FORE pada SP-01 Proyek Summarecon Gedebage 4-4
Gambar 4.6 Kurva Penurunan terhadap Waktu SP-01 Proyek Summarecon Gedebage 4-5
Gambar 4.7 Diagram Batang Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis FORE dengan Data Lapangan Proyek Pelabuhan Chittagong 4-7
Gambar 4.8 Kurva Penurunan terhadap Waktu Proyek Pelabuhan Chittagong .4-7
Gambar 4.9 Kurva Plot Asaoka pada SP1 Proyek Gereja Kemah Tabernakel...4-8
Gambar 4.10 Kurva Plot 1/t Proyek Gereja Kemah Tabernakel.....4-13
Gambar 4.11 Diagram Batang Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis Metode 1/t dengan Data Lapangan Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-14
Gambar 4.12 Kurva Plot 1/t pada SP-01 Proyek Summarecon Gedebage 4-15
Gambar 4.13 Diagram Batang Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis Metode 1/t dengan Data Lapangan Proyek Pelabuhan Chittagong 4-16

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Format Tabel Analisis FORE 3-6
Tabel 4.1 Rangkuman Prediksi Besarnya Waktu dan Penurunan Akhir menggunakan FORE Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-1
Tabel 4.2 Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis FORE dengan Data Lapangan Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-3
Tabel 4.3 Rangkuman Prediksi Besarnya Waktu dan Penurunan Akhir menggunakan FORE Proyek Pelabuhan Chittagong 4-6
Tabel 4.4 Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis FORE dengan Data Lapangan Proyek Pelabuhan Chittagong 4-6
Tabel 4.5 Rincian Nilai $\beta 0$, $\beta 1$, dan ρf SP1 Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-9
Tabel 4.6 Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis Metode Asaoka dengan Data Lapangan Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-9
Tabel 4.7 Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis Metode Asaoka dengan Data Lapangan Proyek Summarecon Gedebage 4-11
Tabel 4.8 Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis Metode Asaoka dengan Data Lapangan Proyek Pelabuhan Chittagong 4-11
Tabel 4.9 Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis Metode 1/t dengan Data Lapangan Proyek Gereja Kemah Tabernakel 4-14
Tabel 4.10 Perbandingan Penurunan Akhir Hasil Analisis Metode 1/t dengan Data Lapangan Proyek Pelabuhan Chittagong 4-15

UNIVERSITAS KATOLIK
PARAHYANGAN
BAKUNING HYANG MRIH GUNA
SANTYAYA BHAKTI

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data *Settlement Plate*……...L1-1
LAMPIRAN 2 Contoh Perhitungan FORE, Metode Asaoka, dan Metode 1/t.L2-1
LAMPIRAN 3 Hasil Analisis FORE Proyek Gereja Kemah Tabernakel dan Pelabuhan Chittagong ……L3-1
LAMPIRAN 4 Hasil Analisis Metode Asaoka Proyek Gereja Kemah Tabernakel, Summarecon Gedebage, dan Pelabuhan Chittagong……..L4-1
LAMPIRAN 5 Hasil Analisis Metode 1/t Proyek Pelabuhan Chittagong……L5-1

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BAKUNING HYANG MRIH GUNA
SANTYAYA BHAKTI

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan tanah adalah perubahan volume pada massa tanah yang terjadi akibat adanya penambahan beban di atas suatu permukaan tanah. Dalam melakukan *monitoring* besar penurunan tanah yang terjadi di lapangan, digunakan instrumentasi geoteknik berupa *settlement plate*. Hasil dari pembacaan *settlement plate* ini digunakan untuk memastikan bahwa proses penurunan yang terjadi telah mencapai kondisi yang direncanakan. Meskipun begitu, walaupun proses *monitoring* di lapangan masih berlangsung, hasil pembacaan *settlement plate* yaitu berupa kurva besar penurunan terhadap waktu yang sudah ada dapat digunakan untuk memprediksi besar penurunan akhir yang akan terjadi.

Beberapa metode observasional muncul dan digunakan untuk memprediksi besar penurunan akhir hanya dengan mengolah data pembacaan *settlement plate*, seperti metode Asaoka (1978). Namun, *First-Order Rate Equation* (FORE) (Handy, 2002) yang merupakan persamaan kinetika kimia masih sangat jarang terdengar dan digunakan untuk memprediksi besar penurunan akhir yang terjadi. FORE memiliki konsep dasar yaitu laju yang menjadi pendekatan untuk mencapai kondisi akhir sebanding dengan awal dari kondisi tersebut. Melalui persamaan tersebut, selain besar penurunan akhir, suatu kurva besar penurunan terhadap waktu juga dapat diperoleh.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari skripsi ini adalah untuk mengetahui waktu dan besar penurunan akhir menggunakan FORE.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan besarnya waktu dan penurunan akhir menggunakan FORE.

2. Membandingkan penurunan akhir yang dihasilkan FORE dengan data pembacaan *settlement plate.*
3. Mengetahui keunggulan dan keterbatasan dari FORE.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian pada skripsi ini adalah :

1. Melakukan kajian literatur tentang penurunan tanah, instrumentasi *settlement plate*, FORE, dan metode lain untuk memprediksi penurunan akhir dari data pembacaan *settlement plate.*
2. Data kondisi tanah dominan dan besarnya penurunan terhadap waktu (pembacaan *settlement plate*) yang digunakan adalah data pada proyek Gereja Kemah Tabernakel PIK, Summarecon Gedebage, dan Pelabuhan Chittagong di Bangladesh.
3. Metode analisis yang digunakan adalah FORE, metode Asaoka (1978), dan metode 1/t (1995).
4. Analisis mencakup prediksi waktu dan besar penurunan akhir.

1.5 Metode Penelitian

Adapun metode-metode penelitian yang dilakukan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dasar mengenai penurunan tanah, instrumentasi *settlement plate*, FORE, dan metode lain untuk memperkirakan penurunan akhir dari data pembacaan *settlement plate.*

   Bahan-bahan yang digunakan sebagai referensi berasal dari buku, jurnal, dan skripsi terdahulu.
2. Pengumpulan Data

   Pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari data sekunder berupa data kondisi tanah dan data besarnya penurunan terhadap waktu (pembacaan

settlement plate) pada proyek Gereja Kemah Tabernakel PIK, Summarecon Gedebage, dan Pelabuhan Chittagong di Bangladesh.

3. Pengolahan dan Analisis Data

   Data sekunder berupa pembacaan *settlement plate* digunakan dalam analisis perhitungan besarnya waktu dan penurunan akhir menggunakan FORE, metode Asaoka (1978), dan metode 1/t (1995).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini menguraikan dasar-dasar teori yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisi data proyek dan penjelasan langkah analisis perhitungan besarnya penurunan akhir menggunakan FORE, metode Asaoka (1978), dan metode 1/t (1995).

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

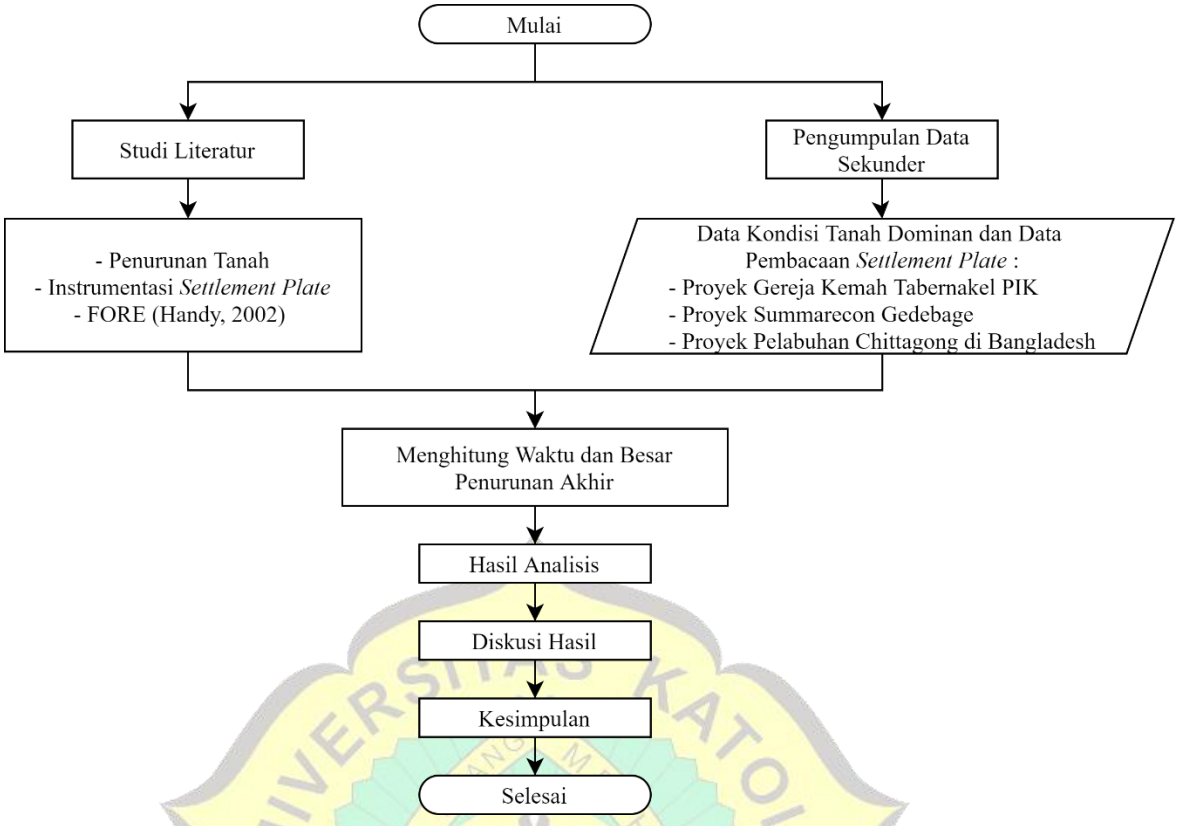
Bab ini berisi hasil analisis data dan informasi mengenai keunggulan dan keterbatasan dari FORE dibanding metode lain yang digunakan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang didapat dari hasil analisis untuk menjawab tujuan penelitian serta saran berdasarkan hasil yang telah didapatkan yang dapat digunakan untuk menunjang penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.1**



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian