

SKRIPSI

**PEMODELAN MATERIAL KOMPOSIT TANAH DAN
SOILCRETE MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**



**MICHAEL TIOJORDY
NPM: 6101801103**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK/ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI
2022**

SKRIPSI

**PEMODELAN MATERIAL KOMPOSIT TANAH DAN
SOILCRETE MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**



**MICHAEL TIOJORDY
NPM: 6101801103**

PEMBIMBING:

Aswin Lim, Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK/ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI
2022**

SKRIPSI

**PEMODELAN MATERIAL KOMPOSIT TANAH DAN
SOILCRETE MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**



MICHAEL TIOJORDY
NPM: 6101801103

PEMBIMBING : **Aswin Lim, Ph.D.**
PENGUJI 1 : **Budijanto Widjaja, Ph.D.**
PENGUJI 2 : **Ir. Siska Rustiani Irawan M.T.**

Aswin
.....
Budijanto
.....
Siska
.....

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK/ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI
2022

PERNYATAAN

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

Nama : Michael Tiojordy

NPM : 6101801103

Program Studi : Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Pemodelan Material Komposit Tanah dan *Soilcrete* Menggunakan Metode Elemen Hingga

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 Bandung

Tanggal : 9 Januari 2022



Michael Tiojordy

6101801103

PEMODELAN MATERIAL KOMPOSIT TANAH DAN SOILCRETE MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Michael Tiojordy

NPM : 6101801103

Pebimbing : Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK/ISK/S/X/2021)
BANDUNG
Januari 2022**

ABSTRAK

Material komposit adalah material yang terdiri dari 2 atau lebih bahan yang memiliki sifat yang berbeda. Sifat dari material komposit akan berbeda dari material yang membentuknya. Material komposit akan memiliki sifat hasil dari kombinasi setiap komponen penyusunnya. Oleh karena itu untuk menggambarkan parameter material komposit digunakan parameter ekuivalen. Parameter ekuivalen adalah penentuan parameter dengan pendekatan ekuivalen untuk menganalisis material komposit. Dalam penelitian ini, mencari tahu nilai parameter material komposit dan penggunaan parameter ekuivalen menggunakan pemodelan pengujian triaksial CU dengan program PLAXIS 2D pada material komposit tanah dan *soilcrete*. Peninjauan parameter material komposit dilakukan pada 8 titik *stress point* dimana 4 diantaranya pada bagian *soft clay* dan 4 lainnya pada bagian *soilcrete*. Berdasarkan hasil analisis, material campuran tanah dengan *soilcrete* tidak berperilaku seperti material komposit. Material campuran menghasilkan parameter seperti material penyusunnya.

Kata kunci : material komposit, parameter ekuivalen, triaksial CU

MODELING OF COMPOSITE MATERIAL SOIL AND SOILCRETE USING THE FINITE ELEMENT METHOD

Michael Tiojordy

NPM : 6101801103

Advisor : Aswin Lim, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK/ISK/S/X/2021)

BANDUNG

JANUARY 2022

ABSTRACT

Composite materials are materials consisting of 2 or more materials that have different properties. The properties of composite materials will be different from the constituent materials. The properties of composite materials are a combination of the constituent materials. Therefore, to describe the parameters of composite materials, equivalent parameters are used. Equivalent parameter is the determination of parameters with an equivalent approach to analyze composite materials. In this study, to find out the parameter values of composite materials and the use of equivalent parameters using the triaxial CU test modeling with the PLAXIS 2D program on soft clay and soilcrete composite materials. The review of composite material parameters was carried out at 8 stress points where 4 of them were on the soft clay section and 4 were on the soilcrete section. Based on the results of the analysis, the mixed soil material with soilcrete does not behave like a composite material. The properties of mixed materials are the same as those of their the constituent materials.

Key words : composite materials, equivalent parameter, triaxial CU test

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemodelan Material Komposit Tanah dan *Soilcrete* Menggunakan Metode Elemen Hingga”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan program sarjana di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, terdapat kesulitan yang dihadapi oleh penulis. Namun, banyak bantuan, dukungan dan saran yang diterima oleh penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu penulis, yaitu:

1. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dalam segala situasi dan kondisi.
2. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dan mendampingi penulis dalam penyusunan skripsi, memberikan kritik dan saran yang membangun.
3. Seluruh dosen dan asisten dosen KBI Geoteknik yang telah mengajarkan penulis selama masa kuliah sehingga dapat memahami ilmu geoteknik.
4. Orangtua, saudara, dan segenap keluarga besar penulis yang selalu memberikan semangat selama proses penyelesaian skripsi.
5. Albert Daniel Irawan, Arif Yunando S., Emanuel Kelvin Verdianto, Philips Henzi, Rivandi Oktavianus, Stefanus Vincent Halim, dan Yoshua Thendar atas kebersamaan dalam proses bimbingan skripsi.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun ikut serta membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Teman-teman Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2018 yang telah memberikan banyak pengalaman berharga dan dukungan.
8. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya program studi teknik sipil.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan. Dengan demikian, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi lebih baik lagi. Terima kasih.

Bandung, 9 Januari 2022



Michael Tiojordy

6101801103

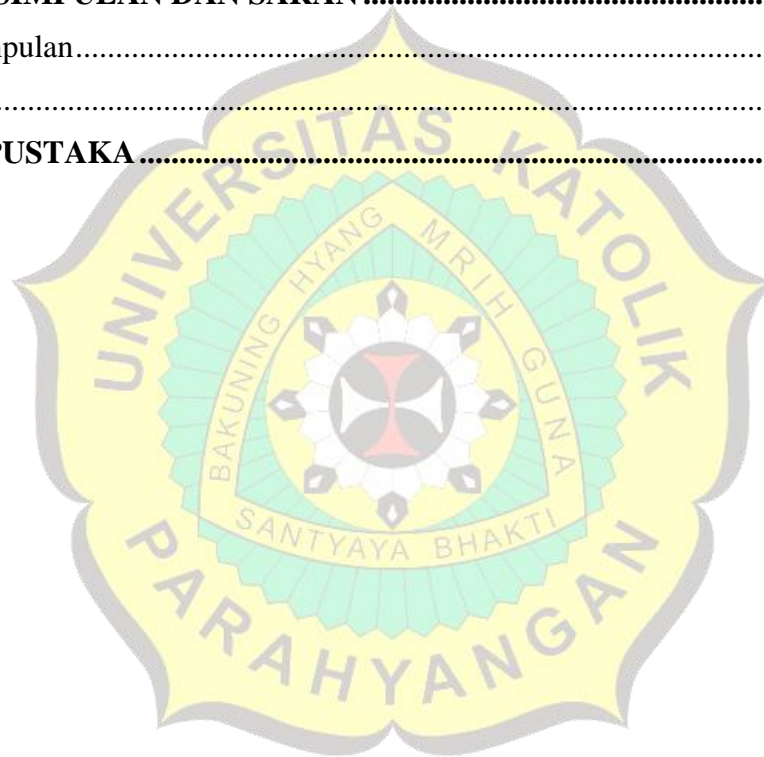


DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-3
BAB II DASAR TEORI	2-1
2.1 Tanah Lempung	2-1
2.1.1 Tanah Lempung Lunak	2-1
2.2 Perbaikan Tanah	2-1
2.2.1 <i>Deep Soil Mixing</i> (DSM)	2-2
2.3 <i>Soilcrete</i>	2-4
2.4 Kuat Geser tanah	2-4
2.4.1 Kuat geser <i>undrained</i> (S_u)	2-5
2.4.2 Kuat geser <i>drained</i> (c')	2-6
2.4.3 Sudut Geser Dalam (ϕ)	2-6
2.5 Modulus Elastisitas Tanah	2-6
2.6 Angka Poisson (ν_u)	2-7
2.7 Material Komposit	2-7
2.8 Parameter ekuivalen	2-8

2.8.1 <i>Rule of mixtures</i>	2-8
2.9 Simulasi uji triaksial	2-10
2.9.1 Uji triaksial <i>Unconsolidated-Undrained</i> (tak terkonsolidasi-tak terdrainase) (UU).	2-10
2.9.2 Uji triaksial <i>Consolidated-Undrained</i> (terkonsolidasi-tak terdrainase) (CU).	2-10
2.9.3 Uji triaksial <i>consolidated-drained</i> (terkonsolidasi-terdrainase) (CD). ...	2-11
2.10 Program Metode Elemen Hingga PLAXIS	2-11
2.11 Pelat	2-13
BAB III METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Penentuan <i>Input</i> Parameter Tanah	3-1
3.1.1 Kuat Geser <i>Undrained</i> (S_u)	3-1
3.1.2 Modulus Elastisitas (E)	3-1
3.1.3 Sudut Geser Dalam	3-1
3.1.4 Angka Poisson (ν_u)	3-1
3.1.5 <i>Interface</i> (R_{inter})	3-2
3.1.6 Rekapitulasi <i>Input</i> Parameter Tanah	3-2
3.2 Penentuan <i>Input</i> Parameter pelat	3-3
3.3 Geometri Pemodelan	3-3
3.3.1 Geometri Pemodelan Normal	3-4
3.3.2 Geometri Pemodelan dengan <i>Strain control</i>	3-5
3.3.3 Geometri Pemodelan dengan Pelat dan <i>Interface</i>	3-5
3.3.4 Geometri Pemodelan dengan Pelat dan <i>Interface 2</i>	3-6
3.3.5 Geometri Pemodelan dengan pelat	3-6
3.4 Diskretisasi Elemen dan Penentuan Titik Nodal	3-7
3.5 <i>Flow Conditions</i>	3-7
3.6 Tahapan Pengerjaan	3-8
3.6.1 <i>Initial phase</i>	3-9
3.6.2 <i>Confining phase</i>	3-9
3.6.3 <i>Shearing Phase</i>	3-12
3.7 Peninjauan <i>Stress Point</i>	3-16
BAB IV ANALISIS DATA	4-1

4.1 Skema Analisis	4-1
4.2 Analisis Triaksial Tanah Homogen	4-4
4.2.1 Analisis Triaksial Tanah Lempung Lunak (<i>Soft clay</i>)	4-4
4.2.2 Analisis Triaksial <i>Soilcrete</i>	4-20
4.3 Material Komposit.....	4-36
4.4 Pembahasan Hasil Analisis Simulasi uji triaksial CU.....	4-68
4.4.1 Triaksial CU pada Tanah Homogen.....	4-68
4.4.2 Triaksial CU pada Material Komposit	4-69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xxiv



DAFTAR NOTASI

DSM	<i>Deep soil mixing</i>
τ	Kuat geser tanah
c	Kohesi tanah (kN/m ²)
σ	Tegangan (kN/m ²)
ϕ	Sudut geser dalam (°)
ν_u	Angka poisson
E	Modulus (kN/m ²)
ε	Regangan
σ_c	Tegangan material komposit (kN/m ²)
σ_m	Tegangan material matriks (kN/m ²)
σ_r	Tegangan material matriks (kN/m ²)
V_m	Volume material matriks (m ³)
V_r	Volume material penguat (m ³)
I_r	Rasio perbaikan
A_r	Luas material penguat
A_t	Luas material komposit
ε_r	Regangan material penguat
ε_m	Regangan material matriks
E_r	Modulus material penguat
E_c	Modulus material komposit
E_m	Modulus material matriks
CU	<i>Consolidated undrained</i>
UU	<i>Unconsolidated undrained</i>
CD	<i>Consolidated drained</i>
EA	Kekakuan aksial
EI	Kekakuan lentur
w	Berat (kN/m/m)

PI	Pelat dan <i>interface</i>
NI	Pelat tanpa <i>interface</i>
PI2	Pelat dan 2 <i>interface</i>
σ_{yy}	Tegangan arah y
σ_{xx}	Tegangan arah x
σ'_{yy}	Tegangan efektif arah y
σ'_{xx}	Tegangan efektif arah x
q	<i>Deviatoric stress</i>



DAFTAR GAMBAR

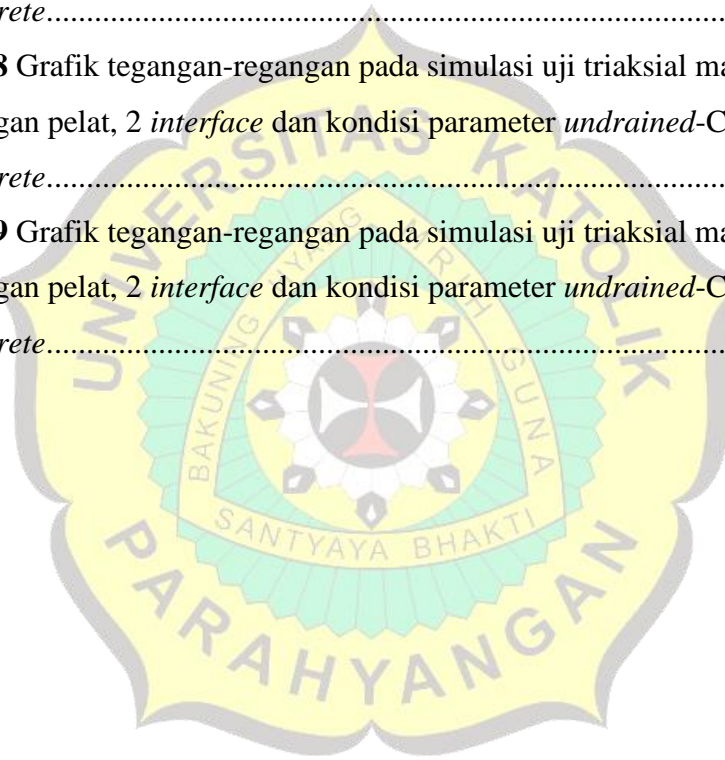
Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian.....	4
Gambar 2. 1 (a) Alat pencampur. (b) Tahapan <i>wet DSM</i>	3
Gambar 2. 2 (a) alat pencampur. (b) Tahapan <i>dry DSM</i>	4
Gambar 2. 3 Kriteria Kegagalan Mohr dan Coulomb	5
Gambar 3. 1 Grafik Hubungan faktor adhesi dan kuat geser <i>undrained</i> (Tomlinson, 1986)	2
Gambar 3. 2 (a) Pemodelan tanah lempung (b) pemodelan <i>soilcrete</i>	3
Gambar 3. 3 Material komposit dengan ratio perbaikan 4%	4
Gambar 3. 4 Geometri pemodelan normal	4
Gambar 3. 5 Geometri pemodelan dengan <i>strain control</i>	5
Gambar 3. 6 Geometri Pemodelan dengan pelat dan <i>interface</i>	5
Gambar 3. 7 Geometri pemodelan dengan pelat dan <i>interface 2</i>	6
Gambar 3. 8 Geometri pemodelan dengan pelat	6
Gambar 3. 9 Distribusi elemen halus	7
Gambar 3. 10 Hasil diskretisasi material tanah	7
Gambar 3. 11 <i>water condition</i> : <i>dry</i>	8
Gambar 3. 12 <i>water condition</i> : <i>global</i>	8
Gambar 3. 13 Tahap pengerjaan <i>initial phase</i>	9
Gambar 3. 14 Pengaturan ΣM_{weight}	9
Gambar 3. 15 Pengaturan <i>Deformation control parameters</i>	10
Gambar 3. 16 Pengaturan <i>Model conditions</i>	10
Gambar 3. 17 (a) <i>Confining phase</i> pada pemodelan normal (b) <i>confining phase</i> pada pemodelan dengan <i>strain control</i>	11
Gambar 3. 18 <i>Confining phase</i> pada pemodelan dengan pelat dan <i>interface</i>	11
Gambar 3. 19 <i>Confining phase</i> pada pemodelan dengan pelat.....	12
Gambar 3. 20 <i>Confining phase</i> pada pemodelan dengan pelat dan 2 <i>interface</i>	12
Gambar 3. 21 Pengaturan <i>Deformation control parameters</i>	13
Gambar 3. 22 Pengaturan <i>Model conditions</i>	13

Gambar 3. 23 <i>shearing phase</i> pada pemodelan normal.....	14
Gambar 3. 24 <i>shearing phase</i> pada pemodelan dengan <i>strain control</i>	14
Gambar 3. 25 <i>shearing phase</i> pada pemodelan dengan pelat dan <i>interface</i>	15
Gambar 3. 26 <i>shearing phase</i> pada pemodelan dengan pelat.....	15
Gambar 3. 27 <i>shearing phase</i> pada pemodelan dengan pelat dan 2 <i>interface</i>	16
Gambar 4. 1 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i>	5
Gambar 4. 2 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan <i>line displacement</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i>	7
Gambar 4. 3 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan <i>interface</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i>	9
Gambar 4. 4 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat kondisi parameter <i>undrained-B</i>	11
Gambar 4. 5 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	13
Gambar 4. 6 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i> ...	15
Gambar 4. 7 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan pelat, <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	17
Gambar 4. 8 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat kondisi parameter <i>undrained-C</i>	19
Gambar 4. 9 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i>	21
Gambar 4. 10 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> dan kondisi parameter <i>non-porous</i>	23
Gambar 4. 11 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>non-porous</i>	24
Gambar 4. 12 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>non-porous</i>	25

Gambar 4. 13 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>non-porous</i>	26
Gambar 4. 14 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat tanpa <i>interface</i> kondisi parameter <i>non-porous</i>	27
Gambar 4. 15 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	29
Gambar 4. 16 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	31
Gambar 4. 17 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	33
Gambar 4. 18 Grafik tegangan-regangan simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat tanpa <i>interface</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i>	35
Gambar 4. 19 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	37
Gambar 4. 20 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	38
Gambar 4. 21 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan metode <i>strain control</i> dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	40
Gambar 4. 22 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	41
Gambar 4. 23 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	43
Gambar 4. 24 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	44

Gambar 4. 25 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat tanpa <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	47
Gambar 4. 26 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat tanpa <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	47
Gambar 4. 27 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	50
Gambar 4. 28 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	51
Gambar 4. 29 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	54
Gambar 4. 30 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	54
Gambar 4. 31 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan metode <i>strain control</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	57
Gambar 4. 32 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	58
Gambar 4. 33 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	61
Gambar 4. 34 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	61

Gambar 4. 35 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat tanpa <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	64
Gambar 4. 36 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat tanpa <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	64
Gambar 4. 37 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	67
Gambar 4. 38 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	67
Gambar 4. 39 Grafik tegangan-regangan pada simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan Konsistensi Tanah dan Kuat Geser Tanah <i>Undrained</i> (B.Peck, 1967)	6
Tabel 2. 2 Penjelasan kondisi parameter tanah	11
Tabel 3. 1 Rekapitulasi parameter tanah	2
Tabel 3. 2 Koordinat <i>stress point</i>	16
Tabel 3. 3 Koordinat <i>stress point</i> material komposit	17
Tabel 4. 1 Skema tanah lempung lunak kondisi parameter <i>undrained-B</i> dan <i>undrained-C</i>	1
Tabel 4. 2 Skema tanah <i>soilcrete</i> kondisi parameter <i>non-porous</i> dan <i>undrained-C</i> ...	2
Tabel 4. 3 Skema tanah material komposit kondisi parameter <i>non-porous</i> dan <i>undrained-C</i>	3
Tabel 4. 4 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>confining</i>	4
Tabel 4. 5 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>shearing</i>	4
Tabel 4. 6 Tabel nilai modulus young (E) simulasi simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i>	5
Tabel 4. 7 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>confining</i>	6
Tabel 4. 8 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>shearing</i>	6
Tabel 4. 9 Tabel Nilai Modulus Young (E) triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i>	7
Tabel 4. 10 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan <i>interface</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>confining</i>	8
Tabel 4. 11 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan <i>interface</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>shearing</i>	8

Tabel 4. 12 Tabel Nilai Modulus Young (E) <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan <i>interface</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i>	9
Tabel 4. 13 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>confining</i>	10
Tabel 4. 14 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> tahap <i>shearing</i>	10
Tabel 4. 15 Nilai Modulus Young (E) <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat kondisi parameter <i>undrained-B</i>	11
Tabel 4. 16 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	12
Tabel 4. 17 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	12
Tabel 4. 18 Nilai Modulus Young (E) <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	13
Tabel 4. 19 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> material <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	14
Tabel 4. 20 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> material <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	14
Tabel 4. 21 Nilai Modulus Young (E) <i>soft clay</i> pada pemodelan normal dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i>	15
Tabel 4. 22 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan metode pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	16
Tabel 4. 23 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan metode pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	16
Tabel 4. 24 Nilai Modulus Young (E) <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	17
Tabel 4. 25 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	18
Tabel 4. 26 Hasil simulasi uji triaksial <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	18

Tabel 4. 27 Nilai Modulus Young (E) <i>soft clay</i> pada pemodelan dengan pelat dan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	19
Tabel 4. 28 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>confining</i>	20
Tabel 4. 29 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>shearing</i>	20
Tabel 4. 30 Tabel Nilai Modulus Young (E) <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i>	21
Tabel 4. 31 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>confining</i>	22
Tabel 4. 32 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>shearing</i>	22
Tabel 4. 33 Nilai Modulus Young (E) <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> dan kondisi parameter <i>non-porous</i>	23
Tabel 4. 34 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>confining</i>	24
Tabel 4. 35 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>shearing</i>	24
Tabel 4. 36 Tabel Nilai Modulus Young (E) <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>non-porous</i>	25
Tabel 4. 37 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, tanpa <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>confining</i>	26
Tabel 4. 38 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, tanpa <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>non-porous</i> tahap <i>shearing</i>	26
Tabel 4. 39 Nilai Modulus Young (E) <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat tanpa <i>interface</i> kondisi parameter <i>non-porous</i>	27
Tabel 4. 40 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	28
Tabel 4. 41 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	28

Tabel 4. 42 Nilai Modulus Young (E) <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	29
Tabel 4. 43 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> material <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	30
Tabel 4. 44 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan metode <i>strain control</i> material <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	30
Tabel 4. 45 Nilai Modulus Young (E) <i>soilcrete</i> pada pemodelan normal dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	31
Tabel 4. 46 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan metode pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	32
Tabel 4. 47 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan metode pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	32
Tabel 4. 48 Nilai Modulus Young (E) triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i>	33
Tabel 4. 49 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, tanpa <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>confining</i>	34
Tabel 4. 50 Hasil simulasi uji triaksial <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat, tanpa <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> tahap <i>shearing</i>	34
Tabel 4. 51 Nilai Modulus Young (E) <i>soilcrete</i> pada pemodelan dengan pelat tanpa <i>interface</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i>	35
Tabel 4. 52 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>confining</i>	36
Tabel 4. 53 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>shearing</i>	37
Tabel 4. 54 Nilai Modulus Young (E) pada simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	38
Tabel 4. 55 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>confining</i>	39

Tabel 4. 56 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>shearing</i>	40
Tabel 4. 57 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	41
Tabel 4. 58 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>confining</i>	42
Tabel 4. 59 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>shearing</i>	43
Tabel 4. 60 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	44
Tabel 4. 61 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	45
Tabel 4. 62 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	46
Tabel 4. 63 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan pelat tanpa <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	48
Tabel 4. 64 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>confining</i>	49
Tabel 4. 65 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>shearing</i>	49
Tabel 4. 66 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan pelat, 2 <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	51
Tabel 4. 67 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	52

Tabel 4. 68 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	53
Tabel 4. 69 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	55
Tabel 4. 70 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>confining</i>	56
Tabel 4. 71 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>shearing</i>	56
Tabel 4. 72 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan metode <i>strain control</i> kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	58
Tabel 4. 73 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>confining</i>	59
Tabel 4. 74 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>soilcrete</i>	60
Tabel 4. 75 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan pelat, <i>interface</i> , dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	62
Tabel 4. 76 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i> tahap <i>confining</i>	63
Tabel 4. 77 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	63
Tabel 4. 78 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan kondisi parameter <i>undrained-B</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>non-porous</i> untuk <i>soilcrete</i>	63
Tabel 4. 79 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan pelat tanpa <i>interface</i> dan kondisi parameter <i>undrained-C</i> untuk <i>soft clay</i> dan <i>soilcrete</i>	65

Tabel 4. 80 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 *interface*, dan kondisi parameter *undrained-C* untuk *soft clay* dan *non-porous* untuk *soilcrete* tahap *confining* 66

Tabel 4. 81 Hasil simulasi uji triaksial material komposit dengan pelat, 2 *interface*, dan kondisi parameter *undrained-C* untuk *soft clay* dan *non-porous* untuk *soilcrete* tahap *shearing* 66

Tabel 4. 82 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan pelat tanpa *interface* dan kondisi parameter *undrained-C* untuk *soft clay* dan *soilcrete*. 68

Tabel 4. 83 Nilai Modulus Young (E) material komposit dengan pelat tanpa *interface* dan kondisi parameter *undrained-C* untuk *soft clay* dan *soilcrete*. 68



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 GAMBAR KURVA TEGANGAN REGANGAN AIR PORI EKSES.....	L1
LAMPIRAN 2 GAMBAR KURVA TEGANGAN REGANGAN AIR PORI EKSES.....	L2
LAMPIRAN 3 TABEL TEGANGAN REGANGAN TANAH HOMOGEN	L3
LAMPIRAN 4 TABEL TEGANGAN REGANGAN MATERIAL KOMPOSIT	L4



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Permasalahan yang sering ditemukan pada tanah lempung lunak adalah daya dukung yang rendah dan penurunan permukaan (*settlement*). Dengan permasalahan tersebut sangat sulit untuk membangun infrastruktur pada tanah lempung lunak sehingga dibutuhkannya proses perbaikan tanah. Proses perbaikan tanah ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kuat geser tanah dan daya dukung tanah lempung lunak.

Salah satu metode perbaikan tanah untuk meningkatkan daya dukung dan kuat geser tanah adalah *Deep soil mixing (DSM)*. *Deep soil mixing (DSM)* merupakan metode perbaikan tanah dengan mencampurkan bahan pengikat seperti semen, kapur, silika, dan bahan kimia ke dalam tanah. Tanah yang sudah tercampur dengan pengikat akan disebut sebagai *soilcrete*. Dari penelitian yang dilakukan oleh Mohmoud Dhaybi dan Frederic Pellet yang berjudul “*Physical modelling of a small scale shallow foundation reinforced by soil-Mixing*” menghasilkan bahwa dengan metode *Deep soil mixing* dapat meningkatkan daya dukung fondasi dangkal dan juga mengurangi penurunan fondasi (Pellet, 2012). Pada tanah yang sudah diperbaiki dengan metode *deep soil mixing* akan membentuk material komposit.

Parameter material komposit akan berbeda dengan parameter *soilcrete* atau pun tanah awalnya, sehingga untuk menggambarkan parameter pada material komposit digunakan parameter ekuivalen. Dari penelitian yang dilakukan oleh Kuei-Jen Hsio yang berjudul “*Use of Equivalent Parameters for Ground Improvement Piles in Deep Excavation Analysis*” mendapatkan hasil bahwa persamaan ekuivalen parameter ini dapat menggambarkan parameter yang ada pada material komposit dan dapat berubah berdasarkan perbandingan *improvement area* (Hsiao, 2016). Pada penelitian tersebut juga menjelaskan dengan menggunakan parameter ekuivalen dapat mempermudah

analisis perbaikan tanah pada galian dalam yang biasanya menggunakan analisis 3D menjadi analisis 2D.

Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi uji triaksial *consolidated undrained* untuk mengetahui modulus dan nilai kuat geser tanah dan penggunaan parameter ekuivalen pada material komposit dengan *Finite Element Method* (FEM). Analisis FEM menggunakan program PLAXIS 2D.

1.2 Inti Permasalahan

Dalam skripsi ini memodelkan uji triaksial menggunakan program PLAXIS 2D untuk mencari tahu penggunaan parameter ekuivalen pada material komposit.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mencari nilai parameter modulus dan gaya geser material komposit pada metode perbaikan tanah *deep soil mixing* terhadap tanah lempung lunak.
2. Mencari tahu penggunaan dari parameter modulus dan gaya geser ekuivalen terhadap metode perbaikan tanah *deep soil mixing* pada tanah lempung lunak.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari persamaan parameter ekuivalen dari studi literatur.
2. Menggunakan material model Mohr-Coulomb.
3. Program yang digunakan untuk melakukan metode numerik adalah PLAXIS 2D.

1.5 Metode Penelitian

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

1. Studi Literatur
Penulis mengkaji buku, jurnal, *paper*, dan skripsi yang berkaitan dengan topik penelitian untuk memperoleh informasi terkait permasalahan yang diteliti.
2. Pengolahan Data dan Analisis

Penulis akan mengolah parameter pasir lepas dan *soilcrete* untuk mengetahui parameter material komposit.

3. Simulasi

Pengolahan dan analisis data dihitung dengan menggunakan program PLAXIS 2D.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dilakukan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab ini akan membahas mengenai teori-teori dasar yang menjadi acuan dalam studi ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini akan membahas mengenai prosedur penelitian yang akan dilakukan.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

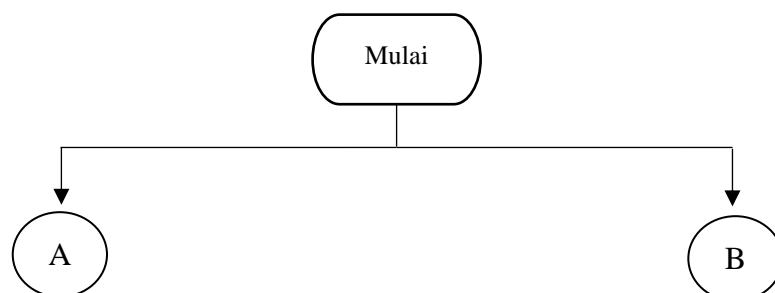
Bab ini akan membahas hasil pemodelan dan analisis dari hasil program Microsoft Excel dan PLAXIS 2D.

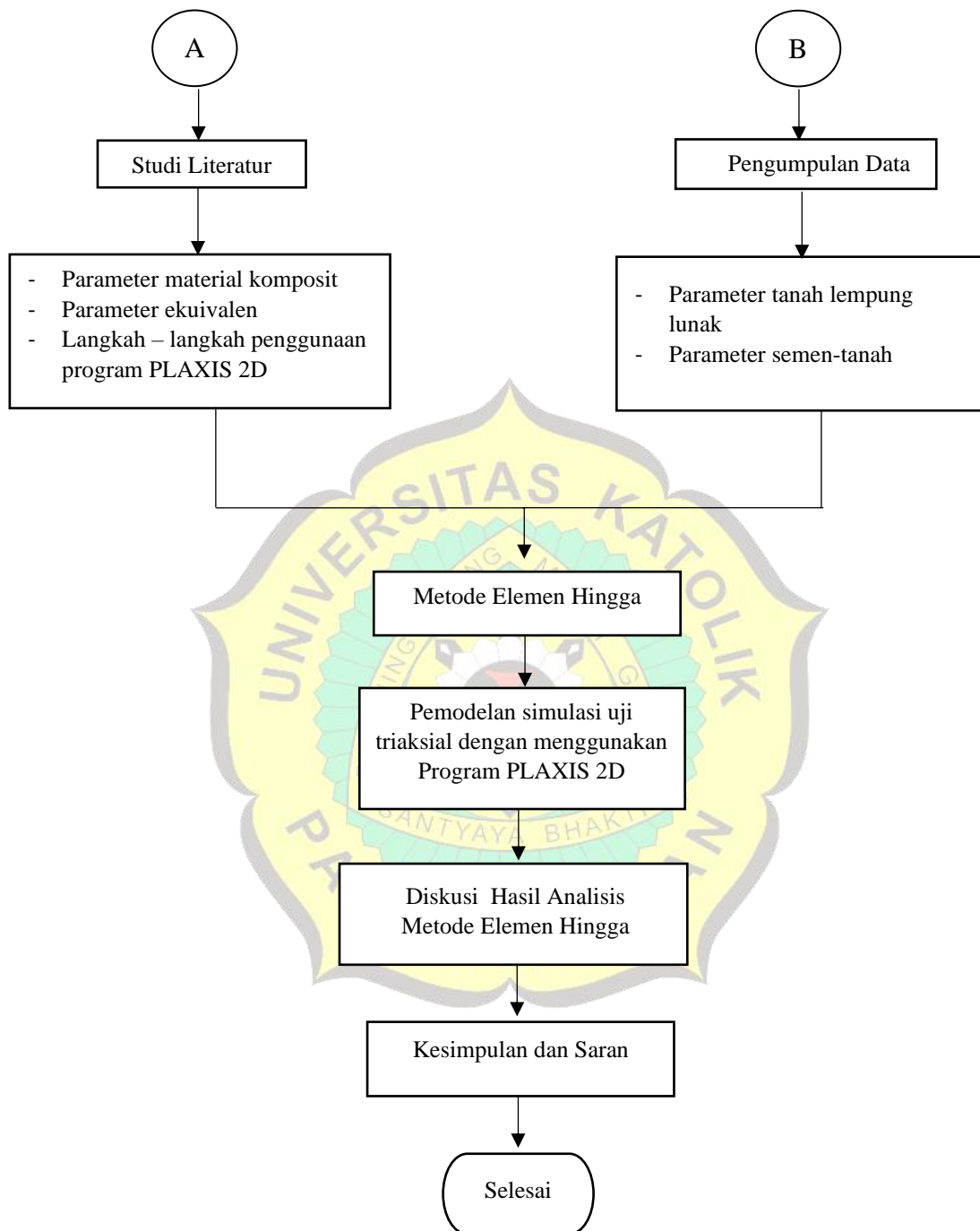
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan memuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dan saran dari penulis mengenai penulisan skripsi ini.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1





Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian