

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN TANAH
PADA KAOLIN DENGAN VARIASI KADAR
NATRIUM HIDROKSIDA DAN SLAG SEBAGAI
*ADMIXTURE***



**STEVALDY SUTANTO
NPM : 2014410039**

PEMBIMBING: Siska Rustiani, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING: Aswin Lim, 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
DESEMBER 2018**

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN TANAH
PADA KAOLIN DENGAN VARIASI KADAR
NATRIUM HIDROKSIDA DAN SLAG SEBAGAI
*ADMIXTURE***



**STEVALDY SUTANTO
NPM : 2014410039**

PEMBIMBING: Siska Rustiani, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING: Aswin Lim, 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
DESEMBER 2018**

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN TANAH
PADA KAOLIN DENGAN VARIASI KADAR
NATRIUM HIDROKSIDA DAN SLAG SEBAGAI
ADMIXTURE



STEVALDY SUTANTO

NPM : 2014410039

KO-PEMBIMBING

Aswin Lim, Ph.D.

PEMBIMBING

Ir. Siska Rustiani Irawan, 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
DESEMBER 2018

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Stevaldy Sutanto

NPM : 2014410039

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: Studi Eksperimental Perbaikan Tanah pada Kaolin dengan Variasi Kadar Natrium Hidroksida dan *Slag* Sebagai *Admixture* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2018



Stevaldy Sutanto

2014410039

STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN TANAH PADA KAOLIN DENGAN VARIASI KADAR NATRIUM HIDROKSIDA DAN SLAG SEBAGAI *ADMIXTURE*

**STEVALDY SUTANTO
NPM : 2014410039**

**PEMBIMBING: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.
KO-PEMBIMBING: Aswin Lim, 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
DESEMBER 2018**

ABSTRAK

Kaolin merupakan suatu material tanah yang memiliki banyak kegunaan seperti dalam produksi kertas, porselain, dan material konstruksi. Kaolin merupakan tanah lempung yang berasal dari lapukan feldspar, quartz, dan mika sehingga memiliki kandungan silika dan alumina yang tinggi yang dapat bereaksi dengan Natrium Hidroksida hingga merubah struktur mikro dari lempung ini sehingga kuat geser tanah dapat meningkat. Selain itu kaolin dicampurkan dengan slag sebagai filler. Dalam studi eksperimental ini dilakukan pengujian dengan berbagai variasi kadar NaOH dan slag, kemudian dilakukan uji kuat tekan bebas. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa kadar NaOH berpengaruh terhadap kuat tekan sampel tanah seiring meningkatnya kadar NaOH.

Kata Kunci: Kaolin, perbaikan tanah, kuat geser tanah, Natrium Hidroksida, struktur mikro tanah lempung kaolin.

SOIL IMPROVEMENT EXPERIMENTAL STUDY ON KAOLIN WITH CONCENTRATION VARIATION OF SODIUM HYDROXIDE AND SLAG AS ADMIXTURE

STEVALDY SUTANTO

NPM : 2014410039

ADVISOR: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.

CO-ADVISOR: Aswin Lim, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
DECEMBER 2018**

ABSTRACT

Kaolin is one of soil material with tons of applications as in paper production, porcelain production, and construction material. Kaolin is a soil material that formed from minerals weathering such as feldspar, quartz, and mica therefore this material has a high concentration of silica and alumina that easily reacts with Sodium Hydroxide that can change the micro structures of this material and improving the compression strength. Beside Sodium Hydroxide, kaolin also mixed with slag as filler. In this experimental study samples are mixed with various concentration of NaOH and slag, then the samples are test using Unconfined Compression Test. The result show that various concentration of NaOH have a large effect to the compression strength of the soil samples as the concentration improves.

Keywords: Kaolin clay, soil improvement, unconfined compression strength, Sodium Hydroxide, kaolin clay micro structure.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL PERBAIKAN TANAH PADA KAOLIN DENGAN VARIASI KADAR NATRIUM HIDROKSIDA DAN SLAG SEBAGAI *ADMIXTURE*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan kuliah tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

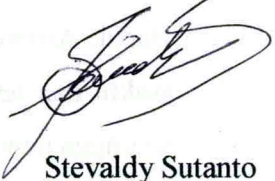
Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, dan wawasan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. Bapak Aswin Lim, Ph.D. selaku ko-pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing, memberi masukan, dan wawasan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
3. Ikatan Alumni Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan dukungan materi pada penelitian ini;
4. Bapak Andra Ardiana yang telah banyak membantu dan memberi arahan dalam persiapan bahan, pembuatan benda uji, dan uji eksperimental di laboratorium;
5. Orang tua penulis Markin Sutanto dan Marcelina Cahyadi yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa selama penulis menyelesaikan skripsi ini;
6. Alicia Cahyani yang senantiasa menyertai penulis, memberikan semangat, serta membantu penulis dalam menyusun skripsi ini secara khusus;
7. Para dosen penguji skripsi yang banyak memberikan masukan dan saran;

8. Ibu Putri Aprillia selaku laboran di Laboratorium Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Jurusan Pertambangan Institut Teknologi Bandung yang telah membantu memindai dan mengoperasikan mikroskop electron;
9. Teman-teman seperjuangan perkuliahan dan skripsi, Joshua Dave, Yobel, Iffan, Jonathan Reynaldi, dan Aldo yang telah memberi dukungan mental selama menyusun skripsi ini;
10. Serta pihak-pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu;

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menambah wawasan bagi pihak yang membacanya.

Bandung, Desember 2018



Stevaldy Sutanto

2014410039

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Lingkup Penelitian	1-2
1.4 Tujuan Penelitian	1-2
1.5 Sistematika Penulisan	1-2
1.6 Diagram Alir Penelitian	1-3
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Tanah	2-1
2.2 Tanah Lempung	2-1
2.3 Perbaikan Tanah dengan <i>Admixture</i>	2-2
2.3.1 Tanah Lempung Kaolin	2-2
2.3.2 <i>Slag</i>	2-2
2.3.3 Natrium Hidroksida	2-2
2.3.4 Air	2-2
2.4 Metode Pengujian Sampel Tanah	2-3
2.4.1 Uji <i>Fall Cone Penetration</i>	2-3
2.4.2 Uji Tekan Bebas	2-4
2.4.3 Uji <i>X-ray Fluorescence</i>	2-4
2.4.4 Pemindaian Mikroskop Elektron	2-5
2.5 Metode Perawatan (<i>Curing</i>)	2-5
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1

3.1	Bahan dan Benda Uji.....	3-1
3.1.1	Bahan Uji	3-1
3.1.2	Benda Uji	3-5
3.2	Pengujian Benda Uji.....	3-6
3.2.1	Pengujian Batas Cair.....	3-7
3.3	Prosedur Pelaksanaan Pengecoran Tanah dengan Admixture.....	3-9
3.3.1	Pembuatan Larutan Natrium Hidroksida	3-9
3.3.2	Pencampuran Bahan.....	3-10
3.3.3	Perawatan (<i>Curing</i>).....	3-14
3.4	Proses Pengujian Benda Uji	3-15
3.4.1	Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Penetration Test</i>)	3-15
3.4.2	Uji <i>X-ray Fluorescence</i>	3-18
3.4.3	Pemindaian Mikroskop Elektron	3-18
BAB 4	ANALISIS DATA.....	4-1
4.1	Batas Cair	4-1
4.2	Analisis Uji <i>Unconfined Penetration Strength</i>	4-2
4.2.1	Analisis Pengaruh Kadar Natrium Hidroksida Terhadap Kuat Tekan	4-2
4.2.2	Pengaruh Waktu <i>Curing</i> Terhadap Kuat Tekan.....	4-4
4.2.3	Pengaruh Metode <i>Curing</i> Terhadap Kuat Tekan	4-6
4.3	Analisis Pemindaian Mikroskop Elektron.....	4-9
4.4	Analisis <i>X-ray Fluorescence</i>	4-11
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-1
DAFTAR	PUSTAKA.....	xix

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Al	= Aluminium (unsur)
Al ₂ O ₃	= Aluminium Oksida
Ca	= Kalsium (unsur)
CaO	= Kalsium Oksida
cm	= sentimeter
Cr	= Krom (unsur)
Cr ₂ O ₃	= Kromium (III) Oksida
Cu	= Tembaga (unsur)
CuO	= Tembaga Oksida
Fe	= Besi (unsur)
Fe ₂ O ₃	= Besi (III) Oksida
K	= Kalium (unsur)
K ₂ O	= Kalium Oksida
kg	= kilogram
kPa	= kilopaskal
Mg	= Magnesium (unsur)
MgO	= Magnesium Oksida
mm	= milimeter
Mn	= Mangan (unsur)
MnO	= Mangan Oksida
Na	= Natrium (unsur)
Na ₂ O	= Natrium Oksida
NaOH	= Natrium Hidroksida
Ni	= Nikel (unsur)
NiO	= Nikel Oksida
O	= Oksigen
P	= Fosfor (unsur)
P ₂ O ₅	= Fosfor Pentaoksida
Pb	= Timbal (unsur)
PbO	= Timbal Oksida

x

Rb	= Rubidium (unsur)
Rb ₂ O	= Rubidium Oksida
S	= Sulfur (unsur)
SO ₃	= Sulfur Trioksida
SEM	= <i>Scanning Electron Microscope</i>
Si	= Silikon (unsur)
SiO ₂	= Silikon Dioksida
Sr	= Stronsium (unsur)
SrO	= Stronsium Oksida
Ti	= Titanium (unsur)
TiO ₂	= Titanium Oksida
XRF	= <i>X-ray Fluorescence</i>
Y	= Yttrium (unsur)
Y ₂ O ₃	= Yttrium Oksida
Zn	= Seng (unsur)
ZnO	= Seng Oksida
Zr	= Zirkonium (unsur)
ZrO ₂	= Zirkonium Oksida

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	1-4
Gambar 2.1 Fase Tanah.....	2-3
Gambar 2.2 Diagram Uji Tekan Bebas	2-4
Gambar 3.1 Tanah Lempung Kaolin	3-1
Gambar 3.2 Tanah Lempung Kaolin sedang Ditimbang	3-2
Gambar 3.3 <i>Slag</i>	3-3
Gambar 3.4 Penimbangan <i>Slag</i>	3-3
Gambar 3.5 Natrium Hidroksida	3-4
Gambar 3.6 Pelarutan Natrium Hidroksida	3-4
Gambar 3.7 Lempung Kaolin Untuk Adonan	3-5
Gambar 3.8 Pelaksanaan Uji Penetrasi <i>fall cone</i>	3-8
Gambar 3.9 Oven untuk Pengujian Kadar Air	3-8
Gambar 3.10 Pembuatan Larutan NaOH.....	3-10
Gambar 3.11 Penimbangan Lempung Kaolin	3-11
Gambar 3.12 Penimbangan <i>Slag</i>	3-11
Gambar 3.13 Pencampuran Lempung Kaolin dengan <i>Slag</i>	3-12
Gambar 3.14 Pencampuran Sampel dengan NaOHPengecoran	3-12
Gambar 3.15 Cetakan yang Sudah Dilumasi dengan Minyak	3-13
Gambar 3.16 Sampel setelah di cor	3-14
Gambar 3.17 Proses <i>curing</i> sampel sisa	3-14
Gambar 3.18 Sampel dalam Masa <i>Curing</i>	3-15
Gambar 3.19 <i>Extruder</i>	3-16
Gambar 3.20 <i>Load Dial</i> pada Alat Uji Kuat Tekan Bebas	3-16
Gambar 3.21 Pelaksanaan Uji Kuat Tekan Bebas	3-17
Gambar 3.22 Alat Uji Kuat Tekan Bebas.....	3-17
Gambar 3.23 Sampel Tanah pada Preparat	3-18
Gambar 3.24 Proses <i>Coating</i> Sampel	3-19
Gambar 3.25 Mikroskop Elektron (SEM)	3-19
Gambar 4.1 Regresi Batas Cair Tanah	4-1

Gambar 4.2 Pengaruh Kadar NaOH Terhadap Kuat Tekan dengan Kadar <i>Slag</i> Sebesar 10%	4-3
Gambar 4.3 Pengaruh Kadar NaOH Terhadap Kuat Tekan dengan Kadar <i>Slag</i> Sebesar 5%	4-3
Gambar 4.4 Pengaruh Umur <i>Curing</i> Terhadap Kuat Tekan	4-5
Gambar 4.5 Pengaruh Metode <i>Curing</i> Terhadap Kuat Tekan pada Umur 7 Hari	4-6
Gambar 4.6 Pengaruh Metode <i>Curing</i> Terhadap Kuat Tekan pada Umur 14 Hari	4-6
Gambar 4.7 Pengaruh Kadar NaOH pada Kuat Tekan Sampel Terbuka Umur 7 Hari	4-7
Gambar 4.8 Pengaruh Kadar NaOH pada Kuat Tekan Sampel Terbungkus Umur 14 Hari	4-7
Gambar 4.9 Pengaruh Kadar NaOH pada Kuat Tekan Sampel Terbuka Umur 14 Hari	4-8
Gambar 4.10 Pengaruh Kadar NaOH pada Kuat Tekan Sampel Terbuka Umur 14 Hari	4-8
Gambar 4.11 Struktur Mikro Kaolin Murni pada Perbesaran 20.000 Kali	4-9
Gambar 4.12 Struktur Mikro Kaolin Murni pada Perbesaran 10.000 Kali	4-9
Gambar 4.13 Struktur Mikro <i>Slag</i> Murni pada Perbesaran 10.000 Kali	4-10
Gambar 4.14 Struktur Mikro <i>Slag</i> Murni pada Perbesaran 5.000 Kali	4-10
Gambar 4.15 Struktur Mikro Sampel pada Perbesaran 10.000 Kali	4-10
Gambar 4.16 Struktur Mikro Sampel pada Perbesaran 7000 Kali	4-11

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kandungan dan Kadar <i>Slag</i>	3-2
Tabel 3.2 Program Uji dan Variasi Komposisi Sampel	3-6
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Batas Cair	4-1
Tabel 4.2 Perbandingan Kuat Geser Kaolin Berdasarkan Kadar NaOH	4-2
Tabel 4.3 Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Tekan	4-4
Tabel 4.4 Kuat Tekan Kaolin Berdasarkan Waktu <i>Curing</i>	4-5
Tabel 4.6 Kandungan Senyawa pada Sampel dengan Kuat Tekan Tertinggi	4-11

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Perhitungan Kuat Tekan Bebas.....	1
--	---

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geoteknik merupakan salah satu aspek penting dalam pembangunan. Dewasa ini terdapat banyak pembangunan infrastruktur yang melibatkan peranan geoteknik terutama pada tanah lunak. Tanah lunak yang sering ditemui di lapangan salah satunya adalah tanah lempung kaolin.

Perbaikan tanah lunak biasanya dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan cara stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik, dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi tanah dengan cara mekanik adalah perbaikan tanah lunak dengan metode *removal and replacement*, yaitu dimana tanah *existing* digantikan dengan tanah dengan gradasi yang lebih baik sehingga memiliki daya dukung yang baik. Stabilisasi tanah dengan cara fisik adalah perbaikan tanah lunak dengan memasang *geotextile* sehingga air tidak dapat meresap ke dalam tanah lunak. Perbaikan tanah dengan cara kimiawi adalah perbaikan tanah lunak dengan menambahkan zat-zat kimiawi atau disebut juga *chemical admixture*, pada umumnya menggunakan kapur, semen, dan *fly ash* serta natrium hidroksida sebagai katalisator. Selain itu juga tanah lunak dapat diperbaiki dengan cara memasang *vertical drain*.

Biaya stabilisasi dengan cara kimiawi akan menjadi lebih mahal ketika harus menggunakan bahan *admixture* dan katalisator. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dilakukan pengujian mengenai stabilisasi tanah lunak kaolin dengan natrium hidroksida sebagai alternatif *admixture*. Penggunaan natrium hidroksida sebagai *admixture* diharapkan dapat memotong kebutuhan material kimiawi lainnya sehingga pelaksanaan menjadi lebih hemat.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan natrium hidroksida pada tanah lempung kaolin. Pada penelitian ini digunakan uji Casagrande untuk mengetahui nilai *liquid limit* dan *plastic limit* pada tanah lempung kaolin, kemudian setelah diketahui parameter tersebut dilakukan uji

Unconfined Compression Test pada tanah lempung kaolin dengan kadar air tertentu dan dengan variasi kadar natrium hidroksida. Selain memiliki variabel kadar natrium hidroksida, pada pengujian ini terdapat pula variabel waktu *curing*.

1.3 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada uji eksperimental ini adalah sebagai berikut:

1. Tanah lempung yang digunakan adalah tanah lempung kaolin teknis.
2. Slag yang digunakan pada sampel sebesar 5% dan 10% dari berat tanah lempung kaolin.
3. Kadar air pada saat pencampuran dengan natrium hidroksida berdasarkan nilai *liquid limit* tanah lempung kaolin.
4. Pengujian *Unconfined Compression Test* menggunakan 36 buah sampel pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari serta pada kadar natrium hidroksida 0.5%, 1%, 1.5%, 5%, 10%, dan 20% dari berat kaolin yang digunakan.
5. Pengujian *X-ray Fluoresence (XRF)* dilakukan pada sampel tanah dengan nilai kuat geser tertinggi.
6. Pengujian *Scanning Electron Microscope (SEM)* dilakukan pada sampel tanah dengan nilai kuat geser tertinggi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh kadar Natrium Hidroksida sebagai *admixture* terhadap kuat geser tanah lempung kaolin.
2. Mengetahui pengaruh waktu *curing* terhadap kuat tekan kaolin yang sudah dicampur dengan *slag* dan Natrium Hidroksida.
3. Mengetahui pengaruh metode *curing* terhadap kuat tekan kaolin.
4. Mengetahui pengaruh *slag* dan Natrium Hidroksida pada struktur mikroskopis kaolin.
5. Mengetahui unsur-unsur yang terdapat pada tanah setelah pencampuran.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, lingkup penelitian, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Studi Pustaka

Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan teori dan dasar-dasar teori yang sudah ada sebelumnya yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian

Pada bab ini akan dibahas mengenai persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan.

BAB 4 Hasil Analisis Pengujian

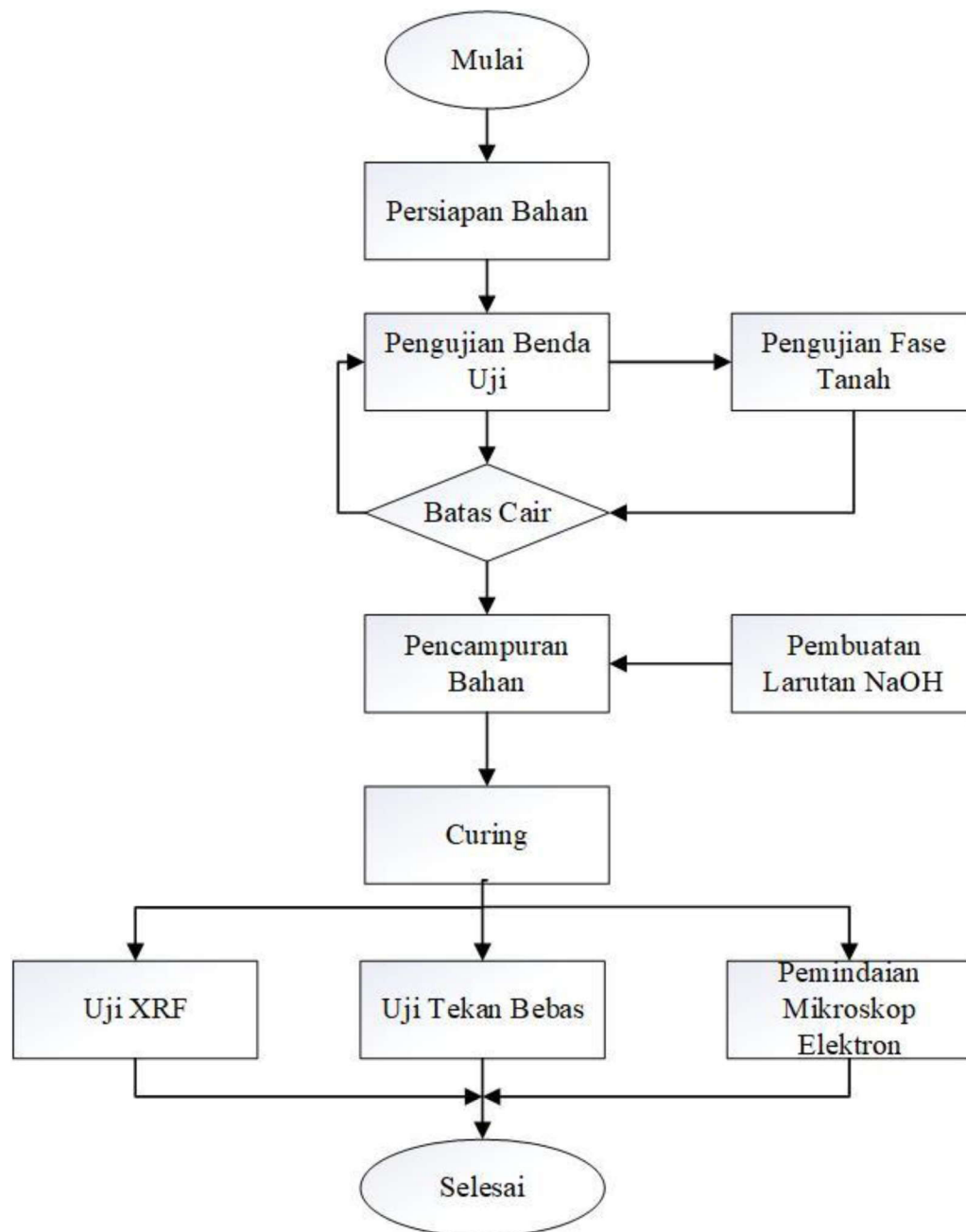
Pada bab ini akan dibahas dan diuraikan hasil analisis pengujian yang dilakukan di Laboratorium Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan.

BAB 5 Simpulan dan Saran

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian, analisis hasil, dan saran-saran yang dapat diusulkan dari pengujian agar hasil dari penelitian lebih baik.

1.6 Diagram Alir Penelitian

Untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini maka dibuatlah diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian