

**SKRIPSI**

**ANALISIS PEMODELAN METODE *VACUUM CONSOLIDATION* PADA PROYEK JALAN TOL PEMALANG-BATANG DENGAN PROGRAM GEOSTUDIO 2012**



**RD. OSMAN SHIDDIEQ WISESA S.S.  
NPM : 2012410149**

**PEMBIMBING: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.**

**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 2018**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PEMODELAN METODE *VACUUM CONSOLIDATION* PADA PROYEK JALAN TOL PEMALANG-BATANG DENGAN PROGRAM GEOSTUDIO 2012**



**RD. OSMAN SHIDDIEQ WISESA S.S.  
NPM : 2012410149**

**BANDUNG, JULI 2018  
PEMBIMBING:**

**Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.**

**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 2018**

# PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

Nama lengkap : Rd Osman Shiddieq Wisesa S.S.

NPM : 2012410149

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **ANALISIS PEMODELAN METODE *VACUUM CONSOLIDATION* PADA PROYEK JALAN TOL PEMALANG-BATANG DENGAN PROGRAM GEOSTUDIO 2012** 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, Juli 2018



Rd. Osman Shiddieq Wisesa S.S.

2012410149

# **ANALISIS PEMODELAN METODE *VACUUM CONSOLIDATION* PADA PROYEK JALAN TOL PEMALANG-BATANG DENGAN PROGRAM GEOSTUDIO 2012**

**Rd. Osman Shiddieq Wisesa S.S.  
NPM: 2012410149**

**Pembimbing: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.**

**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 2018**

## **ABSTRAK**

Terdapat berbagai macam permasalahan yang dapat kita jumpai dalam bidang konstruksi, salah satunya adalah tanah lunak. Tanah lunak memiliki sifat yang kurang menguntungkan dalam bidang konstruksi karena memiliki daya dukung tanah yang rendah dan dapat mengalami penurunan tanah yang relatif cukup besar ketika akan dibangun konstruksi di atasnya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan daya dukung tanah lunak dilakukan perbaikan tanah. Salah satu teknik yang digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah adalah dengan cara mengeluarkan air pori dari dalam tanah guna menstabilisasi tanah lunak yang akan diperbaiki. Seiring berkembangnya teknologi, ditemukan sebuah metode konsolidasi yang dapat mempercepat proses konsolidasi dan memperkecil peluang terjadinya kegagalan geser. Metode ini disebut dengan konsolidasi vakum. Untuk memprediksi berapa besar penurunan yang terjadi akibat penerapan konsolidasi vakum, maka dibutuhkan analisis yang dibantu dengan program Geostudio 2012. Beberapa program yang dari Geostudio 2012 yang digunakan adalah SEEP/W dan SIGMA/W. Program-program tersebut dapat menggambarkan perubahan tekanan air pori dan deformasi tanah dengan memberikan tekanan udara negatif pada tanah yang diperbaiki menggunakan metode konsolidasi vakum.

Kata Kunci: Tekanan Udara Negatif, Konsolidasi Vakum, Penurunan Tanah, Geostudio 2012

# **ANALYSIS OF PEMALANG-BATANG TOLL ROAD PROJECT USING VACUUM CONSOLIDATION METHOD ON GEOSTUDIO 2012 SOFTWARE**

**Rd. Osman Shiddieq Wisesa S.S.  
NPM: 2012410149**

**Advisor: Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T.**

**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  
JULY 2018**

## **ABSTRACT**

There are various problems one may encounter during construction, including soft soil, which presents particular challenge since soft soil is compressible in nature and can sink relatively deeper when a construction takes place above the ground. It is therefore necessary to implement improvement measures to boost the soft soil's carrying capacity, one of which through the draining of excess pore water in order to stabilize the soft soil amid improvement efforts. Alongside technological advancement, a method is found to accelerate the consolidation process, which could also reduce the possibility of shear failure, namely vacuum consolidation method. It therefore needs an analysis using Geostudio 2012 software to predict the extent of soil reduction caused by the use of vacuum consolidation method. Several Geostudio 2012 softwares in use are SEEP/W and SIGMA/W. The mentioned programs can portray the transformation of pore water pressure and soil deformation as the effect of negative air pressure in the soil using vacuum consolidation method.

Keywords: Negative Air Pressure, Vacuum Consolidation, Soil Settlement, Geostudio 2012

## PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas karunia, kehendak, dan ridha-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pemodelan Metode *Vacuum Consolidation* Pada Proyek Jalan Tol Pematang-Batang Dengan Program Geostudio 2012”. Skripsi ini menjadi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi jenjang pendidikan Strata-1 (Sarjana) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penulisan skripsi ini banyak kendala-kendala yang dihadapi untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan tepat. Namun, berkat doa, kritik, saran, dan dorongan dari berbagai pihak maka pada akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang sangat berpengaruh terhadap pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada :

1. Rd. Osman Kaffani S.S., Pingkan O Kaffani, Rd. Osman Rama Turendro, Maharani Putri Osmani keluarga penulis, atas doa, nasihat, dan dukungan yang tidak pernah putus setiap harinya.
2. Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan ilmunya kepada mahasiswa bimbingannya sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Budijanto Widjaja, Ph.D., Siska Rustiani, Ir., M.T., Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen KBI Geoteknik yang telah memberikan banyak saran dan kritik kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik.
4. Muhammad Luthfi Ariyanto dan Fajar Ramadhan sebagai teman seperjuangan selama bimbingan skripsi yang telah bekerjasama dan memberikan dukungan kepada penulis selama penulisan skripsi ini berlangsung.
5. Mas Afif, Radhian, Billy, Devandra dan staff dari PT ERKA KONSULTAN ENJINIRING yang membantu dalam pengolahan data sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

6. Dewanti Ratnasarira, S.T. sebagai penyemangat dari awal mulai penulisan skripsi hingga selesai.
7. Seluruh teman-teman Bengawan dan seluruh teman-teman penulis yang terus membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung saya selama proses penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, akan tetapi sungguh diharapkan agar dapat membantu dan berguna bagi pembacanya

Bandung, Juli 2018



Rd. Osman Shiddieq W.S.S.

2012410149

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	2
1.5 Metode Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
1.7 Diagram Alir .....	5
BAB 2 DASAR TEORI .....	1
2.1 Tanah Lunak .....	1
2.2 Tanah Lempung .....	1
2.2.1 Kuat Geser Tanah Lempung .....	2
2.3 Perbaikan Tanah .....	4
2.4 Konsolidasi .....	4
2.4.1 Dasar Konsolidasi .....	5



2.4.2	Penurunan Konsolidasi .....	6
2.5	Konsolidasi Vakum.....	10
2.6	Derajat Konsolidasi.....	14
2.7	Permeabilitas.....	14
2.8	Soil Water Characteristic Curves (SWCC).....	16
2.9	Metode Asaoka .....	17
2.10	Geostudio .....	19
2.10.1	SEEP/W .....	19
2.10.2	SIGMA/W .....	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		1
3.1	Pemodelan Konsolidasi Vakum.....	1
3.2	Program SEEP/W .....	1
3.2.1	Input SEEP/W .....	2
3.2.2	Output SEEP/W .....	6
3.3	Program SIGMA/W.....	6
3.3.1	Input SIGMA/W .....	7
3.3.2	Output SIGMA/W .....	12
BAB 4 ANALISIS DATA.....		1
4.1	Data Proyek.....	1
4.2	Parameter Tanah .....	4
4.2.1	Berat Isi Tanah.....	4
4.2.2	Penentuan Modulus Elastisitas Tanah .....	5
4.2.3	Nilai Kohesi Tanah.....	5
4.2.4	Penentuan Nilai Poisson's Ratio dan Sudut Geser Dalam .....	7

4.2.4	Rangkuman Parameter Tanah .....	7
4.3	Fungsi Volume Kadar Air dan Konduktivitas.....	8
4.4	Pengolahan Data <i>Settlement Plate</i> .....	11
4.5	Analisis Pemodelan <i>Vacuum Consolidation</i> .....	14
4.5.1	Kondisi Initial .....	16
4.5.2	Penerapan Vakum .....	19
4.5.3	Analisis Deformasi Akibat Vakum.....	22
4.6	Hasil Analisis .....	25
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		1
5.1	Kesimpulan.....	1
5.2	Saran.....	1
DAFTAR PUSTAKA .....		xvii

## DAFTAR NOTASI

$\gamma_{sat}$	=	Berat isi tanah jenuh
$\gamma_{unsat}$	=	Berat isi tanah tak jenuh
$\gamma_{water}$	=	Berat isi air
$E$	=	Modulus Young
$\nu$	=	Angka Poisson
$\phi$	=	Sudut geser tanah
$\phi'$	=	Sudut geser tanah efektif
$C_u$	=	Kuat geser tanah undrained
$c'$	=	Kohesi efektif tanah
$N_{SPT}$	=	Nilai SPT (blows/60cm)
$SPT$	=	<i>Standard Penetration Test</i>
$k$	=	Koefisien permeabilitas
$\sigma$	=	Tegangan
$S$	=	Derajat kejenuhan
$mv$	=	Koefisien kemampatan tanah
$OCR$	=	<i>Overconsolidation Ratio</i>
$PVD$	=	<i>Prefabricated vertical drain</i>
$U$	=	Derajat konsolidasi tanah
$\theta_w$	=	<i>Volumetric water content</i>
$w$	=	Kadar air <i>gravimetric</i>
$CPT$	=	<i>Cone Penetration Test</i>
$n$	=	<i>Volume water content</i>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir .....	5
Gambar 2.1 Profil <i>Immediate Settlement</i> .....	7
Gambar 2.2 (a) Proses Konsolidasi Konvensional ; (b) Proses Konsolidasi Vakum..	12
Gambar 2.3 Ilustrasi aplikasi <i>vacuum consolidation</i> .....	14
Gambar 2.4 Permeabilitas pada <i>Loose soil</i> dan <i>Dense soil</i> .....	15
Gambar 2.5 Kurva SWCC .....	17
Gambar 2.6 Prosedur analisis data monitoring penurunan dengan interval waktu yang konstan (Magnan and Deroy, 1980).....	18
Gambar 2.7 Prediksi penurunan akhir dengan metode Asaoka .....	18
Gambar 3.1 Pengaturan <i>Grid</i> pada SEEP/W.....	2
Gambar 3.2 Pengaturan <i>Page</i> pada SEEP/W .....	2
Gambar 3.3 Pengaturan <i>Units and Scale</i> pada SEEP/W.....	3
Gambar 3.4 Pemilihan Tipe Analisis pada SEEP/W .....	4
Gambar 3.5 Penggambaran Geometric .....	4
Gambar 3.6 Pengaturan <i>KeyIn Materials</i> .....	5
Gambar 3.7 <i>Boundary Conditions</i> pada program SEEP/W .....	6
Gambar 3.7 Pengaturan <i>Grid</i> pada SIGMA/W .....	7
Gambar 3.8 Pengaturan <i>Page</i> pada SIGMA/W .....	8
Gambar 3.9 Pengaturan <i>Units and Scale</i> pada SIGMA/W .....	8
Gambar 3.10 Pengaturan <i>KeyIn Materials</i> pada SIGMA/W .....	10
Gambar 3.11 Pengaturan <i>Boundary Conditions</i> pada SIGMA/W .....	11
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Jalan Tol Pemalang-Batang .....	1
Gambar 4.2 Jalan Tol Pemalang-Batang Seksi I.....	2
Gambar 4.3 Jalan Tol Pemalang-Batang Seksi II .....	2
Gambar 4.4 Stratigrafi Tanah Titik Tinjauan.....	3
Gambar 4.4 Hubungan N-SPT Dengan Nilai Su .....	6
Gambar 4.5 Korelasi Sorensen and Okkels (2013).....	6

Gambar 4.7 SWCC tanah Platform .....	9
Gambar 4.8 SWCC tanah <i>Soft Clay</i> .....	9
Gambar 4.9 SWCC tanah <i>Medium Clay</i> .....	10
Gambar 4.10 SWCC tanah <i>Stiff Clay</i> .....	10
Gambar 4.11 SWCC tanah <i>Sand</i> .....	11
Gambar 4.12 Grafik Metode Asaoka.....	13
Gambar 4.13 Bagan Penggunaan Geostudio 2012.....	15
Gambar 4.14 <i>Analysis Type</i> Insitu.....	16
Gambar 4.15 Geometri Pada Geostudio 2012.....	16
Gambar 4.16 Input Elevasi Muka Air Tanah .....	18
Gambar 4.17 Pemodelan Tanah Dengan Material dan Muka Air Tanah.....	18
Gambar 4.18 Pemodelan Insitu dengan <i>boundary</i> .....	18
Gambar 4.19 <i>KeyIn Analysis</i> Vakum .....	19
Gambar 4.20 <i>KeyIn Analysis</i> Vakum 2 .....	20
Gambar 4.21 Waktu Pelaksanaan Vakum .....	20
Gambar 4.22 <i>Boundary Conditions</i> vakum dengan tekanan udara -80 kPa.....	21
Gambar 4.23 Penerapan Vakum tanpa timbunan.....	21
Gambar 4.24 <i>Boundary</i> dengan tekanan udara -80 kPa konstan.....	22
Gambar 4.25 Penerapan vakum dengan timbunan.....	22
Gambar 4.26 <i>KeyIn Analysis</i> untuk <i>volume change</i> .....	23
Gambar 4.27 Model <i>Volume Change</i> .....	23
Gambar 4.28 <i>KeyIn</i> pada analisis <i>Coupled Stress/PWP</i> + timbunan 1m .....	24
Gambar 4.29 Model <i>Coupled Stress/PWP</i> + timbunan 1m.....	24
Gambar 4.30 <i>KeyIn</i> pada analisis <i>Coupled Stress/PWP</i> + timbunan 2m .....	25
Gambar 4.31 Model <i>Coupled Stress/PWP</i> + timbunan 2m.....	25
Gambar 4.32 Kontur PWP Kondisi Initial.....	26
Gambar 4.33 Kontur <i>Excess PWP</i> Vakum .....	26
Gambar 4.34 Kontur <i>Excess PWP</i> Vakum kedua.....	27
Gambar 4.35 Grafik <i>Excess Pore Water Pressure vs Time</i> .....	27
Gambar 4.36 Kontur <i>Y-Displacements</i> .....	28

Gambar 4.37 Kontur *Y-Displacements* kedua ..... 28

Gambar 4.38 Grafik *Y-Displacements vs Time* ..... 29

Gambar 4.39 Kontur *Effective Stress* ..... 29

Gambar 4.40 Kontur *Effective Stress* kedua ..... 30

Gambar 4.41 Grafik *Effective Stress vs Time*..... 30

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Kuat Geser Tanah Lempung dan Indikator Kuat Geser tak Terdrainase Tanah lempung.....	4
Tabel 2.2 Koefisien Permeabilitas Tanah Berdasarkan Jenis Tanah (sumber : Braja, 1995) .....	16
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah dan Koefisien Permeabilitas .....	16
Tabel 4.1 Konsistensi Lapisan Tanah CPT-198.....	4
Tabel 4.2 Tipikal nilai berat isi tanah berdasarkan konsistensi / kepadatan (Ref : ASCE, 1996) .....	4
Tabel 4.3 Nilai Berat Isi Tanah.....	5
Tabel 4.4 Nilai Modulus Elastisitas Tanah .....	5
Tabel 4.5 Nilai $c'$ .....	7
Tabel 4.6 Nilai Poisson's Ratio dan Sudut Geser Dalam .....	7
Tabel 4.7 Rangkuman Parameter Tanah .....	8
Tabel 4.8 Parameter Tanah <i>Soft Clay</i> .....	8
Tabel 4.9 Hasil Pengolahan Data <i>Settlement Plate</i> .....	12

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Tabel Sudut Geser Dalam Efektif
- Lampiran 2 Data CPT
- Lampiran 3 Hasil Instrumentasi Settlement Plate



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam bidang teknik sipil banyak permasalahan yang sering kita jumpai. Salah satunya adalah tanah lunak. Tanah lunak memiliki sifat yang tidak menguntungkan untuk konstruksi, karena daya dukung tanah yang rendah dan terjadinya penurunan (*settlement*) yang cenderung besar setelah konstruksi dibangun. Tanah lunak menjadi tidak menguntungkan dalam bidang konstruksi, hal ini disebabkan karena tingginya kadar air yang terdapat dalam tanah. Untuk menghindari potensi gangguan pada konstruksi yang akan dibangun, maka dilakukan perbaikan tanah dengan tujuan menstabilisasi tanah lunak.

Perbaikan tanah yang dilakukan adalah konsolidasi tanah. Pada prinsipnya, konsolidasi tanah adalah proses keluarnya air dari pori-pori tanah yang mengakibatkan tanah mengalami kompresi akibat pembebanan dalam periode waktu tertentu. Proses konsolidasi sendiri dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satunya adalah metode yang konvensional yaitu metode prapembebanan (*preloading*). Namun pada praktiknya, ditemukan kekurangan pada metode ini yaitu kemungkinan terjadinya keruntuhan geser.

Untuk meminimalisir terjadinya keruntuhan geser, telah dikembangkan sebuah teknik yang dapat meminimalisir terjadinya keruntuhan geser dan juga dapat mempercepat terjadinya konsolidasi. Metode ini disebut dengan konsolidasi vakum.

Konsolidasi vakum (*vacuum consolidation*) adalah metode konstruksi untuk mempercepat konsolidasi yang terjadi pada tanah dengan memberikan tekanan vakum atau mengisap udara dan air melalui pipa horizontal yang terhubung dengan rangkaian pipa vertikal yang tertanam ke dalam tanah. Prinsip dari metode konsolidasi vakum adalah mengisolasi massa tanah dengan memberikan tekanan atmosfer untuk mengurangi tekanan air pori pada tanah jenuh dan meningkatkan tegangan efektif tanpa mengubah tegangan total. (Kjellman, 1952). Agar perencanaan sesuai dengan yang

diinginkan, maka dibutuhkan pemodelan dan analisis untuk mengetahui seberapa besar penurunan yang terjadi dan berapa lama waktu penurunan itu terjadi.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Metode *vacuum consolidation* dipilih pada proyek konstruksi jalan tol Pemalang-Batang. Metode ini dipilih karena dapat mempercepat terjadinya konsolidasi sehingga dapat memangkas waktu untuk kemudian dapat dilakukan penimbunan diatas tanah lunak yang memiliki sifat tanah yang kurang baik. Untuk mengetahui berapa besar dan waktu penurunan yang terjadi, maka dibutuhkan analisis agar besarnya penurunan dan waktu pelaksanaan dapat diketahui dan diaplikasikan di lapangan.

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

1. Membuat pemodelan perbaikan tanah dengan menggunakan metode konsolidasi vakum.
2. Mengetahui besarnya penurunan yang terjadi setelah penerapan vakum.
3. Memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan konsolidasi dengan cara vakum.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Untuk menyelesaikan masalah dari penulisan ini, ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian adalah proyek jalan tol Pemalang-Batang, Jawa Tengah.
2. Tekanan pompa dalam proses konsolidasi vakum sebesar 80 kPa.
3. Analisis menggunakan program Geostudio 2012.

## **1.5 Metode Penelitian**

Untuk mencapai tujuan dalam penelitian, metode-metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

### 1. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan guna mendapatkan teori-teori yang digunakan agar dapat mempermudah dan dapat menyelesaikan permasalahan yang sedang diteliti. Studi pustaka yang menjadi acuan berupa buku, jurnal, artikel-artikel dari internet.

### 2. Pengumpulan data

Data tanah yang digunakan adalah data sekunder dari hasil uji laboratorium pada tanah yang berada di proyek jalan tol Pemalang-Batang.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari studi ini dibagi ke dalam lima bab, yaitu :

### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, inti permasalahan, maksud dan tujuan dari penelitian, ruang lingkup, metode penelitian, sistematika penulisan, diagram alir.

### BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini memaparkan dasar teori yang dapat membantu menyelesaikan masalah yang terkait dengan konsolidasi dan juga prinsip *soil improvement technique* dengan menggunakan vakum.

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan analisis dan pemodelan untuk menghitung penurunan konsolidasi dengan metode vakum dibantu dengan menggunakan program Geostudio 2012.

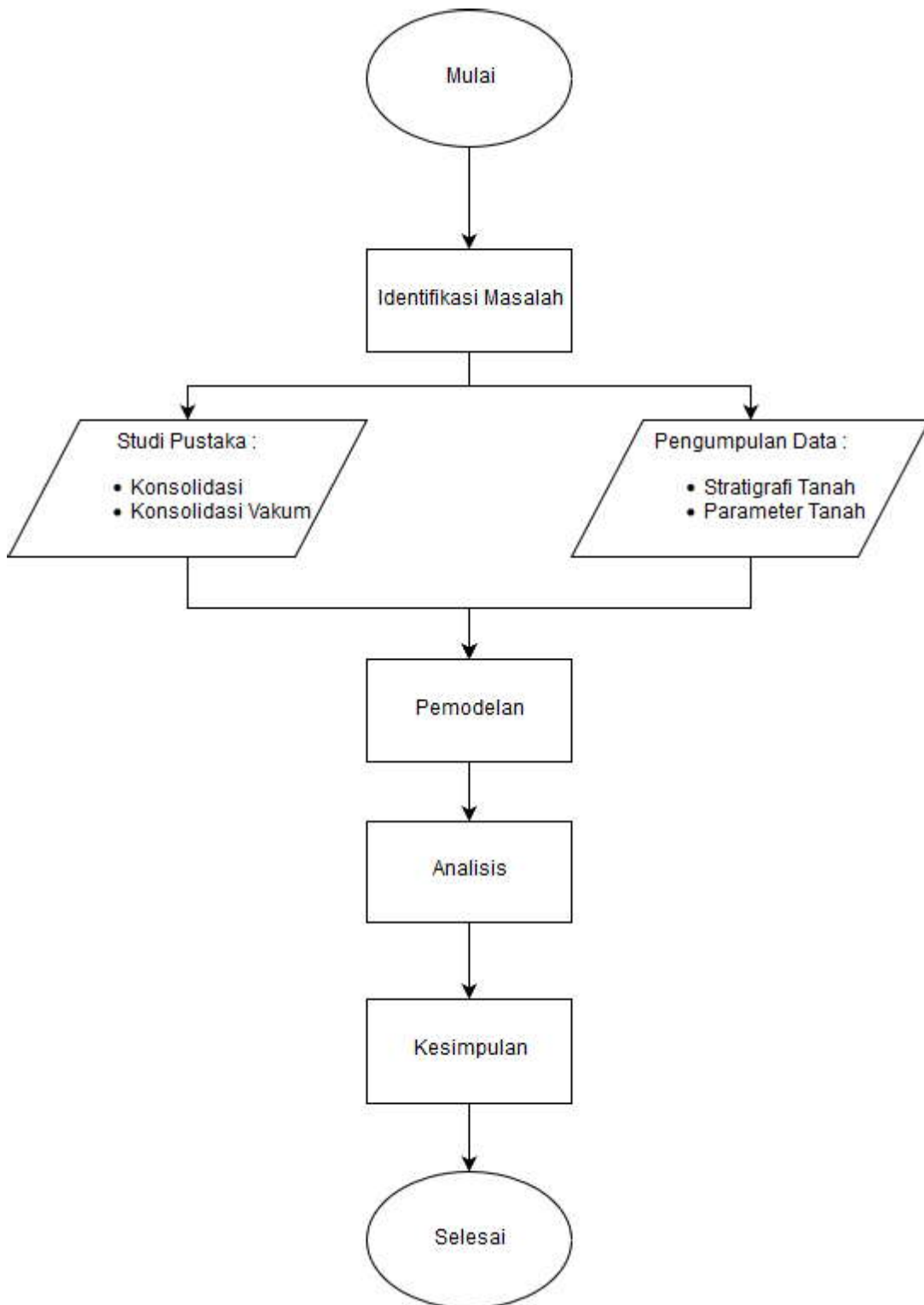
### BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini berisi data dan hasil analisis data dari perhitungan yang didapat dengan menggunakan program Geostudio 2012. Hasil analisis data berupa besar penurunan dan lama waktu penurunan yang terjadi.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan hasil analisis data dari pemodelan konsolidasi dengan metode vakum yang berupa besaran penurunan dan waktu yang terjadi. Bab ini juga berisi saran mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan.

### 1.7 Diagram Alir



**Gambar 1.1** Diagram Alir