

# **SKRIPSI**

## **STUDI LABORATORIUM PENGARUH KOMPOSISI *XANTHAN GUM* DAN *BEE SWAX* TERHADAP KUAT GESER TANAH SERTA KETAHANAN PERENDAMAN PADA TANAH PASIR LEPAS**



**SHANDY PUTRA NURSANTHYASTO  
NPM : 2017410208**

**PEMBIMBING:  
Aswin Lim, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING:  
Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**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  
2022**

**UNDERGRADUATE THESIS**

**THE EFFECT OF XANTHAN GUM AND BEESWAX ON  
SOIL STRENGTH AND INCLUSION RESISTANCE FOR  
LOOSE SAND: EXPERIMENTAL STUDY**



**SHANDY PUTRA NURSANTHYASTO  
NPM : 2017410208**

**ADVISOR:  
Aswin Lim, Ph.D.**

**CO-ADVISOR:  
Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
(Accredited by SK-BAN PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
2022**

# SKRIPSI

## STUDI LABORATORIUM PENGARUH KOMPOSISI *XANTHAN GUM* DAN *BEESWAX* TERHADAP KUAT GESER TANAH SERTA KETAHANAN PERENDAMAN PADA TANAH PASIR LEPAS



**SHANDY PUTRA NURSANTHYASTO**  
**NPM : 2017410208**

**PEMBIMBING :** Aswin Lim, Ph.D.

**KO-PEMBIMBING :** Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**PENGUJI 1 :** Siska Rustiani, Ir., M.T.

**PENGUJI 2 :** Ir. Budijanto Widjaja, 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**

**JULI 2022**

## PERNYATAAN

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

Nama : Shandy Putra Nursanthyasto  
NPM : 2017410208  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~<sup>\*)</sup> dengan judul:

Studi Laboratorium Pengaruh Komposisi *Xanthan Gum* dan *Beeswax* Terhadap Kuat Geser Tanah Serta Ketahanan Perendaman Pada Tanah Pasir Lepas

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: 26 Juli 2022



Shandy P. Nursanthyasto

\*) coret yang tidak perlu

# **STUDI LABORATORIUM PENGARUH KOMPOSISI XANTHAN GUM DAN BEESWAX TERHADAP KUAT GESER TANAH SERTA KETAHANAN PERENDAMAN PADA TANAH PASIR LEPAS**

**Shandy Putra Nursanthyasto  
NPM : 2017410208**

**Pembimbing : Aswin Lim, Ph.D.  
Ko-Pembimbing : Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**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  
2022**

## **ABSTRAK**

Biopolimer sebagai stabilitor tanah dapat berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanis tanah karena memiliki potensi kuat untuk mengurangi emisi karbon dioksida. Selain itu, biopolimer sendiri dapat melarut ketika terkena air. Pencampuran biopolimer dengan *beeswax* menjadi sebuah percobaan untuk meminimalisir terjadinya degradasi pada air. Sementara, penelitian ini fokus terhadap pencampuran *beeswax* dengan *xanthan gum*. *Beeswax* sendiri memiliki kandungan minyak dan mineral alami. Pada penelitian ini bertujuan untuk melihat efek pencampuran *xanthan gum* dan *beeswax* pada tanah pasir lepas terhadap kuat geser tanah. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa pencampuran *Xanthan gum* dan *Beeswax* bisa menjadi bahan pengganti perkuatan tanah. *Beeswax* juga membuktikan bahwa dapat menjadi bahan tambahan aditif untuk ketahanan pada perendaman tanpa mengganggu pada peningkatan kuat geser tanah. Namun, pada pencampuran penelitian ini masih menunjukkan bahwa sifat dari Biopolimer masih lebih kuat dibandingkan *Beeswax* sehingga mengalami penurunan nilai kohesi semakin lama durasi rendam pada sampel.

Kata Kunci: *Xanthan gum*, *Beeswax*, Stabilitor Tanah, Pasir Lepas, Kuat Geser, Emisi Karbon

# **THE EFFECT OF *XANTHAN GUM* AND *BEESWAX* ON SOIL STRENGTH AND INCLUSION RESISTANCE FOR LOOSE SAND : EXPERIMENTAL STUDY**

**Shandy Putra Nursanthasto  
NPM : 2017410208**

**Advisor : Aswin Lim, Ph.D.  
Co-Advisor : Ignatius Ir. Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
(Accredited by SK-BAN PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
2022**

## **ABSTRACT**

Biopolymer as soil stabilizer can function to improve soil mechanical properties because it has strong potential to reduce carbon dioxide emission. In addition, biopolymer itself can dissolve when exposed to water. Mixing biopolymer with *Beeswax* is an experiment to minimize water degradation. Meanwhile, this research focuses on mixing *Beeswax* with *Xanthan gum*. *Beeswax* itself contains natural oils and minerals. This study aims to examine the effect of mixing *xanthan gum* and *beeswax* on loose sand soil on the shear strength of the soil. The results of this study indicate that mixing *Xanthan gum* and *Beeswax* can be a substitute for soil reinforcement. *Beeswax* has also proven that it can be an additive for resistance to immersion without interfering with increasing the shear strength of the soil. However, the mixing of this research still shows that the properties of the Biopolymer are still stronger than *Beeswax* so that the cohesion value decreases the longer the duration of soaking in the sample.

Keywords: *Xanthan gum*, *Beeswax*, soil stabilizer, loose sand, shear strength, carbon dioxide emission

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *STUDI LABORATORIUM PENGARUH KOMPOSISI XANTHAN GUM DAN BEESWAX TERHADAP KUAT GESER TANAH SERTA KETAHANAN PERENDAMAN PADA TANAH PASIR LEPAS*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus program sarjana di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menemui tidak sedikit hambatan selama proses penyusunan skripsi ini baik yang bersifat fisik maupun emosional. Namun, penulis sangat bersyukur dan berterima kasih atas hadirnya orang-orang yang sangat membantu penulis untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bimo Adi Nursanthyanto, Linda Diaswaty, Cindy Putri Nursanthyanto, dan Nara selaku keluarga inti penulis yang selalu memberi dukungan dalam berbagai kondisi selama masa kuliah dan selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Aswin Lim, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mendampingi penulis dalam segala proses penulisan skripsi, hingga penyempurnaan penulisan skripsi ini
3. Bapak Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku ko-dosen pembimbing yang selalu siap sedia mengoreksi seluruh hasil penelitian, hingga penyempurnaan penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen pengajar dan dosen penguji untuk segala ilmu, kritik, saran, dan masukannya untuk penelitian ini.
5. Pak Andra Ardiana, S.T., Pak Yudi, dan Pak Adang yang selalu memberikan dukungan selama proses pengujian di Laboratorium.
6. Qarabin Sabila Chaidir sebagai peneman penulis untuk menyempurnakan skripsi.
7. Muhammad Rizqi I., Kamula Luna, dan Yohanes Albrecht M., selaku sahabat yang menjadi tempat keluh kesah dalam penyusunan topik penelitian ini.
8. Pantaleon Refsan, Yoghi Verguson, Aldi Gomel, dan Hendra Martin sebagai kolega yang selalu membantu satu sama lain di laboratorium Geoteknik
9. Seluruh teman-teman SMA Pangudi Luhur, dan seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya mahasiswa Teknik Sipil UNPAR

Angkatan 2017 yang kerap berbagi rasa dan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan, serta beberapa dari kami yang berjuang bersama dalam proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari adanya kelemahan, kekurangan, dan ketidaksempurnaan selama proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penulis dapat berkembang di kemudian hari.

Bandung, Juli 2021



Shandy Putra Nursanthasto

2017410208





# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Lingkup Penelitian .....	1-2
1.5 Metode Penelitian .....	1-3
1.5.1 Studi Literatur.....	1-3
1.5.2 Uji Laboratorium dan Analisis Data.....	1-3
1.6 Sistematika Penelitian .....	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian .....	1-4
<b>BAB 2 DASAR TEORI</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 Tanah Pasir.....	2-1
2.2 Kuat Geser.....	2-1
2.3 Pengujian Index Properties .....	2-2
2.3.1 Uji Berat Isi Kering Tanah .....	2-2
2.3.2 Uji Berat Jenis Tanah .....	2-3
2.3.3 Uji Saringan.....	2-4
2.4 Uji Geser Langsung .....	2-5

2.5 Perbaikan Tanah dengan Biopolimer .....	2-7
2.6 Gum Alami.....	2-7
2.6.1 <i>Xanthan gum</i> .....	2-7
2.6.2 Efek <i>Xanthan gum</i> Pada Perbaikan Tanah .....	2-8
2.7 <i>Beeswax</i> .....	2-9
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Metode Penelitian .....	3-1
3.2 Sampel Penelitian.....	3-1
3.2.1 Sampel Tanah .....	3-1
3.2.2 <i>Xanthan gum</i> .....	3-1
3.2.3 <i>Beeswax</i> .....	3-2
3.3 Pengujian Index Properties .....	3-2
3.3.1 Pengujian Berat Isi Tanah .....	3-2
3.3.2 Pengujian Berat Isi Tanah .....	3-4
3.3.3 Uji Saringan.....	3-6
3.4 Pencampuran Sampel Tanah.....	3-7
3.4.1 Uji Geser Langsung.....	3-8
3.4.2 Uji Rendam.....	3-10
3.5 Uji Geser Langsung .....	3-11
3.6 Uji Rendam .....	3-14
<b>BAB 4 ANALISIS DATA.....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Hasil Uji Index Properties .....	4-1
4.2 Metode Pencampuran dan Komposisi Campuran yang Efektif .....	4-2
4.2.1 Rangkaian 1 .....	4-4
4.2.2 Rangkaian 2 .....	4-7
4.3 Masa Pengeraman yang Optimum .....	4-13

4.4 Pengaruh Perendaman Terhadap Tanah Campuran .....	4-15
4.5 Diskusi Hasil .....	4-18
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran.....	5-1
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>1</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Diagram Alir Penelitian .....	1-4
<b>Gambar 1. 2</b> Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	1-5
<b>Gambar 2. 1</b> Kriteria Garis Keruntuhan Mohr-Coulomb (Das, 1995).....	2-2
<b>Gambar 2. 2</b> Alat Uji Geser Langsung.....	2-6
<b>Gambar 2. 3</b> Piringan beban.....	2-6
<b>Gambar 2. 4</b> Shear box.....	2-6
<b>Gambar 2. 5</b> Mekanisme pembentukan hydrogel pada campuran tanah pasir dan <i>Xanthan gum</i> (Chang dkk, 2015) .....	2-8
<b>Gambar 2. 6</b> Hasil Scanning Electron Microscope (SEM) pada campuran tanah pasir dan <i>Xanthan gum</i> (Chang dkk, 2015).....	2-9
<b>Gambar 2. 7</b> Kromatografi lapis tipis <i>beeswax</i> .....	2-9
<b>Gambar 3. 1</b> <i>Xanthan gum</i> .....	3-2
<b>Gambar 3. 2</b> <i>Beeswax</i> .....	3-2
<b>Gambar 3. 3</b> Mold kompaksi ukuran kecil.....	3-3
<b>Gambar 3. 4</b> Peralatan Uji Berat Jenis Tanah .....	3-5
<b>Gambar 3. 5</b> Susunan Ayakan.....	3-6
<b>Gambar 3. 6</b> Prosedur pencampuran sampel. (a) Pasir di dalam cawan (b) <i>Xanthan gum</i> sesuai perbandingan persentase yang direncanakan (c) <i>Beeswax</i> yang sudah dilarutkan air (d) Pencampuran sampel (e) Sampel yang sudah dicetak (f) Sampel diatas papan kain untuk proses c .....	3-10
<b>Gambar 3. 7</b> Sampel didalam tabung .....	3-11
<b>Gambar 3. 8</b> Shear box dan konfigurasi pelat geser.....	3-13
<b>Gambar 3. 9</b> Sampel di dalam akuarium.....	3-14
<b>Gambar 4. 1</b> Sampel Rendam (A) Hari 1 (B) Hari 2 (C) Hari 3 (D) Hari 4 .....	4-3
<b>Gambar 4. 2</b> Sampel Rendam Wet-mixing .....	4-4
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Hasil Uji Geser Langsung untuk Rangkaian 1.....	4-5
<b>Gambar 4. 4</b> Shear Stress untuk Rangkaian 1.....	4-6
<b>Gambar 4. 5</b> Kohesi dan Sudut Geser untuk Rangkaian 1 .....	4-6
<b>Gambar 4. 6</b> Sampel Rendam Dry-mixing (A) Hari 1 (B) Hari 2 (C) Hari 3 (D) Hari 4 (E) Hari 5 (F) Hari 6.....	4-8
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik Hasil Uji Geser Langsung untuk Rangkaian 2.....	4-9
<b>Gambar 4. 8</b> Shear Stress untuk Rangkaian 2.....	4-9
<b>Gambar 4. 9</b> Kohesi dan Sudut Geser untuk Rangkaian 2.....	4-10
<b>Gambar 4. 10</b> Sampel uji rendam wet mixing.....	4-11
<b>Gambar 4. 11</b> Sampel uji rendam dry mixing .....	4-11
<b>Gambar 4. 12</b> Perbandingan Grafik Hasil Uji Geser Langsung untuk Rangkaian 1 dan 2 .....	4-11
<b>Gambar 4. 13</b> Perbandingan Shear Stress untuk Rangkaian 1 dan 2 .....	4-12
<b>Gambar 4. 14</b> Perbandingan Kohesi dan Sudut Geser untuk Rangkaian 1 dan 2.....	4-12

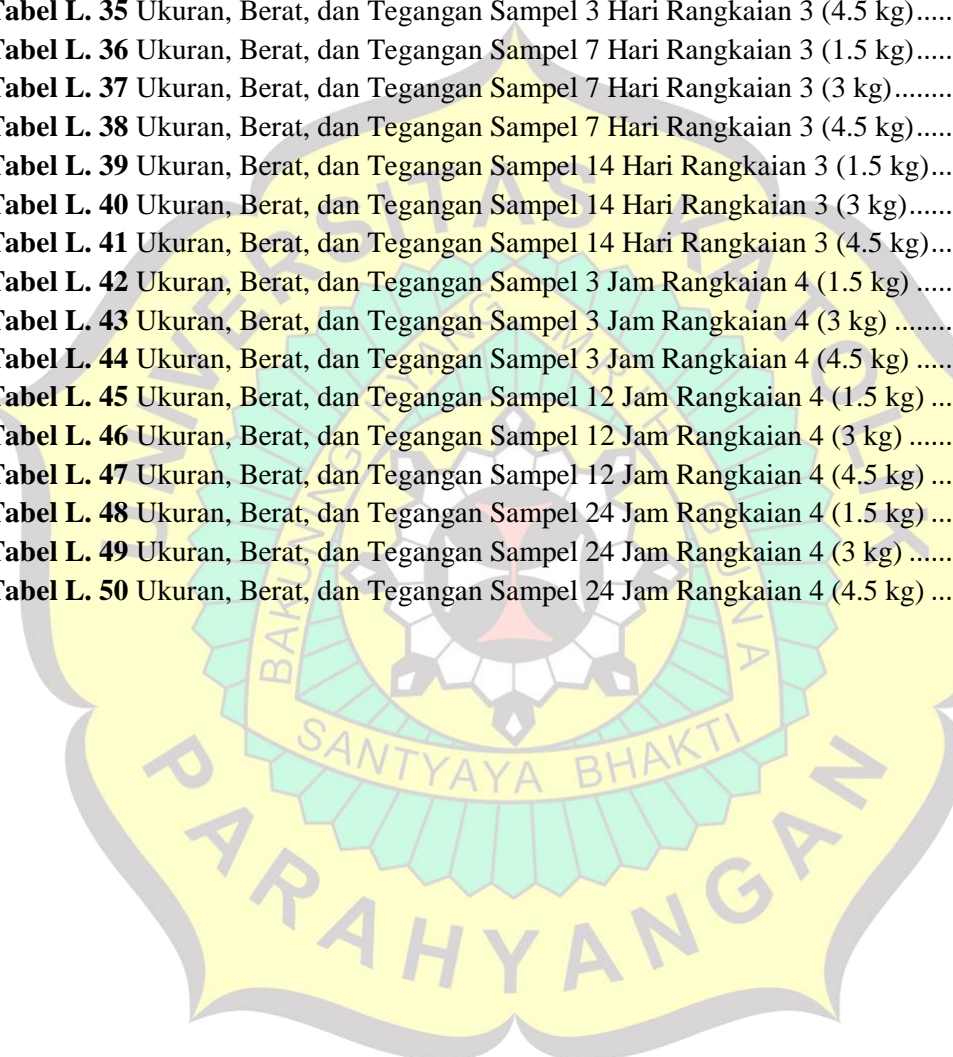
<b>Gambar 4. 15</b>	Grafik Hasil Uji Geser Langsung untuk Rangkaian 3 .....	4-14
<b>Gambar 4. 16</b>	Shear Stress untuk Rangkaian 3.....	4-14
<b>Gambar 4. 17</b>	Kohesi dan Sudut Geser untuk Rangkaian 3 .....	4-15
<b>Gambar 4. 18</b>	Grafik Hasil Uji Geser Langsung untuk Rangkaian 4 .....	4-16
<b>Gambar 4. 19</b>	Shear Stress untuk Rangkaian 4.....	4-17
<b>Gambar 4. 20</b>	Kohesi dan Sudut Geser untuk Rangkaian 4.....	4-17
<b>Gambar 4. 21</b>	Kuat Geser Tanah Campuran Smitha (2016) .....	4-18

<b>Gambar L. 1</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 0:100 Rangkaian 1 .....	5
<b>Gambar L. 2</b>	Peralihan Vertikal Sampel 0:100 Rangkaian 1.....	5
<b>Gambar L. 3</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 25:75 Rangkaian 1 .....	7
<b>Gambar L. 4</b>	Peralihan Vertikal Sampel 25:75 Rangkaian 1.....	7
<b>Gambar L. 5</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 50:50 Rangkaian 1 .....	9
<b>Gambar L. 6</b>	Peralihan Vertikal Sampel 50:50 Rangkaian 1.....	9
<b>Gambar L. 7</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 75:25 Rangkaian 1 .....	11
<b>Gambar L. 8</b>	Peralihan Vertikal Sampel 75:25 Rangkaian 1.....	11
<b>Gambar L. 9</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 100:0 Rangkaian 1 .....	13
<b>Gambar L. 10</b>	Peralihan Vertikal Sampel 100:0 Rangkaian 1.....	13
<b>Gambar L. 11</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 0:100 Rangkaian 2 .....	15
<b>Gambar L. 12</b>	Peralihan Vertikal Sampel 0:100 Rangkaian 2.....	15
<b>Gambar L. 13</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 25:75 Rangkaian 2 .....	17
<b>Gambar L. 14</b>	Peralihan Vertikal Sampel 25:75 Rangkaian 2.....	17
<b>Gambar L. 15</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 50:50 Rangkaian 2 .....	19
<b>Gambar L. 16</b>	Peralihan Vertikal Sampel 50:50 Rangkaian 2.....	19
<b>Gambar L. 17</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 75:25 Rangkaian 2 .....	21
<b>Gambar L. 18</b>	Peralihan Vertikal Sampel 75:25 Rangkaian 2.....	21
<b>Gambar L. 19</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 100:0 Rangkaian 2 .....	23
<b>Gambar L. 20</b>	Peralihan Vertikal Sampel 100:0 Rangkaian 2.....	23
<b>Gambar L. 21</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 3 Hari Rangkaian 3 .....	25
<b>Gambar L. 22</b>	Peralihan Vertikal Sampel 3 Hari Rangkaian 3.....	25
<b>Gambar L. 23</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 7 Hari Rangkaian 3 .....	27
<b>Gambar L. 24</b>	Peralihan Vertikal Sampel 7 Hari Rangkaian 3.....	27
<b>Gambar L. 25</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 14 Hari Rangkaian 3 .....	29
<b>Gambar L. 26</b>	Peralihan Vertikal Sampel 14 Hari Rangkaian 3.....	29
<b>Gambar L. 27</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 3 Jam Rangkaian 4.....	31
<b>Gambar L. 28</b>	Peralihan Vertikal Sampel 3 Jam Rangkaian 4 .....	31
<b>Gambar L. 29</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 12 Jam Rangkaian 4.....	33
<b>Gambar L. 30</b>	Peralihan Vertikal Sampel 12 Jam Rangkaian 4 .....	33
<b>Gambar L. 31</b>	Grafik Tegangan-Regangan Sampel 24 Jam Rangkaian 4.....	35
<b>Gambar L. 32</b>	Peralihan Vertikal Sampel 24 Jam Rangkaian 4 .....	35

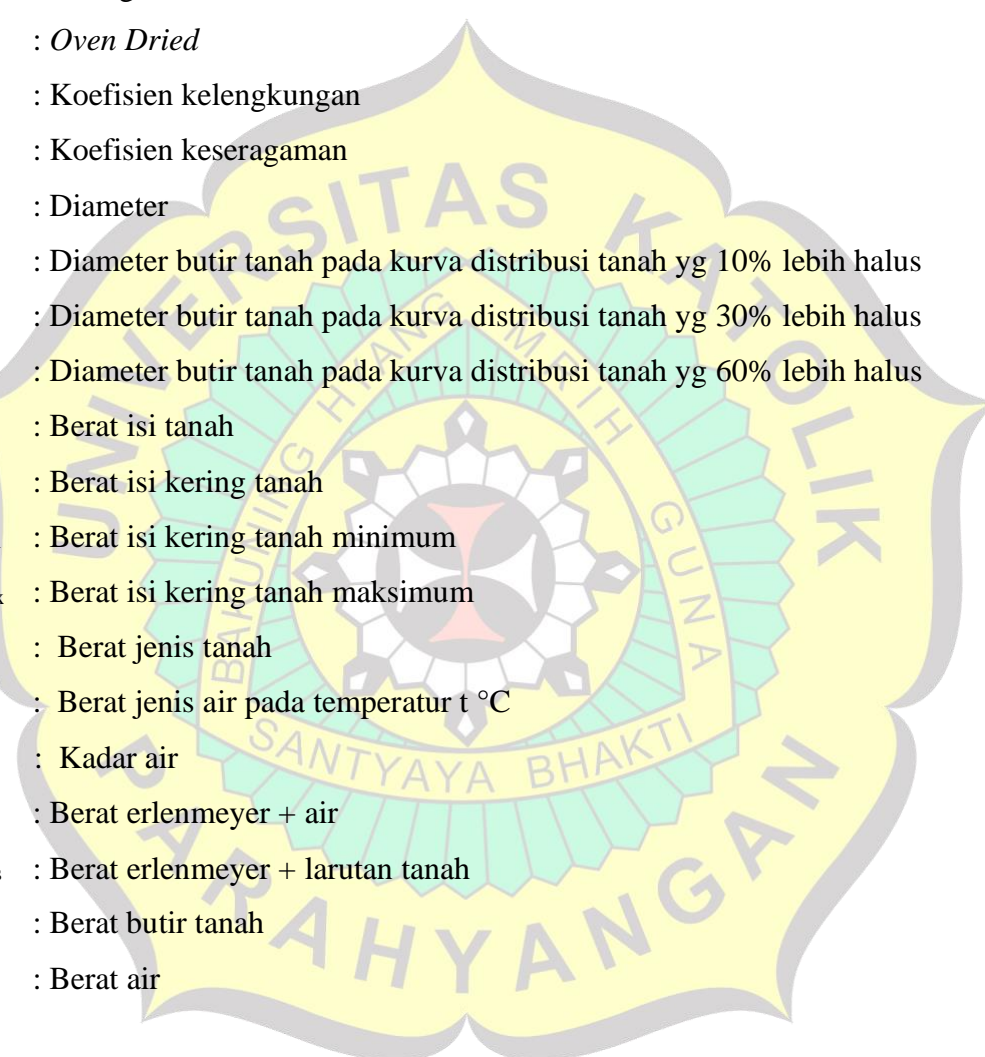
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Klasifikasi pasir berdasarkan ukuran butir .....	2-1
<b>Tabel 2. 2</b> Berat Jenis Tanah.....	2-3
<b>Tabel 2. 3</b> Tabel distribusi ukuran butir menurut ASTM .....	2-4
<b>Tabel 2. 4</b> Ukuran lubang yang digunakan dalam penelitian.....	2-5
<b>Tabel 3. 1</b> Tabel Rencana Eksperimen.....	3-7
<b>Tabel 3. 2</b> Tabel Rencana Eksperimen (Lanjutan).....	3-7
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Uji Index Properties.....	4-1
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Uji Geser Langsung.....	4-2
<b>Tabel 4. 3</b> Nilai Tegangan Normal dan Tegang Geser Pasir Murni .....	4-3
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Uji Geser Langsung Rangkaian 1.....	4-5
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Uji Geser Langsung Rangkaian 2.....	4-8
<b>Tabel 4. 6</b> Perbandingan Hasil Uji Geser Langsung dari Rangkaian 1 dan 2.....	4-11
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Uji Geser Langsung Rangkaian 3.....	4-13
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil Uji Geser Langsung Rangkaian 4.....	4-16
<b>Tabel L. 1</b> Hasil Uji Berat Jenis.....	2
<b>Tabel L. 2</b> Hasil Uji Saringan .....	2
<b>Tabel L. 3</b> Hasil Uji Berat Isi Kering Minimum .....	2
<b>Tabel L. 4</b> Hasil Uji Berat Isi Kering Maksimum .....	3
<b>Tabel L. 5</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 0:100 Rangkaian 1 (1.5 kg).....	4
<b>Tabel L. 6</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 0:100 Rangkaian 1 (3 kg).....	4
<b>Tabel L. 7</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 0:100 Rangkaian 1 (4.5 kg).....	4
<b>Tabel L. 8</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 25:75 Rangkaian 1 (1.5 kg).....	6
<b>Tabel L. 9</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 25:75 Rangkaian 1 (3 kg).....	6
<b>Tabel L. 10</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 25:75 Rangkaian 1 (4.5 kg).....	6
<b>Tabel L. 11</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 50:50 Rangkaian 1 (1.5 kg).....	8
<b>Tabel L. 12</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 50:50 Rangkaian 1 (3 kg).....	8
<b>Tabel L. 13</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 50:50 Rangkaian 1 (4.5 kg).....	8
<b>Tabel L. 14</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 75:25 Rangkaian 1 (1.5 kg).....	10
<b>Tabel L. 15</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 75:25 Rangkaian 1 (3 kg).....	10
<b>Tabel L. 16</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 75:25 Rangkaian 1 (4.5 kg).....	10
<b>Tabel L. 17</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 100:0 Rangkaian 1 (1.5 kg).....	12
<b>Tabel L. 18</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 100:0 Rangkaian 1 (3 kg).....	12
<b>Tabel L. 19</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 100:0 Rangkaian 1 (4.5 kg).....	12
<b>Tabel L. 20</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 0:100 Rangkaian 2 (1.5 kg).....	14
<b>Tabel L. 21</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 0:100 Rangkaian 2 (3 kg).....	14
<b>Tabel L. 22</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 0:100 Rangkaian 2 (4.5 kg).....	14
<b>Tabel L. 23</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 25:75 Rangkaian 2 (1.5 kg).....	16
<b>Tabel L. 24</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 25:75 Rangkaian 2 (3 kg).....	16
<b>Tabel L. 25</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 50:50 Rangkaian 2 (3 kg).....	18

<b>Tabel L. 26</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 50:50 Rangkaian 2 (4.5 kg).....	18
<b>Tabel L. 27</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 75:25 Rangkaian 2 (1.5 kg).....	20
<b>Tabel L. 28</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 75:25 Rangkaian 2 (3 kg).....	20
<b>Tabel L. 29</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 75:25 Rangkaian 2 (4.5 kg).....	20
<b>Tabel L. 30</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 100:0 Rangkaian 2 (1.5 kg).....	22
<b>Tabel L. 31</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 100:0 Rangkaian 2 (3 kg).....	22
<b>Tabel L. 32</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 100:0 Rangkaian 2 (4.5 kg).....	22
<b>Tabel L. 33</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 3 Hari Rangkaian 3 (1.5 kg).....	24
<b>Tabel L. 34</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 3 Hari Rangkaian 3 (3 kg).....	24
<b>Tabel L. 35</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 3 Hari Rangkaian 3 (4.5 kg).....	24
<b>Tabel L. 36</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 7 Hari Rangkaian 3 (1.5 kg).....	26
<b>Tabel L. 37</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 7 Hari Rangkaian 3 (3 kg).....	26
<b>Tabel L. 38</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 7 Hari Rangkaian 3 (4.5 kg).....	26
<b>Tabel L. 39</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 14 Hari Rangkaian 3 (1.5 kg).....	28
<b>Tabel L. 40</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 14 Hari Rangkaian 3 (3 kg).....	28
<b>Tabel L. 41</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 14 Hari Rangkaian 3 (4.5 kg).....	28
<b>Tabel L. 42</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 3 Jam Rangkaian 4 (1.5 kg) .....	30
<b>Tabel L. 43</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 3 Jam Rangkaian 4 (3 kg) .....	30
<b>Tabel L. 44</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 3 Jam Rangkaian 4 (4.5 kg) .....	30
<b>Tabel L. 45</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 12 Jam Rangkaian 4 (1.5 kg) .....	32
<b>Tabel L. 46</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 12 Jam Rangkaian 4 (3 kg) .....	32
<b>Tabel L. 47</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 12 Jam Rangkaian 4 (4.5 kg) .....	32
<b>Tabel L. 48</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 24 Jam Rangkaian 4 (1.5 kg) .....	34
<b>Tabel L. 49</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 24 Jam Rangkaian 4 (3 kg) .....	34
<b>Tabel L. 50</b> Ukuran, Berat, dan Tegangan Sampel 24 Jam Rangkaian 4 (4.5 kg) .....	34



## DAFTAR NOTASI



$C$	: Kohesi Tanah
$\phi$	: Sudut geser tanah
$\sigma_N$	: Tegangan normal tanah
$\tau$	: Kuat geser tanah
OD	: <i>Oven Dried</i>
$C_c$	: Koefisien kelengkungan
$C_u$	: Koefisien keseragaman
D	: Diameter
$D_{10}$	: Diameter butir tanah pada kurva distribusi tanah yg 10% lebih halus
$D_{30}$	: Diameter butir tanah pada kurva distribusi tanah yg 30% lebih halus
$D_{60}$	: Diameter butir tanah pada kurva distribusi tanah yg 60% lebih halus
$\gamma$	: Berat isi tanah
$\gamma_d$	: Berat isi kering tanah
$\gamma_{d \min}$	: Berat isi kering tanah minimum
$\gamma_{d \max}$	: Berat isi kering tanah maksimum
$G_s$	: Berat jenis tanah
$G_t$	: Berat jenis air pada temperatur $t$ °C
$\omega$	: Kadar air
$W_{bw}$	: Berat erlenmeyer + air
$W_{bws}$	: Berat erlenmeyer + larutan tanah
$W_s$	: Berat butir tanah
$W_w$	: Berat air



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu aplikasi geoteknik yang paling umum dalam industri konstruksi adalah perbaikan tanah. Salah satu perbaikan tanah bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanis tanah. Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan bahan kimia dalam aplikasi geoteknik, terutama dalam perbaikan tanah, telah meluas. Stabilisasi secara kimia dilakukan dengan menambahkan bahan kimia ke dalam tanah, jenis bahan kimia yang dapat ditambahkan ke dalam tanah salah satunya adalah semen *portland*. Metode dan bahan untuk mencapai ini seperti stabilisasi tanah dan pencampuran dengan pengikat semen telah digunakan dalam aplikasi tanah rekayasa sejak awal peradaban manusia. Namun, perbaikan tanah dengan menggunakan bahan kimia memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena umumnya mengandung zat yang berbahaya. Oleh karena itu, penggunaan biopolimer merupakan salah satu alternatif perbaikan tanah yang ramah lingkungan. (Chang, dkk., 2015)

Biopolimer adalah polimer yang dibentuk oleh organisme biologis dengan material karbon-netral yang diperbarui untuk meningkatkan sifat fisik tanah. Biopolimer merupakan material polimer yang dibentuk dari proses akumulasi alami oleh mikroorganisme hidup. Biopolimer dapat digunakan sebagai stabilisator tanah untuk meningkatkan sifat mekanis tanah. Berbeda dengan semen, biopolimer memiliki potensi kuat untuk mengurangi emisi karbon dioksida. (Chang, dkk., 2016)

Biopolimer *xanthan gum* adalah polisakarida yang biasa digunakan sebagai bahan tambahan makanan. Biopolimer ini diproduksi oleh fermentasi glukosa atau sukrosa oleh bakteri *Xanthomonas campestris* (Garcia-Ochoa, dkk., 2000). *Xanthan gum* dapat menjadi *binding agent* yang mengikat material sehingga menghasilkan kohesi antar partikel. Tujuan umum dari pengolahan tanah adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tanah seperti: stabilitas agregat, kekuatan, dan ketahanan erosi. (Chang dkk, 2014).

*Beeswax* umumnya digunakan dalam kombinasi dengan polimer lain untuk membuat pelapis (Bucio, dkk., 2021). *Beeswax* adalah senyawa organik berbasis kompleks (lilin alami) yang diproduksi oleh lebah pekerja. *Beeswax* banyak digunakan di bidang farmasi, kosmetik, dan industri makanan sebagai bahan tambahan makanan (Svečnjak, dkk., 2019).

Penelitian mengenai biopolimer *xanthan gum* sebagai bahan campuran untuk perbaikan tanah menghasilkan peningkatan kuat geser tanah. Kohesi yang berasal dari pembentukan *biopolymer film* dan pengisian rongga oleh biopolimer adalah sebab dari peningkatan kuat geser tanah tersebut (Montol, 2019). Namun dalam penelitian sebelumnya (Montol, 2019), ditunjukkan bahwa ketahanan perendaman dengan campuran *wax* belum pernah ditinjau. Maka dari itu, pada penelitian ini dilakukan studi eksperimental mengenai perbaikan tanah pasir lepas dengan menggunakan biopolimer *xanthan gum* dan *beeswax* untuk mengetahui perubahan kuat geser tanah dan ketahanan pada perendaman.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari studi eksperimental ini adalah untuk mengetahui pengaruh *xanthan gum* dan *beeswax* terhadap kuat geser tanah dan ketahanan perendaman.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini adalah:

1. Menentukan komposisi *xanthan gum* & *beeswax* yang optimum,
2. Menentukan metode pencampuran yang efektif,
3. Mengetahui pengaruh masa pengeringan (*curing*) terhadap peningkatan kuat geser tanah campuran aditif,
4. Mengetahui nilai kuat geser tanah pasir lepas akibat pengaruh campuran biopolymer *xanthan gum* dan *beeswax*,
5. Mengetahui ketahanan pada perendaman pada tanah pasir lepas akibat pengaruh campuran biopolimer *xanthan gum* dan *beeswax*,
6. Mengetahui hubungan konsentrasi biopolimer *xanthan gum* dan *beeswax* terhadap peningkatan kuat geser tanah campuran aditif.

## 1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian skripsi ini adalah:

1. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah pasir Ottawa dengan keadaan lepas,
2. Sampel tanah dibuat menggunakan pasir Ottawa yang dicampur dengan biopolymer *xanthan gum* dan *beeswax*,
3. Sampel tanah dibuat dengan kadar air 20%,
4. Waktu *curing* sampel akan dilakukan pada 3, 7, dan 14 hari pada kondisi *air dried* dan 1 hari pada kondisi *oven dried*.

## **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian ini, digunakan 2 (dua) metode penelitian yaitu studi literatur, uji laboratorium dan analisis data.

### **1.5.1 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan landasan teori yang berkaitan dengan penyusunan penelitian ini. Literatur yang digunakan sebagai sumber penelitian ini adalah buku, artikel, dan jurnal.

### **1.5.2 Uji Laboratorium dan Analisis Data**

Uji laboratorium dilakukan untuk memperoleh data-data untuk menjawab rumusan masalah. Data-data tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan sebuah kesimpulan.

## **1.6 Sistematika Penelitian**

Penulisan penelitian ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup bahasan, metode penelitian yang akan digunakan, serta diagram alir penelitian.

### **2. BAB 2 DASAR TEORI**

Bab ini menjelaskan teori-teori serta konsep yang akan digunakan untuk menjawab secara teoritis atas rumusan masalah.

### **3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang langkah-langkah pelaksanaan penelitian untuk mendapatkan data yang diperoleh dari uji laboratorium.

### **4. BAB 4 ANALISIS DATA**

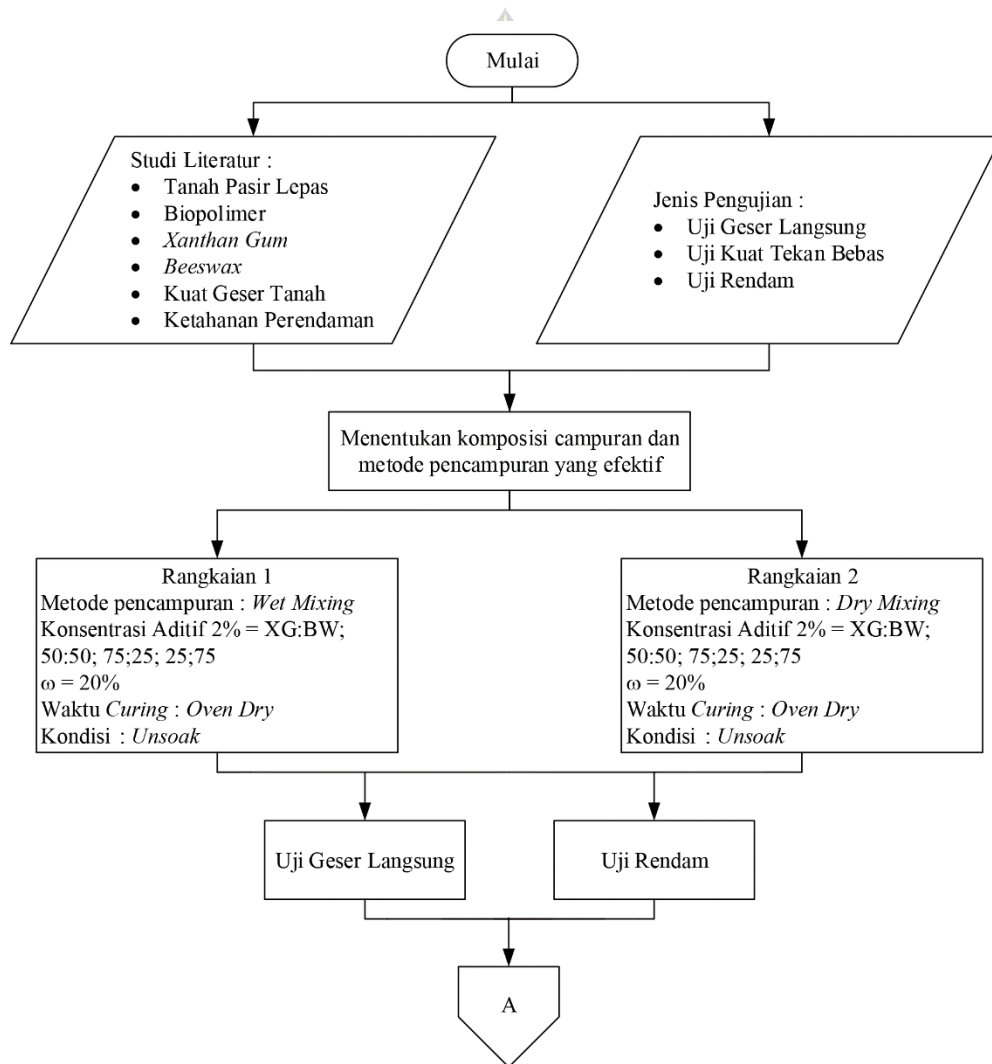
Bab ini membahas tentang analisis serta pengolahan data yang diperoleh dari uji laboratorium.

### **5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

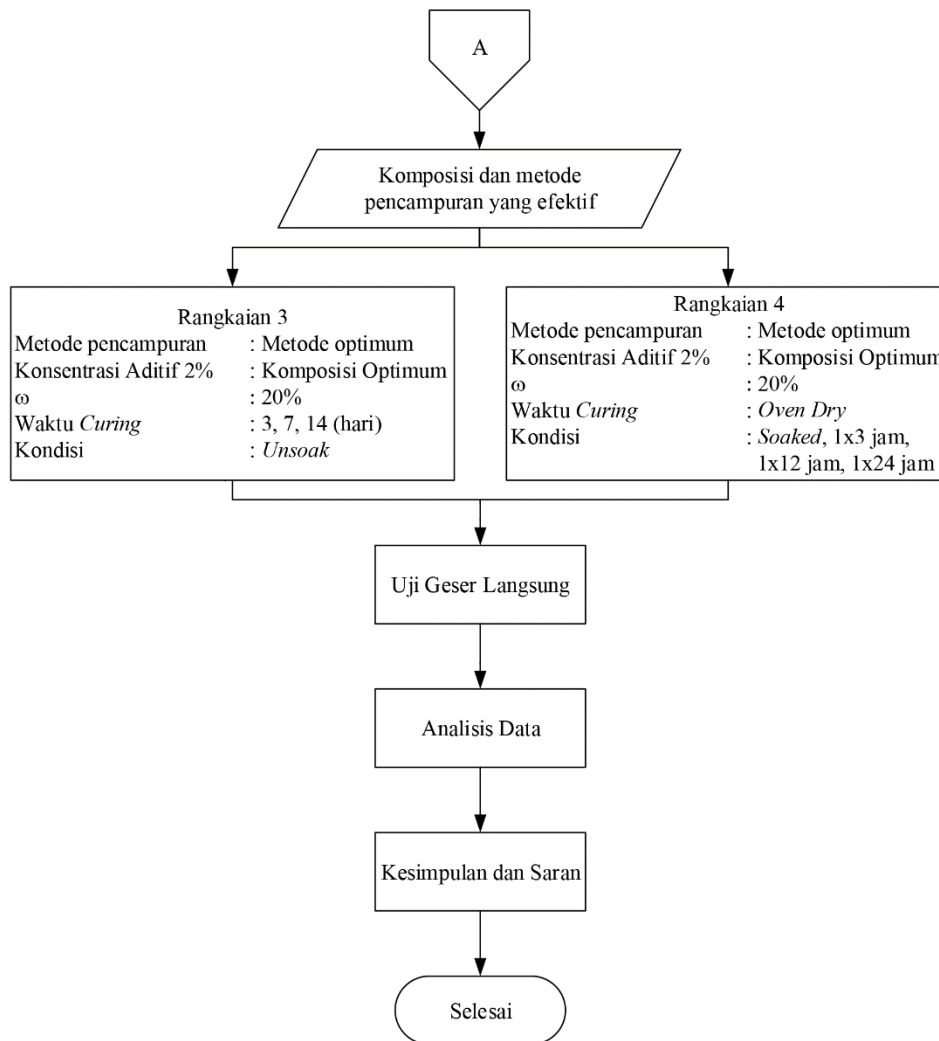
Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian serta saran untuk pembaca penelitian ini.

## 1.7 Diagram Alir Penelitian

Pembuatan diagram alir penelitian bertujuan untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam menyelesaikan skripsi ini. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2



**Gambar 1. 1** Diagram Alir Penelitian



**Gambar 1. 2** Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

Untuk menentukan metode pencampuran dan komposisi campuran efektif pada penelitian ini dilakukan 2 rangkaian yaitu pada rangkaian 1 dan 2. Rangkaian ini dibedakan dengan dua metode campuran, yakni *wet mixing* dan *dry mixing* dengan 5 ragam komposisi campuran. Lalu, untuk mengetahui masa pengeringan dilakukan pada rangkaian ketiga dan untuk mengetahui efek perendaman dilakukan pada rangkaian keempat.