

SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN TEGANGAN DI DALAM
TANAH AKIBAT TIMBUNAN MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA**



**NATALIA NURIANTI FARIADI
NPM: 2013410056**

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
JULI 2017**

SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN TEGANGAN DI DALAM
TANAH AKIBAT TIMBUNAN MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA**



**NATALIA NURIANTI FARIADI
NPM : 2013410056**

**BANDUNG, 4 JULI 2017
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
JULI 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Natalia Nurianti Fariadi

NPM : 2013410056

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Analisis Perubahan Tegangan di Dalam Tanah Akibat Timbunan Menggunakan Metode Elemen Hingga” adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 7 Juli 2017



Natalia Nurianti. F

2013410056

ANALISIS PERUBAHAN TEGANGAN DI DALAM TANAH AKIBAT TIMBUNAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

**Natalia Nurianti Fariadi
NPM: 2013410056**

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

Tanah akan mengalami kenaikan tekanan dan tekanan air pori eksese jika diberi beban di atasnya. Pembebanan ini mengakibatkan terjadi deformasi partikel pada tanah dan keluarnya air pori dari tanah yang disertai berkurangnya volume tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan elevasi tanah dasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya perubahan-perubahan tegangan di dalam tanah akibat beban timbunan dan besarnya faktor keamanan serta penurunan konsolidasinya. Tegangan-tegangan dan faktor keamanan serta penurunan konsolidasi yang dianalisis menggunakan program Plaxis 8.5. Simulasi dilakukan secara bertahap sesuai dengan urutan konstruksi timbunan yang telah direncanakan hingga saat setelah konstruksi selesai dilaksanakan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan-tegangan, faktor keamanan dan penurunan konsolidasi akan berubah terhadap waktu. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, tanah tersebut dalam kondisi aman dengan faktor keamanan kritis sebesar 1.55 saat konstruksi timbunan selesai dilakukan. Lalu nilai faktor keamanan konstan setelah proses timbunan selesai dilaksanakan, dan untuk stabilitas jangka panjang menunjukkan faktor keamanan akan kembali naik dengan nilai faktor keamanan sebesar 1.62.

Kata Kunci: tegangan dalam tanah, faktor keamanan, konsolidasi

ANALYSIS OF STRESS CHANGES OF SOIL DUE TO EMBANKMENT USING FINITE ELEMENT METHOD

Natalia Nurianti Fariadi
NPM: 2013410056

Advisor: Budijanto Widjaja, S.T., M.T., 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
JUNE 2017

ABSTRACT

Soil will undergo pressure increment and excess pore water pressure if give a load on it. The loading will cause particle deformation on the soil and discharge of pore water from the soil that accompanied by the reduction of the soil's volume. It will cause declination of base soil elevation. The purpose of this research is to knowing the size of the stress changes in the soil due to embankment load, the amount of safety factor, and consolidation reduction. The analysis of stresses, security factor, and consolidation reduction are using Plaxis 8.5 program. The simulation is conducted gradually according to the order of embankment construction that have been planned until after the construction finished. The simulation result show that the stresses, safety factor, and consolidation reduction will change with time. Based on the simulation, the soil is in safe condition with the value of critical safety factor 1.55 when embankment construction completed, while the value will stay constant until after the embankment construction process completed and for the long term stability shows that the value of safety factor will rise to 1.62.

Keywords: stress of soil, safety factor, consolidation

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan anugerah-Nya yang tiada henti penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Analisis Perubahan Tegangan Di Dalam Tanah Akibat Timbunan Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari betapa banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi dalam proses penyusunan skripsi ini. Untuk itu semua, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan memberikan apresiasi setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktunya untuk memberi pengetahuan, kritik dan saran untuk penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T. dan Ibu Rinda Karlinasari, Dr., Ir., M.T. selaku dosen Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan kritik dan saran yang berarti bagi penulis.
3. Papa, Mama, Abang dan Ce Yuni yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa kepada penulis.
4. Tiara dan Dhaning sebagai sahabat tersayang yang selalu ada untuk penulis.
5. Teman-teman CVP dan Karen sebagai para sahabat selama penulis menjalani kehidupan di Sipil UNPAR.
6. Victor Antoni yang selalu mendengarkan keluh-kesah penulis dan terus membantu serta memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Agita, Dini, Ratna, Jericko, Krisna, Kenneth dan Steven sebagai teman-teman seperjuangan skripsi.
8. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2013 tercinta atas seluruh cerita dan kenangan manis penulis di Teknik Sipil UNPAR.

9. Serta seluruh pihak lain yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik mPembangun yang dapat menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menjadi berkat pagi orang-orang yang membutuhkannya.

Bandung, 7 Juli 2017



Natalia Nurianti Fariadi

2013410056

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-2
1.6 Diagram Alir.....	1-2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Tanah Lunak.....	2-1
2.2 Kuat Geser Tanah.....	2-1
2.2.1 Mohr Coulomb.....	2-2
2.3 Timbunan.....	2-3
2.3.1 Tanah Kohesif.....	2-5
2.4 Keruntuhan Timbunan Diatas Tanah Lempung Lunak.....	2-6
2.5 Lereng.....	2-7
2.6 Stabilitas Lereng.....	2-7

2.7	Analisis Kestabilan Lereng.....	2-8
2.7.1	Analisis Kestabilan Jangka Pendek (<i>Short Term</i>).....	2-8
2.7.2	Analisis Kestabilan Jangka Panjang (<i>Long Term</i>).....	2-9
2.8	Metode Analisis Kuat Geser.....	2-9
2.8.1	Analisis Tegangan Efektif.....	2-9
2.8.2	Analisis Tegangan Total.....	2-9
2.8.3	Perubahan Volume dan Tekanan Air Pori Ekses.....	2-10
2.8.4	Drained dan Undrained Material.....	2-10
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		3-1
3.1	Metode Elemen Hingga.....	3-1
3.2	Program Plaxis.....	3-2
3.3	Analisis Undrained Dan Drained Pada Metode Elemen Hingga.....	3-5
BAB 4 ANALISIS DATA.....		4-1
4.1	Korelasi Empirik.....	4-1
4.1.1	Angka Permeabilitas Tanah.....	4-1
4.1.2	Modulus Elastisitas Tanah.....	4-1
4.1.3	Angka Poisson.....	4-2
4.1.4	Kohesi.....	4-2
4.1.5	Sudut Geser Dalam.....	4-2
4.2	Stratifikasi Tanah Dan Parameter Tanah	4-3
4.3	Kriteria Perencanaan	4-4
4.4	Pemasukan Data Metode Konstruksi Menggunakan Plaxis.....	4-4
4.5	Hasil Analisis.....	4-8
4.5.1	Tegangan Total pada Pemodelan.....	4-8
4.5.2	Tekanan Air Pori Ekses pada Pemodelan.....	4-8
4.5.3	Tegangan Efektif pada Pemodelan.....	4-11

4.5.4	Faktor Keamanan pada Pemodelan.....	4-16
4.5.5	Konsolidasi pada Pemodelan.....	4-18
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xix

DAFTAR NOTASI

c	: Kohesi
c_T	: Kohesi Total
ϕ	: Sudut Geser Dalam
ϕ_T	: Sudut Geser Dalam Total
σ	: Tegangan Total
σ'	: Tegangan Efektif
$\tau = s$: Kuat Geser Tanah
γ	: Berat Isi Tanah
σ_1	: Gaya Aksial
σ_3	: Tegangan Keliling
F	: Faktor Keamanan
k	: Koefisien Permeabilitas
S	: Pasir
G	: Kerikil
E	: Modulus Elastisitas Tanah
ν	: Angka Poisson
u	: Tekanan Air Pori
u_o	: Tegangan Hidrostatik
Δu	: Tekanan Air Pori Ekses

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Diagram Alir	1-3
Gambar 2. 1	Gaya yang Bekerja pada Lereng (Santosa dan Suprpto, 1998)...	2-1
Gambar 2. 2	Bidang Keruntuhan Mohr Coulomb (Das dan Endah, 1995).....	2-2
Gambar 2. 3	Mohr Coulomb (Das dan Endah, 1995).....	2-3
Gambar 2. 4	Hubungan antara Variasi Kadar Air dengan Kepadatan Tanah (Abramson dan Boyce, 1996).....	2-4
Gambar 2. 5	Kekuatan Pemadatan Tanah Lempung vs Kadar Air (Abramson dan Boyce, 1996).....	2-5
Gambar 2. 6	Keruntuhan Timbunan Diatas Tanah Lunak (Manggada, Sofandi dan Widiyono, 2015).....	2-6
Gambar 2. 7	Kurva Hubungan Tegangan Normal, Tegangan Efektif, Tekanan Air Pori Ekses dan Faktor Keamanan Terhadap Waktu Pada Tanah Drained dan Undrained (Coduto, 2001).....	2-11
Gambar 3. 1	Proses Perhitungan Faktor Keamanan pada Metode Elemen Hingga (Liong dan Herman, 2012).....	3-1
Gambar 4. 1	Stratifikasi Tanah.....	4-3
Gambar 4. 2	Urutan Konstruksi pada Pemodelan.....	4-4
Gambar 4. 3	Tahap 1: Kondisi Awal.....	4-5
Gambar 4. 4	Tahap 2: Timbunan ke-1.....	4-5
Gambar 4. 5	Tahap 3: Timbunan ke-2.....	4-6
Gambar 4. 6	Tahap 4: Timbunan ke-3.....	4-6
Gambar 4. 7	Tahap 5: Timbunan ke-4.....	4-7
Gambar 4. 8	Tahap 6: Timbunan ke-5.....	4-7
Gambar 4. 9	Tahap 7: Timbunan ke-6.....	4-7
Gambar 4. 10	Kurva Hubungan Tegangan Total Terhadap Waktu di Titik A...	4-9
Gambar 4. 11	Kurva Hubungan Tegangan Total Terhadap Waktu di Titik B	4-10
Gambar 4. 12	Kurva Hubungan Tegangan Total Terhadap Waktu di Titik C	4-10

Gambar 4. 13 Kurva Hubungan Tegangan Total Terhadap Waktu di Titik D	4-11
Gambar 4. 14 Kurva Hubungan Tekanan Air Pori Ekses Terhadap Waktu di Titik A	4-12
Gambar 4. 15 Kurva Hubungan Tekanan Air Pori Ekses Terhadap Waktu di Titik B	4-13
Gambar 4. 16 Kurva Hubungan Tekanan Air Pori Ekses Terhadap Waktu di Titik C	4-13
Gambar 4. 17 Kurva Hubungan Tekanan Air Pori Ekses Terhadap Waktu di Titik D	4-14
Gambar 4.18 Kurva Hubungan Tegangan Efektif Terhadap Waktu di Titik A	4-15
Gambar 4. 19 Kurva Hubungan Tegangan Efektif Terhadap Waktu di Titik B	4-15
Gambar 4. 20 Kurva Hubungan Tegangan Efektif Terhadap Waktu di Titik C	4-16
Gambar 4. 21 Kurva Hubungan Tegangan Efektif Terhadap Waktu di Titik D	4-16
Gambar 4. 22 Kurva Hubungan FK Terhadap Waktu.....	4-18
Gambar 4. 23 Kurva Hubungan Konsolidasi Terhadap Waktu di Titik A	4-19
Gambar 4. 24 Kurva Hubungan Konsolidasi Terhadap Waktu di Titik B	4-19
Gambar 4. 25 Kurva Hubungan Konsolidasi Terhadap Waktu di Titik C	4-20
Gambar 4. 26 Kurva Hubungan Konsolidasi Terhadap Waktu di Titik D	4-20
Gambar 4. 27 Deformasi yang Terjadi Pada Hari ke-2000	4-20

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Input ESUA dan ESDA	3-5
Tabel 4. 1 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah (Coduto, 2001).....	4-1
Tabel 4. 2 Nilai Perkiraan Angka Poisson Tanah (Bowles, 1997)	4-2
Tabel 4. 3 Nilai Kohesi Tanah (Begemann, 1965)	4-2
Tabel 4. 4 Nilai-nilai Sudut Geser Dalam Efektif Tanah (Begemann, 1965).....	4-3
Tabel 4. 5 Parameter Tanah	4-3
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Tegangan Total Pada Pemodelan	4-9
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Tekanan Air Pori Ekses Pada Pemodelan	4-12
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Tegangan Efektif Pada Pemodelan	4-14
Tabel 4. 9 Hasil Analisis Faktor Keamanan Pada Pemodelan.....	4-17
Tabel 4. 10 Hasil Analisis Penurunan Tanah Pada Pemodelan	4-19

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	1-1
LAMPIRAN 2.....	2-1
LAMPIRAN 3.....	3-1
LAMPIRAN 4.....	4-1
LAMPIRAN 5.....	5-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bila suatu lapisan tanah mengalami pembebanan akibat beban di atasnya, maka tanah yang ada dibawah beban tersebut akan mengalami kenaikan tegangan dan tekanan air pori eksese. Kenaikan tegangan ini menyebabkan terjadinya penurunan elevasi tanah dasar (*settlement*). Pembebanan ini mengakibatkan adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel tanah, dan keluarnya air pori dari tanah yang disertai berkurangnya volume tanah.

Pada umumnya tanah, dalam bidang geoteknik, dibagi menjadi 2 jenis, yaitu tanah berbutir dan tanah kohesif. Pada tanah berbutir (pasir), air pori dapat mengalir keluar struktur tanah dengan mudah, karena tanah berbutir memiliki permeabilitas yang tinggi. Sedangkan pada tanah kohesif (*clay*), air pori memerlukan waktu yang lama untuk mengalir keluar seluruhnya. Hal ini disebabkan karena tanah kohesif memiliki permeabilitas yang rendah.

Perubahan tegangan-tegangan didalam tanah ini mempengaruhi faktor keamanan dari lereng. Pada skripsi ini dibahas mengenai perubahan tegangan-tegangan pada tanah akibat beban timbunan yang mempengaruhi faktor keamanan lereng dengan menggunakan metode elemen hingga. Pada metode elemen, faktor keamanan dicari dengan mencari bidang lemah pada struktur lapisan tanah. Pada analisis metode elemen hingga menggunakan program Plaxis.

1.2 Inti Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah yang telah dijabarkan sebelumnya, maka inti permasalahan dari skripsi ini adalah melakukan analisis perubahan tegangan pada tanah akibat timbunan, menggunakan metode elemen hingga dengan pemodelan 2 dimensi menggunakan program Plaxis.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan inti permasalahan yang telah dijabarkan sebelumnya, tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan tegangan efektif tanah, tekanan air pori eksese, tegangan total, faktor keamanan dan konsolidasi tanah akibat timbunan dari awal penimbunan hingga beberapa saat setelah timbunan selesai.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Analisis faktor keamanan menggunakan *phi-c reduction method* dengan pemodelan 2 dimensi pada program Plaxis 8.5
2. Analisis tegangan total, tekanan air pori eksese, tegangan efektif dan penurunan konsolidasi akibat timbunan

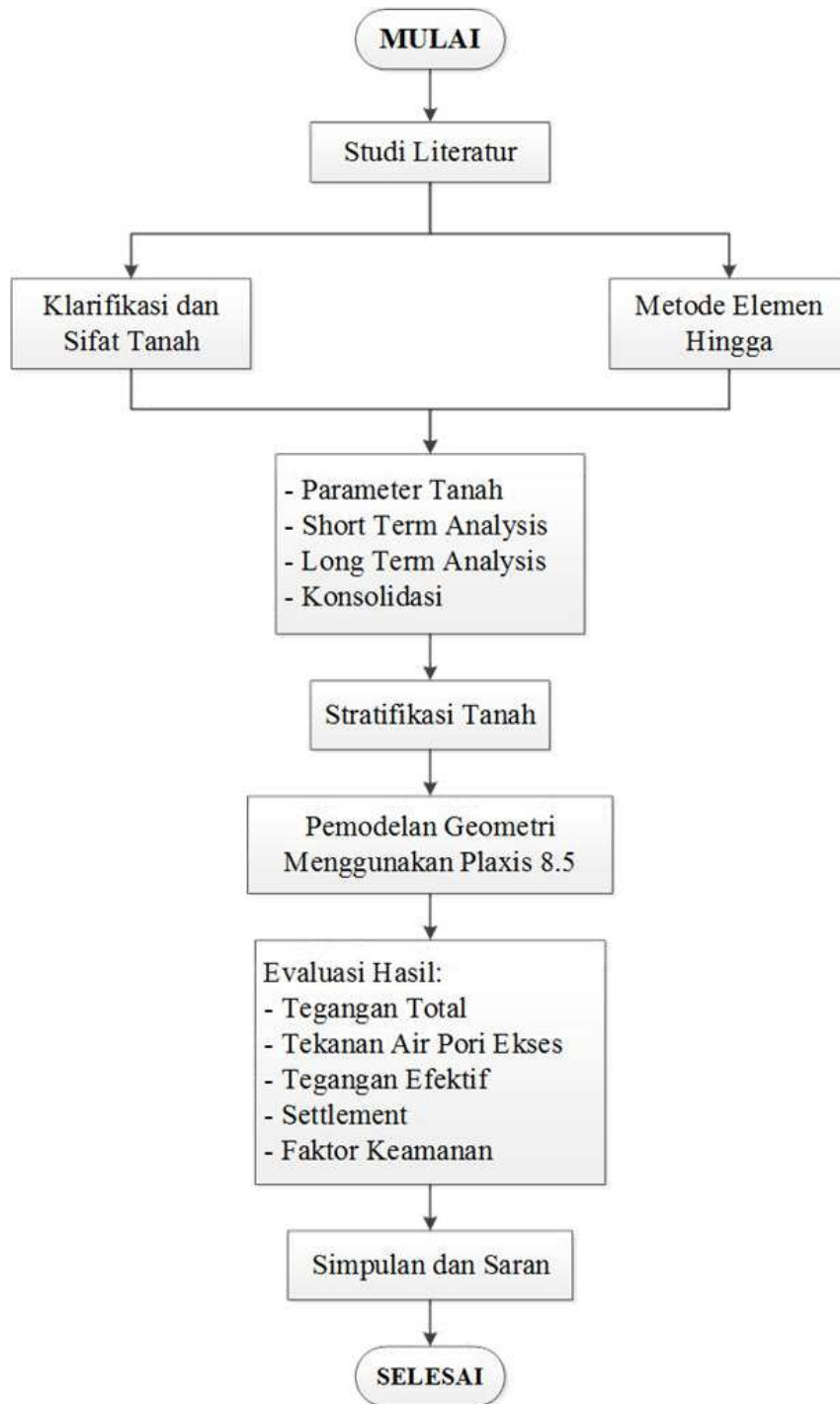
1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada studi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka
Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan ilmu yang digunakan sebagai landasan teori sebagai pembahasan masalah yang dilakukan. Studi pustaka ini didapat dari berbagai literatur dan jurnal maupun beberapa tulisan yang ada di internet.
2. Pengumpulan data
Pengumpulan data berupa data-data parameter tanah untuk memenuhi persyaratan pemodelan pada program Plaxis.
3. Pemodelan dan analisis menggunakan program Plaxis 8.5
Analisis untuk mendapatkan hasil faktor keamanan akibat timbunan.

1.6 Diagram Alir

Secara garis besar tahapan penelitian yang akan dilaksanakan pada skripsi ini bisa dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Diagram Alir