

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL DAN KORELASI STABILISASI  
TANAH LANAU KELEMPUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN  
ADITIF TERHADAP NILAI CBR**



**AUDREY MULIAUWAN  
NPM : 2016410041**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**



**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL DAN KORELASI STABILISASI  
TANAH LANAU KELEMPUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN  
ADITIF TERHADAP NILAI CBR**



**AUDREY MULIAUWAN  
NPM : 2016410041**

**PEMBIMBING:**

**Siska Rustiani, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**



**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL DAN KORELASI STABILISASI  
TANAH LANAU KELEMPUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN  
ADITIF TERHADAP NILAI CBR**



**AUDREY MULIAUWAN  
NPM : 2016410041**

**BANDUNG, 18 AGUSTUS 2020  
PEMBIMBING:**

**Siska Rustiani, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**



## PERNYATAAN

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

Nama : Audrey Muliauwau  
NPM : 2016410041  
ProgramStudi : Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

STUDI EKSPERIMENTAL DAN KORELASI STABILISASI TANAH LANAU KELEMPUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN ADITIF TERHADAP NILAI CBR

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: 18 Agustus 2020



Audrey Muliauwau





# **STUDI EKSPERIMENTAL DAN KORELASI STABILISASI TANAH LANAU KELEMPUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN ADITIF TERHADAP NILAI CBR**

**Audrey Muliauwan**

**NPM: 2016410041**

**Pembimbing: Siska Rustiani, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG**

**2020**

**ABSTRAK**

Tanah lanau kelepungan dengan sifat kembang susut yang tinggi menjadi hal yang merugikan bagi pekerjaan konstruksi. Hal ini harus diperhatikan lebih dengan melakukan stabilisasi tanah secara kimiawi sehingga nilai CBR suatu tanah dapat meningkat. Stabilisasi kimiawi ini dilakukan dengan mencampur berbagai macam bahan kimia ke dalam tanah supaya meningkatkan daya dukung tanah. Semua data hasil percobaan uji CBR tanah lempung dengan bahan kimia dikumpulkan lalu dianalisis pengaruh yang terjadi terhadap nilai CBR. Penelitian ini bertujuan untuk mencari korelasi variasi campuran bahan kimia terhadap nilai CBR dengan metode eksperimental dan studi literatur. Hasil analisis pada penelitian ini memperlihatkan bahwa pada umumnya penambahan bahan kimia dengan variasi komposisi tertentu dapat meningkatkan nilai CBR tanah asli dengan optimum. Nilai CBR yang meningkat ini mengartikan bahwa stabilisasi tanah lanau kelepungan dengan komposisi bahan kimia yang tepat dapat meningkatkan daya dukung tanah.

**Kata Kunci:** tanah, tanah lempung, eksperimental, CBR, bahan kimia, stabilisasi kimiawi, korelasi variasi campuran dengan nilai CBR



# **EXPERIMENTAL STUDY AND STUDY OF CORRELATION OF THE EFFECT OF ADMIXTURE IN CBR VALUE ON CLAYEY SILT SOIL**

**Audrey Muliauwan**

**NPM: 2014410041**

**Advisor: Siska Rustiani, Ir., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG**

**2020**

**ABSTRACT**

Silty clay soil with high shrinkage properties become less favorable for construction work. This must be considered more by carrying out chemical soil stabilization to increase the CBR value of a soil. Chemical stabilization is done by mixing various kinds of chemicals into the soil in order to increase the carrying capacity of the soil. All data from the CBR silty clay soil mixed with admixture test were collected and then analyzed the effect that occurred on the CBR value. This study aims to find the correlation of variations in the chemical mixture with the CBR value with experimental methods and literature studies. The result of the analysis in this study showed that in general the addition of chemicals with certain composition can increase the carrying capacity of the soil.

**Keywords:** soil, silty clay soil, experimental, literature, CBR, chemical stabilization



## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL DAN KORELASI STABILISASI TANAH LANAU KELEMPUNGAN MENGGUNAKAN BAHAN ADITIF TERHADAP NILAI CBR”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari dalam proses penyusunan skripsi ini banyak dijumpai rintangan. Namun berkat kritik, saran, maupun dukungan dari berbagai pihak maka akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Berdasarkan segala keterlibatan dalam seluruh rangkaian perancangan skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Suryadi Muliauwan dan Ibu Dina Tunggal selaku orang tua penulis, yang senantiasa selalu memberikan dukungan melalui doa dan juga materi selama proses penulisan skripsi ini.
2. Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu dan tenaganya dalam bentuk arahan serta ilmu yang berharga kepada penulis selama penyusunan skripsi berlangsung.
3. Bapak Soeryadedi dan Bapak Aflizal S.T., M.T., selaku dosen yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam melakukan uji untuk pengambilan data dan pengolahan data sehingga dapat digunakan pada penulisan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Paulus Pramono, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari Indrayana, M.T, Bapak Aswin Lim, Ph.D., dan Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen Geoteknik yang telah memberikan kritik dan saran untuk penulis.
5. Bapak Andra, Bapak Yudi dan Bapak Adang selaku laboran dan petugas di laboratorium geoteknik yang membantu memberi saran dan arahan kepada penulis dalam menjalankan penelitian di laboratorium.

6. Serta pihak yang telah membantu penulis namun tak disebutkan.

Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan penulis juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang dapat membangun dan melengkapi kekurangan skripsi ini

Bandung 18 Agustus, 2020



Audrey Muliauwan

2016410041



# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
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
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-4
1.7 Diagram Alir Penelitian.....	1-4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2-1
2.1 Klasifikasi Tanah.....	2-1
2.2 Tanah Lempung.....	2-1
2.3 Tanah Lanau .....	2-2
2.4 Tanah Organik .....	2-2
2.5 Perbaikan Tanah Secara Kimiawi.....	2-2
2.6 <i>Slag</i> Feronikel.....	2-2
2.7 <i>Corex Slag</i> .....	2-3
2.8 <i>Ladle Furnace Basic Slag</i> .....	2-3
2.9 <i>Copper Slag</i> .....	2-4
2.10 <i>Steel Slag</i> .....	2-5
2.11 Aktivator NaOH .....	2-5
2.12 Kalsium Klorida (CaCl <sub>2</sub> ) .....	2-5
2.13 Silika (SiO <sub>2</sub> ).....	2-5
2.14 Natrium Klorida (NaCl).....	2-6
2.15 <i>Woodash</i> .....	2-6
2.16 Abu Ampas Tebu.....	2-7
2.17 <i>Bottom Ash</i> .....	2-8
2.18 Kapur .....	2-8
2.19 Semen .....	2-9
2.20 Abu Sekam Padi ( <i>Rice Husk Ash</i> ) .....	2-10
2.21 <i>Fly Ash</i> .....	2-11
2.22 Penentuan Berat Jenis Tanah.....	2-12

2.23	Klasifikasi Tanah .....	2-12
2.24	Uji Batas-Batas <i>Atterberg</i> .....	2-14
2.24.1	Definisi.....	2-14
2.24.2	Maksud dan Tujuan serta Aplikasi Batas-Batas <i>Atterberg</i> ..	2-15
2.25	Uji Saringan .....	2-15
2.25.1	Definisi.....	2-15
2.25.2	Maksud dan Tujuan serta Aplikasi .....	2-15
2.25.3	Manfaat .....	2-16
2.25.4	Keterbatasan.....	2-16
2.26	Uji Hidrometer .....	2-16
2.26.1	Definisi.....	2-16
2.26.2	Maksud dan Tujuan serta Aplikasi .....	2-17
2.26.3	Manfaat .....	2-17
2.26.4	Keterbatasan.....	2-17
2.27	Uji Kompaksi .....	2-17
2.27.1	Definisi.....	2-17
2.27.2	Maksud dan Tujuan serta Aplikasi .....	2-19
2.27.3	Manfaat .....	2-19
2.28	Uji CBR .....	2-19
2.28.1	Definisi.....	2-19
2.28.2	Maksud dan Tujuan serta Aplikasi .....	2-20
2.28.3	Manfaat .....	2-21
2.28.4	Keterbatasan.....	2-21
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Metodologi Penelitian.....	3-1
3.1.1	Sampel Penelitian .....	3-2
3.1.2	Sampel Tanah .....	3-2
3.1.3	Campuran Tanah den gan Kapur, <i>Slag</i> Feronikel, Aktivator NaOH.....	3-2
3.2	Perolehan Parameter Tanah .....	3-2
3.2.1	Prosedur Uji Kadar Air Tana.....	3-2
3.2.2	Alat yang digunakan pada Pengujian Kadar Air Tanah .....	3-3
3.2.3	Prosedur Uji Berat Isi .....	3-3
3.2.4	Alat yang digunakan pada Pengujian Berat Isi Tanah.....	3-3
3.3	Uji Berat Jenis Tanah.....	3-3
3.3.1	Prosedur Uji Berat Jenis Tanah .....	3-4
3.3.2	Alat yang Digunakan pada Pengujian Berat Jenis Tanah.....	3-4
3.4	Uji Batas-Batas <i>Atterberg</i> .....	3-4
3.4.1	Prosedur Uji Batas Plastis.....	3-4
3.4.2	Alat yang digunakan pada Pengujian Batas Plastis .....	3-5
3.4.3	Prosedur Uji Batas Cair dan Batas Cair Oven .....	3-5



3.4.4	Alat yang digunakan pada Pengujian Batas Cair dan Cair Oven .....	3-6
3.5	Uji Saringan.....	3-6
3.5.1	Prosedur Uji Saringan .....	3-6
3.5.2	Alat yang digunakan pada Pengujian Saringan .....	3-7
3.6	Uji Hidrometer.....	3-7
3.6.1	Prosedur Uji Hidrometer .....	3-7
3.6.2	Alat yang digunakan pada Pengujian Hidrometer.....	3-8
3.7	Uji Kompaksi.....	3-8
3.7.1	Prosedur Uji Kompaksi .....	3-8
3.7.2	Alat yang digunakan pada Pengujian Kompaksi.....	3-9
3.8	Uji CBR <i>Soaked</i> dan <i>Unsoaked</i> .....	3-10
3.8.1	Prosedur Uji CBR <i>Unsoaked</i> .....	3-10
3.8.2	Alat yang digunakan pada Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> .....	3-11
3.8.3	Prosedur Uji CBR <i>Soaked</i> .....	3-11
3.8.4	Alat yang digunakan pada Pengujian CBR <i>Soaked</i> .....	3-12
3.9	Pengolahan Data .....	3-13
3.10	Pengumpulan Data Sekunder .....	3-13
3.11	Korelasi Variasi Campuran Bahan Kimia dengan Nilai CBR.....	3-13
BAB 4	ANALISIS DATA .....	4-1
4.1	Nilai Uji Indeks <i>Properties</i> .....	4-1
4.2	Nilai Uji Berat Jenis Tanah .....	4-1
4.3	Nilai Uji Batas-Batas Atterberg.....	4-1
4.4	Hasil Uji Saringan dan Uji Hidrometer .....	4-2
4.5	Hasil Uji Kompaksi .....	4-3
4.6	Nilai Uji CBR <i>Unsoaked</i> .....	4-6
4.6.1	Nilai Uji CBR <i>Unsoaked</i> pada Tanah Asli.....	4-6
4.6.2	Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> Tanah dengan <i>Slag</i> Feronikel 5% Curing 3 Hari.....	4-7
4.7	Nilai Uji CBR <i>Soaked</i> .....	4-9
4.7.1	Nilai Uji CBR <i>Soaked</i> Tanah Asli.....	4-9
4.7.2	Nilai Uji CBR Tanah <i>Soaked</i> terhadap <i>Slag</i> Feronikel 5% Curing 3 Hari.....	4-11
4.7.3	Nilai Uji CBR Tanah <i>Soaked</i> terhadap <i>Slag</i> Feronikel 10% Curing 3 Hari.....	4-12
4.8	Hubungan Presentase Campuran <i>Slag</i> Feronikel terhadap Nilai CBR .....	4-14
4.9	Tinjauan Literatur Stabilisasi Tanah Lanau Kelempungan dengan Bahan Aditif .....	4-15
4.9.1	Batas-batas Atterberg Tiap Tanah:.....	4-15
4.9.2	Data Distribusi Ukuran Butir Tanah Asli.....	4-17
4.9.3	Hasil Uji Kompaksi Tanah Asli .....	4-21

4.9.4	Hasil Uji Kompaksi Tanah Campuran.....	4-22
4.9.5	Kapur .....	4-25
4.9.6	<i>Slag</i> Baja.....	4-26
4.9.7	Soda Api (NaOH) .....	4-27
4.9.8	Terak Tembaga ( <i>Copper Slag</i> ) (Baraskar, 2014).....	4-28
4.9.9	Natrium Klorida, NaCl (Garam Dapur) (Sudijanto, 2007) ..	4-29
4.9.10	Abu Ampas Tebu (Destamara. 2013) .....	4-29
4.9.11	Abu Sekam Padi ( <i>Rice Husk Ash</i> ).....	4-30
4.9.12	<i>Fly Ash</i> .....	4-31
4.9.13	<i>Slag</i> Feronikel (Kurnaedi, 2019) .....	4-31
4.9.14	Silikon Dioksida, SiO <sub>2</sub> (Silika) (Yerdian, 2019).....	4-32
4.9.15	<i>Woodash</i> (Okabgue, 2007) .....	4-33
4.9.16	Semen (Feng, 2020).....	4-33
4.9.17	<i>Lime</i> (Feng, 2020).....	4-34
4.9.18	RHA + <i>Lime</i> (Muntohar, 2002) .....	4-35
4.9.19	Kapur + LFS (Manso, 2013).....	4-35
4.9.20	<i>Corex Slag</i> + <i>Lime</i> (McCartney, 2018).....	4-36
4.9.21	<i>Copper Slag</i> + <i>Lime</i> (Mutthukkumaran, 2020).....	4-37
4.9.22	Kapur + <i>Bottom Ash</i> (Permana, 2017) .....	4-37
4.9.23	Semen + Batu Kapur (Kurniadi, 2019).....	4-38
4.9.24	RHA + <i>Lime</i> (Sharma, 2008).....	4-39
4.9.25	RHA + CaCl <sub>2</sub> (Sharma, 2008).....	4-40
4.10	Diskusi Hasil.....	4-41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan .....	5-1
5.2	Saran .....	5-1
DAFTAR PUSTAKA.....		xix

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



$\gamma$	:	Berat Isi Tanah (gram/cm <sup>3</sup> )
W <sub>l</sub>	:	Berat Ring/ <i>Container</i> (gram)
W <sub>1</sub>	:	Berat Ring/ <i>Container</i> + Sampel Tanah (gram)
W <sub>w</sub>	:	Berat Air (gram)
W <sub>sdry</sub>	:	Berat Tanah Kering (gram)
w	:	Kadar Air (%)
e	:	Angka Pori
n	:	Porositas
V <sub>v</sub>	:	Volume Pori (cm <sup>3</sup> )
V <sub>s</sub>	:	Volume Tanah Kering (cm <sup>3</sup> )
V <sub>w</sub>	:	Volume air
G <sub>s</sub>	:	Berat Jenis
$\gamma_s$	:	Berat Isi Tanah Jenuh Air (gram/cm <sup>3</sup> )
S <sub>r</sub>	:	Derajat Kejenuhan (%)
G <sub>t</sub>	:	Berat Jenis Air pada Suhu t°C
W <sub>bws</sub>	:	Berat Erlenmeyer + Larutan Tanah (gram)
W <sub>bw</sub>	:	Berat Erlenmeyer + Air (gram)
w <sub>s</sub>	:	Batas Susut
V <sub>0</sub>	:	Volume Tanah Basah (cm <sup>3</sup> )
$\gamma_w$	:	Berat Isi Air (gram/cm <sup>3</sup> )
I <sub>p</sub>	:	Indeks Plastisitas
W <sub>p</sub>	:	Kadar Air Batas Plastis
W <sub>l</sub>	:	Kadar Air Batas Cair
C <sub>u</sub>	:	Koefisien Keseragaman
C <sub>c</sub>	:	Koefisien Kelengkungan
D <sub>60</sub>	:	Diameter Butir Saat 60% Lolos (mm)
D <sub>30</sub>	:	Diameter Butir Saat 30% Lolos (mm)
D <sub>10</sub>	:	Diameter Butir Saat 10% Lolos (mm)
a	:	Faktor Koreksi
D	:	Diameter Butir (mm)

$R_c$  : Koreksi Pembacaan Hidrometer  
 $R_a$  : Pembacaan Hidrometer Sebenarnya  
 $C_0$  : Koreksi Nol  
 $C_t$  : Koreksi Suhu  
 $L$  : Kedalaman Efektif (cm)  
 $t$  : *Elapsed time* (menit)  
 $\eta$  : Viskositas Aquades (poise)  
 $G_w$  : Berat Jenis Air  
 $CBR$  : *California Bearing Ratio* (%)  
 $AVC$  : *Air Voids Curve*  
 $ZAVC$  : *Zero Air Void Curve*



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Diagram Alir .....	1-5
<b>Gambar 2.1</b>	Silika .....	2-6
<b>Gambar 2.2</b>	Gambar NaCl .....	2-6
<b>Gambar 2.3</b>	<i>Woodash</i> .....	2-7
<b>Gambar 2.4</b>	Abu Ampas Tebu .....	2-7
<b>Gambar 2.5</b>	<i>Rice Husk Ash</i> .....	2-11
<b>Gambar 2.6</b>	Gambar <i>Fly Ash</i> .....	2-12
<b>Gambar 2.7</b>	Klasifikasi Tanah menurut USCS .....	2-13
<b>Gambar 2.8</b>	Klasifikasi Tanah Menurut AASTHO .....	2-13
<b>Gambar 2.9</b>	Grafik Plastisitas .....	2-14
<b>Gambar 4.1</b>	<i>Plasticity Chart</i> .....	4-2
<b>Gambar 4.2</b>	Kurva Distribusi Ukuran Butir .....	4-2
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik Perbandingan Nilai Kadar Air Optimum .....	4-4
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik Perbandingan Nilai Berat Isi Kering Maksimum .....	4-5
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik Uji Kompaksi Tanah Asli .....	4-6
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> Tanah Asli .....	4-7
<b>Gambar 4.7</b>	Grafik Hasil Uji CBR Tanah <i>Unsoaked</i> + <i>Slag</i> Feronikel 5% Curing 3 Hari.....	4-8
<b>Gambar 4.8</b>	Grafik Hasil Uji CBR Tanah <i>Unsoaked</i> + <i>Slag</i> Feronikel 5% Curing 7 Hari .....	4-9
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik <i>Swelling</i> Tanah Asli .....	4-10
<b>Gambar 4.10</b>	Grafik Hasil Uji CBR Tanah <i>Soaked</i> .....	4-10
<b>Gambar 4.11</b>	Grafik <i>Swelling</i> Tanah + <i>Slag</i> Feronikel 5% Curing 3 Hari .....	4-11
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik Hasil Uji CBR Tanah <i>Soaked</i> + <i>Slag</i> Feronikel 5% Curing 3 Hari .....	4-12
<b>Gambar 4.13</b>	Grafik <i>Swelling</i> Tanah + <i>Slag</i> Feronikel 10% Curing 3 Hari ....	4-13
<b>Gambar 4.14</b>	Grafik Hasil Uji CBR Tanah <i>Soaked</i> + <i>Slag</i> Feronikel 10% Curing 3 Hari .....	4-13
<b>Gambar 4.15</b>	Grafik Perbandingan Nilai CBR Uji Laboratorium .....	4-14
<b>Gambar 4.16</b>	Grafik Batas-Batas Atterberg Tanah di Jawa Barat.....	4-15

<b>Gambar 4.17</b>	Grafik Batas-Batas Atterberg Tanah (1) .....	4-16
<b>Gambar 4.18</b>	Grafik Batas-Batas Atterberg Tanah (2) .....	4-16
<b>Gambar 4.19</b>	Grafik Batas-Batas Atterberg Tanah (3) .....	4-17
<b>Gambar 4.20</b>	Grafik Distribusi Butiran di Jawa Barat .....	4-18
<b>Gambar 4.21</b>	Grafik Distribusi Butiran (1) .....	4-19
<b>Gambar 4.22</b>	Grafik Distribusi Butiran (2) .....	4-20
<b>Gambar 4.23</b>	Grafik Hasil Uji Kompaksi Tanah Asli .....	4-21
<b>Gambar 4.24</b>	Grafik Hasil Uji Kompaksi Tanah Campuran Kapur .....	4-22
<b>Gambar 4.25</b>	Grafik Hasil Uji Kompaksi Tanah Campuran <i>Steel Slag</i> .....	4-23
<b>Gambar 4.26</b>	Grafik Hasil Uji Kompaksi Tanah Campuran <i>Copper Slag</i> (1) ..	4-24
<b>Gambar 4.27</b>	Hasil Uji Kompaksi Tanah Campuran <i>Copper Slag</i> (2) .....	4-24
<b>Gambar 4.28</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Kapur pada Kondisi <i>Unsoaked</i> .....	4-25
<b>Gambar 4.29</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Kapur pada Kondisi <i>Soaked</i> .....	4-26
<b>Gambar 4.30</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran <i>Slag</i> Baja pada Kondisi <i>Unsoaked</i> .....	4-27
<b>Gambar 4.31</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran NaOH .....	4-28
<b>Gambar 4.32</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran <i>Copper</i> <i>Slag</i> .....	4-28
<b>Gambar 4.33</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran NaCl pada Kondisi <i>Soaked</i> .....	4-29
<b>Gambar 4.34</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Abu Ampas Tebu .....	4-30
<b>Gambar 4.35</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran RHA .....	4-30
<b>Gambar 4.36</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran <i>Fly Ash</i> ....	4-31
<b>Gambar 4.37</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran <i>Slag</i> Feronikel .....	4-32
<b>Gambar 4.38</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Silika .....	4-32
<b>Gambar 4.39</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran <i>Woodash</i> ..	4-33
<b>Gambar 4.40</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Semen .....	4-34
<b>Gambar 4.41</b>	Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran <i>Lime</i> .....	4-34

<b>Gambar 4.42</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran RHA dan Lime .....	4-35
<b>Gambar 4.43</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Kapur dan LFS .....	4-36
<b>Gambar 4.44</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Corex Slag dan Lime .....	4-36
<b>Gambar 4.45</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Copper Slag dan Lime .....	4-37
<b>Gambar 4.46</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Kapur dan Bottom Ash.....	4-38
<b>Gambar 4.47</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran Semen dan Batu Kapur.....	4-39
<b>Gambar 4.48</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran RHA dan Lime .....	4-40
<b>Gambar 4.49</b> Grafik Hubungan Nilai CBR dan Variasi Campuran RHA dan Kalsium Klorida .....	4-41



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Hubungan Nilai Perbedaan WL dan W <sub>Lo</sub> terhadap Jenis Tanah.....	2-2
<b>Tabel 2.2</b> Tabel Komposisi <i>Corex Slag</i> (McCartney, 2018) .....	2-3
<b>Tabel 2.3</b> Komposisi LFS (Manso, 2013) .....	2-4
<b>Tabel 2.4</b> Komposisi Unsur Kimia dari <i>Steel Slag</i> (Aldeeky, 2017) .....	2-5
<b>Tabel 2.5</b> Tabel Komposisi <i>Bottom Ash</i> dan <i>Fly Ash</i> (Permana, 2017) .....	2-8
<b>Tabel 2.6</b> Variasi Kadar Semen Sesuai Jenis Tanah (Darwis, 2017).....	2-10
<b>Tabel 2.7</b> Komposisi RHA (Muntohar, 2002) .....	2-11
<b>Tabel 2.8</b> <i>Classification of Degree of Expansion by USBR</i> (1956) .....	2-20
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Uji Saringan dan Hidrometer .....	4-3
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Uji Kompaksi .....	4-3
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> Tanah Asli .....	4-6
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> Tanah dengan <i>Slag Feronikel 5%</i> Curing 3 Hari .....	4-7
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Uji CBR <i>Unsoaked</i> Tanah dengan <i>Slag Feronikel 5%</i> Curing 7 Hari .....	4-8
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Uji CBR <i>Soaked</i> Tanah Asli .....	4-9
<b>Tabel 4.7</b> Tabel Hasil Uji CBR <i>Soaked</i> Tanah + <i>Slag Feronikel 5%</i> Curing 3 Hari .....	4-11
<b>Tabel 4.8</b> Tabel Hasil Uji CBR <i>Soaked</i> Tanah + <i>Slag Feronikel 10%</i> Curing 3 Hari .....	4-12



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA HASIL UJI INDEKS PROPERTIES .....	L1-1
LAMPIRAN 2 DATA HASIL UJI ATTERBERG DAN BERAT JENIS PADA TANAH CAMPURAN SLAG FERONIKEL .....	L2-1
LAMPIRAN 3 DATA HASIL UJI KOMPAKSI TANAH ASLI DAN TANAH CAMPURAN .....	L3-1
LAMPIRAN 4 DATA HASIL UJI CBR PADA KONDISI <i>SOAKED</i> DAN <i>UNSOAKED</i> PADA TANAH ASLI DAN TANAH CAMPURAN .....	L4-1
LAMPIRAN 5 DATA JENIS TANAH, NILAI BATAS-BATAS ATTERBERG, KLASIFIKASI TANAH, NILAI CBR, NILAI POTENSI PENGEMBANGAN .....	L5-1





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam pandangan ilmu teknik sipil, tanah menjadi suatu elemen penting karena berperan sebagai tumpuan suatu konstruksi bangunan. Selain itu tanah berfungsi sebagai penyaluran untuk menerima beban dari konstruksi bangunan di atasnya. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan apabila sifat asli tanahnya sudah baik, atau tanah urugan yang distabilisasi.

Sebagian besar tanah di daerah Jawa Barat memiliki karakteristik tanah lanau kelempungan yang mana sifatnya kurang menguntungkan bagi pekerjaan konstruksi karena daya dukung tanah atau nilai CBR yang rendah. Oleh karena itu diperlukan upaya berupa stabilisasi. Stabilisasi tanah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan meningkatkan ketahanan terhadap pelunakan oleh air [Sherwood, 1993].

Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi sifat tanah lanau kelempungan adalah melakukan stabilisasi. Ada 2 macam stabilisasi yaitu mekanis dan kimiawi. Stabilisasi secara mekanis adalah stabilisasi yang mengandalkan gradasi ukuran butir sehingga daya dukung tanah kuat sedangkan stabilisasi secara kimiawi adalah stabilisasi dengan melakukan penambahan bahan kimia terhadap tanah, seperti *slag*, kapur, NaOH, dan lainnya.

Dari penelitian-penelitian sebelumnya, stabilisasi kimiawi berhasil meningkatkan nilai CBR suatu tanah. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mencari tahu korelasi antara nilai CBR dengan variasi bahan kimia yang digunakan.

Proyek pembangunan Apartemen *The Royal Paradise* di Lembang, Bandung dilakukan di atas tanah lanau kelempungan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi sifat tanah lanau kelempungan yang kadar kembang susutnya tinggi dan permeabilitasnya rendah adalah dengan melakukan pencampuran tanah asli dengan kapur dan *slag* feronikel ditambah natrium hidroksida sebagai aktivator.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Achmad Musa tahun 2019, perbaikan yang disarankan dari penelitian tentang pengaruh campuran *slag* feronikel pada tanah lempung Bandung adalah untuk melakukan percobaan yang sama dengan penambahan aktivator dan memperhatikan waktu *curing*. Maka dari itu studi eksperimental yang akan dilakukan adalah mencampur tanah dengan kapur, *slag* feronikel, dan NaOH pada tanah *unsoaked* dan *soaked* dan masing-masing dengan lama waktu *curing* tertentu.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari studi eksperimental ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan aditif pada tanah lempung sebagai bahan stabilisasi terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR).

## 1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini:

1. Memperoleh nilai CBR tanah campuran *soaked* dan *unsoaked* dengan waktu *curing* yang telah ditentukan.
2. Pengaruh penambahan bahan aditif pada tanah lanau kelembungan sebagai bahan stabilisasi.

## 1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang diuji merupakan jenis tanah lanau kelembungan yang diambil pada galian proyek pembangunan Apartemen *The Royal Paradise*, Bandung.
2. *Slag* feronikel yang akan digunakan adalah *ground granulated blast furnace slag* feronikel dari PT. INDOFERRO.
3. Variasi komposisi *slag* feronikel yang akan digunakan adalah 5% dan 10% pada tanah *unsoaked* dan *soaked* dari berat kering tanah asli.
4. Durasi waktu *curing* yang diteliti adalah pada umur 3 dan 7 hari.
5. Campuran kapur untuk semua tanah campuran adalah sebesar 5% dari berat kering tanah asli.
6. Kadar Natirum Hidroksida digunakan 10% dari berat slag.

Adapun lingkup untuk tinjauan literatur adalah sebagai berikut:

1. Jenis tanah yang distabilisasi adalah tanah lempung atau lanau.
2. Jenis stabilisasi yang ditinjau adalah stabilisasi secara kimiawi, yaitu berupa bahan aditif atau zat kimia
3. Nilai yang ditinjau adalah nilai uji CBR.

### **1.5 Metode Penelitian**

Metode Penelitian yang digunakan adalah;

1. Studi literatur  
Studi literatur guna memperoleh dasar-dasar teori yang akan menjadi landasan penelitian berupa jurnal, buku, internet, maupun sumber lain.
2. Pengambilan sampel  
Pengambilan sampel tanah asli di Apartemen *The Royal Paradise*, Bandung.
3. Uji laboratorium  
Uji laboratorium dilakukan untuk memperoleh sifat-sifat indeks tanah dan nilai CBR. Penelitian yang dilakukan adalah uji berat jenis, uji saringan, uji *Atterberg*, uji hidrometer, uji kompaksi, dan uji *California Bearing Ratio*, yang dilakukan di Laboratorium Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan.
4. Pengumpulan Data Sekunder  
Metode ini dilakukan untuk mendapatkan nilai CBR dari suatu tanah yang sudah distabilisasi pada penelitian-penelitian terdahulu.
5. Mengolah data  
Mengolah data dari hasil uji laboratorium dan juga data sekunder, kemudian data tersebut dianalisis.

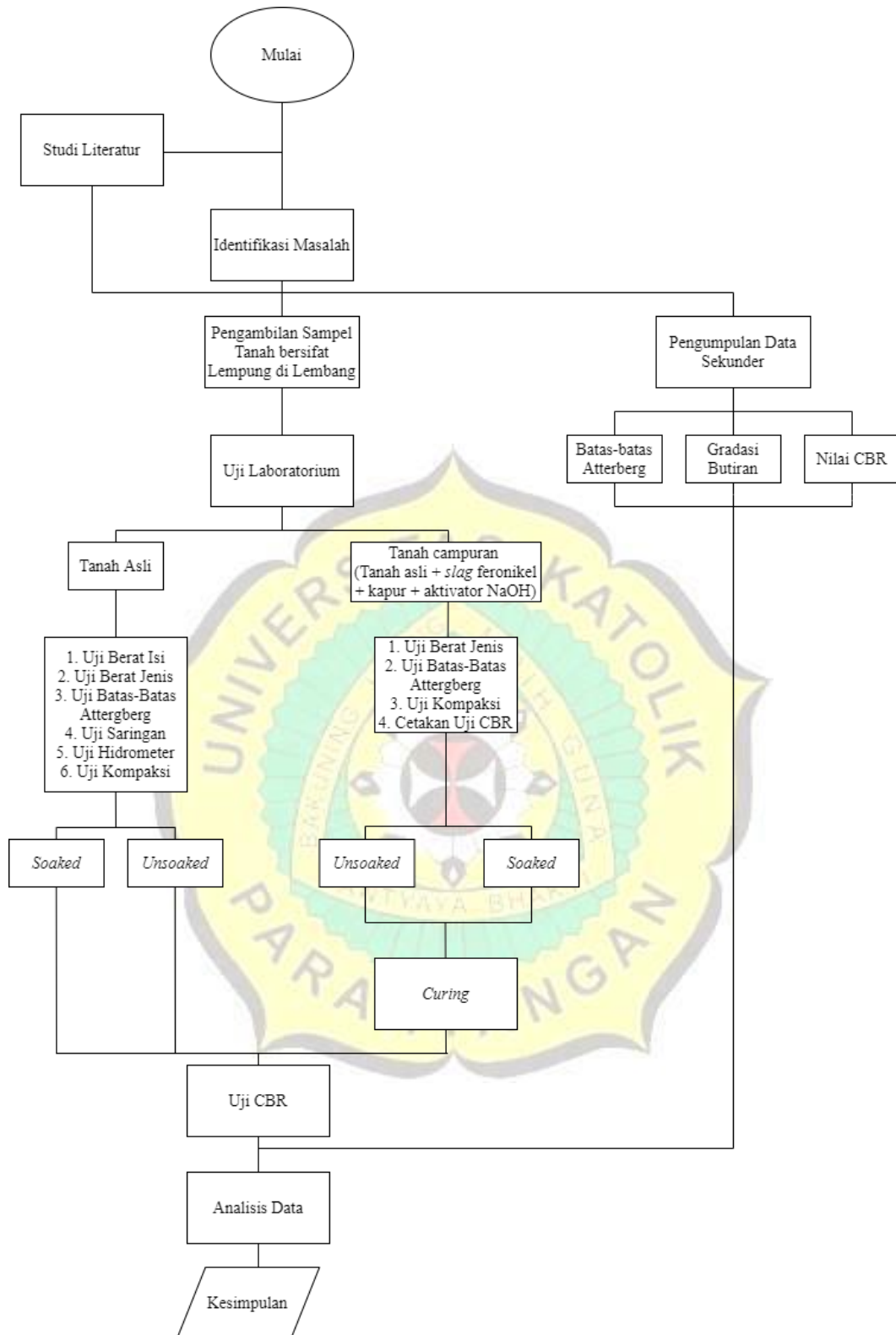
## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini akan dibagi menjadi 5 bab, yaitu:

1. **BAB 1 Pendahuluan**  
Menjelaskan latar belakang penelitian, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup permasalahan, metode penelitian, sistematika penulisan skripsi serta diagram alir.
2. **BAB 2 Tinjauan Pustaka**  
Membahas dasar teori yang sudah ada sebelumnya untuk digunakan dalam penyusunan skripsi.
3. **BAB 3 Metodologi Penelitian**  
Menjelaskan mengenai persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian yang telah dilakukan.
4. **BAB 4 Data dan Analisis**  
Menampilkan dan membahas analisis hasil pengujian di Laboratorium dan juga data sekunder.
5. **BAB 5 Simpulan dan Saran**  
Membahas kesimpulan hasil analisis pengujian yang didapat serta saran berdasarkan kesimpulan yang telah didapat.

## **1.7 Diagram Alir Penelitian**

Diawali dengan studi literatur mengenai eksperimental yang ingin dilakukan, lalu mengidentifikasi masalah apa saja yang ditemukan. Setelah menyusun ini, mencari sampel tanah lempung dan dilakukan uji laboratorium hingga mendapatkan nilai CBR. Berhubungan dengan keterbatasan penggunaan laboratorium maka metodologi penelitian eksperimental digabung dengan studi literatur. Studi literatur guna mengumpulkan data sekunder sebanyak-banyaknya agar bisa menjadi sumber yang valid untuk diteliti. Kemudian semua data yang terkumpul diplot ke dalam grafik untuk dianalisa.



**Gambar 1.1** Diagram Alir





## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Klasifikasi Tanah**

Menurut ukuran butiran tanah maka dapat disimpulkan bahwa tiap jenis tanah memiliki ukuran yang beragam sehingga dapat dikategorikan menjadi beberapa bagian besar menurut Bowles (1986), sebagai berikut:

1. Berangkal (*boulders*), merupakan bongkahan batu yang cukup besar, dengan ukuran yang relatif lebih besar dari 250 mm hingga 300 mm.
2. Kerikil (*gravel*), merupakan jenis batuan yang berukuran relatif kecil dengan ukuran antara 5 mm hingga 150 mm.
3. Pasir (*sand*), merupakan partikel batuan halus yang berukuran 0,074 mm hingga 5 mm. berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (*silt*), merupakan partikel tanah butir halus dengan ukuran dari 0,002 mm hingga 0,074 mm
5. Lempung (*clay*), merupakan partikel mineral terkecil yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel tersebut merupakan sumber utama dari sifat kohesi yang dihasilkan pada tanah yang kohesif.

#### **2.2 Tanah Lempung**

Menurut Das (2010), sifat dari tanah lempung yang merupakan endapan dari suatu larutan. Bilamana lempung terdispersi (*dispersed*) di dalam air, partikel-partikel tanah akan berjauhan satu dengan yang lain. Tanah lempung terdiri dari beberapa mineral salah satunya adalah *montmorillonite*. Penyerapan air pada tanah yang mengandung banyak mineral jenis ini akan mengakibatkan pengembangan tanah yang besar. Tanah lempung bersifat sangat keras apabila dalam keadaan kering, tetapi menjadi sangat kohesif apabila basah. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang.

### 2.3 Tanah Lanau

Menurut klasifikasi USCS, tanah lanau termasuk tanah berbutir halus yaitu dimana lebih dari 50% berat total tanah lolos ayakan No. 200. Tanah lanau dibagi menjadi lanau anorganik dan lanau organik. Lanau organik memiliki plastisitas yang tinggi sedangkan lanau anorganik plastisitasnya rendah.

### 2.4 Tanah Organik

Tanah organik tersusun dari bahan-bahan organik sisa tumbuh-tumbuhan dan binatang yang mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Sifat fisis tanah organik berwarna coklat gelap sampai hitam.

**Tabel 2.1** Hubungan Nilai Perbedaan WL dan WLovent Terhadap Jenis Tanah

Perbedaan Nilai	Jenis Tanah
$(W_{Lasli} - W_{Lovent}) \times 100\% / W_{asli} > 30\%$	Tanah Organik
$(W_{Lasli} - W_{Lovent}) \times 100\% / W_{asli} < 30\%$	Tanah Anorganik

### 2.5 Perbaikan Tanah Secara Kimiawi

Stabilisasi kimia adalah istilah umum untuk semua metode yang melibatkan bahan kimia daripada peran dominan dari fisikokimia dan interaksi fisik. Ini mencakup metode dimana satu atau lebih senyawa kimia ditambahkan ke tanah untuk stabilisasi. Serangkaian reaksi kimia yang dapat dijelaskan oleh beberapa persamaan reaksi kimia sederhana berlangsung antara konstituen tanah dan bahan aditifnya. Beberapa reaksi yang mungkin terjadi antara tanah dan bahan aditif adalah hidrasi, pertukaran ion, reaksi *pozzolanic*, flokulasi, presipitasi, polimerisasi, oksidasi, dan karbonasi (Winterkorn dan Pamukcu, 1991).

### 2.6 Slag Feronikel

Limbah feronikel adalah sisa ampas nikel dari proses peleburan biji nikel setelah melalui proses pembakaran dan penyaringan. Slag dapat digunakan menjadi bahan pengganti agregat halus dan kasar karena sifat sementasinya setara dengan semen dalam pembuatan beton sehingga *slag* dinilai mampu menjadi bahan campuran untuk melakukan teknik perbaikan tanah dengan metode kimiawi.

## 2.7 *Corex Slag*

Komposisi kalsium oksida dan silikon oksida pada *corex slag* rendah, tetapi nilai kandungan alumina oksida tinggi. Karena kalsium oksida nilainya rendah, maka bahan ini dicampur dengan kapur yang kaya akan kalsium oksida sehingga dapat mineral yang lengkap untuk adanya reaksi pozzolan. *Slag* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari India, dikumpulkan dari lokasi pembuangan pabrik. *Slag corex* partikelnya banyak disusun oleh pasir halus.

**Tabel 2.2** Tabel Komposisi *Corex Slag* (McCartney, 2018)

Composition	Corex slag
Silica; SiO <sub>2</sub> (%)	3.91
Ferric Oxide; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	3.15
Alumina; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	55.31
Calcium Oxide; CaO (%)	32.69
Magnesia; MgO (%)	0.74
Sulphuric Anhydride; SO <sub>3</sub> (%)	1.01
Insoluble Residue (%)	1.06
Loss on Ignition (%)	3.4

## 2.8 *Ladle Furnace Basic Slag*

*Ladle furnace basic slag* disebut juga sebagai *basic slag* atau *white slag*. Slag ini diproduksi di Spanyol mencapai setengah juta ton pada tahun 2010, sebagian digunakan kembali untuk pembuatan semen Portland. LFS adalah material berdebu dengan reaksi akan hidrolis yang terbatas karena sebagian keberadaan kalsium, magnesium oksida, silikat, dan aluminat.

**Tabel 2.3** Komposisi LFS (Manso, 2013)

Komposisi	LFS (%)
CaO	56.7
SiO <sub>2</sub>	17.7
MgO	9.6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.2
K <sub>2</sub> O +Na <sub>2</sub> O	0.1
TiO <sub>2</sub>	0.34
SO <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.86
CO <sub>2</sub> <sup>3</sup>	1.3
C	0.35
S	0.2
Loss of Ignition	4

### 2.9 *Copper Slag*

*Copper* diperkirakan diproduksi sebanyak 1 ton tiap tahunnya, dan menghasilkan 2-3 ton limbah copper tiap tahunnya. Produksi *copper* diharapkan mencapai 20.3 juta ton per tahun menurut statistik yang dirilis oleh *International Copper Study Group* (ICSG 2018). Eksplorasi kemungkinan pemanfaatan limbah tembaga didukung oleh banyak unit penghasil tembaga di seluruh dunia. Dengan memanfaatkan *slag* tembaga secara efektif, pembuangan limbah *slag* dapat dikurangi. Limbah tembaga dianggap sebagai bahan yang tidak reaktif terhadap reaksi kimia. Namun slag tembaga dapat dijadikan bahan stabilisasi tanah dengan menambahkan bahan berbasis kalsium seperti semen atau kapur ke dalamnya. Kalsium dari bahan tambahan bereaksi secara kimiawi dengan kandungan silica dan alumina dalam *slag copper*. Keberadaan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, CaO, dan bahan kimia lainnya dalam *slag* tembaga menjadikan slag tembaga layak digunakan untuk stabilisasi kimiawi dan menghasilkan produk *pozzolanic*.

### 2.10 *Steel Slag*

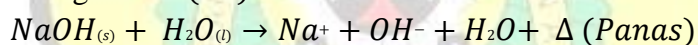
Limbah baja diperoleh dari *United Iron and Steel Manufacturing Company, Amman*. *Steel slag* lolos saringan 4.75 mm (No. 4) yang dipakai dalam penelitian ini. Tes kimia menunjukkan bahwa *steel slag* yang digunakan bebas dari unsur kimia Cadmium (Cd) dan copper (Cu).

**Tabel 2.4** Komposisi Unsur Kimia dari *Steel Slag* (Aldeeky, 2017)

Unsur Kimia	Cr	Ni	Fe	Zn	Pb	Cu	Cd
Nilai (%)	0.063	0.004	0.019	0.021	0	0	0

### 2.11 Aktivator NaOH

Penambahan aktivator NaOH bertujuan untuk mengaktivasi *slag* feronikel agar menghasilkan stabilisasi tanah paling optimum. Senyawa Na<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> bereaksi dengan alumunium dan silika yang terdapat di feronikel [Olaniyan, 2008]. Sifat-sifat fisis NaOH adalah bersifat zat padat berwarna putih, larut dalam pelarut air dan melepaskan panas, dan terasa licin. Berikut adalah reaksi kimia yang terjadi antara NaOH dengan H<sub>2</sub>O (air) :



Senyawa NaOH tidak membakar tetapi sangat reaktif terlebih dengan air, dapat menghasilkan pematatan yang lebih kuat dengan tenaga yang sama.

### 2.12 Kalsium Klorida (CaCl<sub>2</sub>)

Keefektifan CaCl<sub>2</sub> sebagai bahan stabilisasi tanah telah banyak dipelajari. Kalsium klorida mempunyai sifat higroskopik, menyerap air, dan mengurangi adanya retak/susut saat musim panas.

### 2.13 Silika (SiO<sub>2</sub>)

Silika dioksida bersifat higroskopi. Pada umumnya ditemukan dalam bentuk Kristal berupa ikatan tetrahedral di alam membentuk Kristal. Si mengikat 4 oksigen yang saling menyambung. Struktur tetrahedral adalah satu struktur yang sangat stabil. Senyawa ini seringkali di temukan dalam bahan campuran semen karena mempunyai sifat pozzolan apabila bercampur dengan air dan unsur kalsium

sehingga membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (sebagai penyumbang kekuatan semen)



**Gambar 2.1 Silika**

#### **2.14 Natrium Klorida (NaCl)**

Struktur NaCl mempunyai anion di tengah dan kation pada rongga oktahedral. Larutan garam elektrolit mempunyai gerakan *brown* di permukaan yang lebih besar dari gerakan *brown* pada air murni sehingga bisa menurunkan air dan larutan ini menambah gaya kohesi antar partikel sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat. [Bowles, 1984]



**Gambar 2.2 Gambar NaCl**

#### **2.15 Woodash**

*Woodash* adalah bubuk residu yang tersisa dari pembakaran kayu. Penambahan *woodash* pada tanah lempung memberikan kelebihan  $\text{Ca}^{2+}$  oleh disosiasi produk  $\text{CaO}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dalam *woodash*.  $\text{Ca}^{2+}$  yang dihasilkan menggantikan kation logam yang lebih lemah seperti  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  dan  $\text{Mg}^+$  dari pertukaran unsur tanah liat.

Pertukaran ini menyebabkan pengurangan lapisan air yang menyebar pada tanah lempung sehingga memungkinkan partikel-partikel tanah untuk saling mendekat. Flokulasi dan aglomerasi menghasilkan perubahan tekstur tanah lempung menjadi agregat berukuran lebih besar.



**Gambar 2.3** Woodash

#### **2.16 Abu Ampas Tebu**

Abu ampas tebu adalah sisa hasil pembakaran ampas tebu, secara fisik dan mekanik campuran abu ampas tebu dapat meningkatkan kepadatan tanah karena unsur-unsur didalamnya dapat mengurangi potensi pengembangan. Partikel lempung yang bermuatan negative akan menyerap kation  $H^+$  pada air ( $H_2O$ ). Unsur-unsur dalam ampas tebu seperti Ca, Al, dan Mg akan terion dan terserap oleh partikel tanah lempung menggantikan ion  $H^+$ .



**Gambar 2.4** Abu Ampas Tebu

### 2.17 *Bottom Ash*

Sekilas *fly ash* dan *bottom ash* terlihat senyawa yang sama, yang membedakan adalah *bottom ash* adalah limbah hasil pembakaran batu bara dan ukuran partikel *bottom ash* lebih besar.

**Tabel 2.5** Tabel Komposisi *Bottom Ash* dan *Fly Ash* (Permana, 2017)

Komposisi (%)	<i>Bottom Ash</i>	<i>Fly Ash</i>
SiO <sub>2</sub>	38.8	38.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.3	20.8
FeO <sub>3</sub>	12.1	15.3
(CaO)	16.5	16.6
Na <sub>2</sub> O	1	1.3
TiO <sub>2</sub>	0.8	0.5
MgO	1.7	1.3
K <sub>2</sub> O	2.5	2.1
SO <sub>3</sub>	2.4	2.6
LOI	2.9	0.8

### 2.18 Kapur

Kapur mampu meningkatkan kemampuan kerja tanah dan karakteristik penahan beban dalam beberapa situasi. Kapur kerap kali digunakan untuk mengeringkan tanah basah di lokasi konstruksi.

Kapur adalah pilihan yang sangat baik untuk modifikasi jangka pendek dari sifat tanah. Kapur dapat memperbaiki hampir semua tanah yang berbutir halus tetapi peningkatan paling signifikan terjadi pada tanah lempung dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Modifikasi terjadi karena kation kalsium yang dipasok oleh kapur terhidrasi menggantikan kation yang biasanya ada pada permukaan mineral tanah liat, didukung oleh lingkungan pH tinggi dari sistem air kapur.

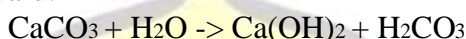
Stabilisasi tanah terjadi ketika kapur ditambahkan ke tanah untuk menghasilkan suatu peningkatan kekuatan jangka panjang melalui reaksi pozzolan. Reaksi ini menghasilkan hidrat kalsium silikat yang stabil dan kalsium hidrat



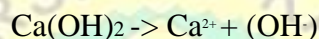
aluminat karena kalsium dari kapur bereaksi dengan aluminat dan silikat yang dilarutkan dari tanah. Reaksi *pozzolanic* jangka panjang dapat berlanjut untuk periode waktu yang sangat lama bahkan puluhan tahun selama ada cukup kapur dan pH tetap tinggi (di atas 10). Sebagai hasilnya, perawatan kapur dapat menghasilkan perolehan kekuatan yang tinggi dan tahan lama. Kunci untuk reaktifitas dan stabilisasi pozzolan adalah tanah yang reaktif, protokol desain campuran yang baik, dan praktik konstruksi yang andal.

Reaksi kimia yang terjadi pada jenis kapur tohor ( $\text{CaCO}_3$ ) dibagi menjadi 2 tahap yaitu:

1. Reaksi pertukaran ion terjadi ketika kapur tohor bereaksi dengan air dan membuat senyawa baru:

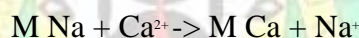


Kalsium hidroksida akan menghasilkan muatan kation kalsium melalui reaksi:



Muatan kation  $\text{Ca}^{2+}$  akan bereaksi dengan tanah lempung sehingga membuat senyawa tanah lempung stabil.

2. Reaksi sementasi antara kation  $\text{Ca}^{2+}$  dengan anion pada senyawa tanah lempung dengan mensubstitusi kation tanah lempung menjadi kation yang lebih kecil:



Pada reaksi tersebut terjadi pertukaran kation  $\text{Na}^+$  dengan  $\text{Ca}^{2+}$  pada mineral tanah lempung sehingga konsistensi lempung lebih stabil dibanding saat kation  $\text{Na}^+$  mengikat mineral lempung.

### 2.19 Semen

Sifat semen yang adhesive dan kohesif dapat mengikat mineral menjadi satu kesatuan. Semen akan mengeras apabila dicampur dengan air, lalu kemudian setelah mengering akan menjadi bahan yang tahan air.

**Tabel 2.6** Variasi Kadar Semen Sesuai Jenis Tanah  
(Darwis, 2017)

Jenis Tanah	Kebutuhan Semen (%)
Batuan pecah pecah 0.5-2	0.5-2
Lempung berpasir-berkerikil	2.0-4.0
Pasir gradasi baik	2.0-4.0
Pasir gradasi buruk	4.0-6.0
Lempung berpasir	4.0-6.0
Lempung berlanau	6.0-8.0
Lempung	8.0-12.0
Lumpur	12.0-15.0
Tanah organik	10.0-15.0

Adapun reaksi antara semen dan tanah lempung, yaitu:

1. Reaksi pertukaran ion menghasilkan kalsium silikat ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) dan kalsium aluminat ( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ):  

$$3(\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$$
2. Reaksi sementasi unsur silika dan unsur alumina pada tanah lempung akan membentuk senyawa kalsium silikat hidrat atau senyawa kalsium aluminat hidrat.

### 2.20 Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*)

Secara kimia RHA terdiri dari 82-87% silika. Material yang mengandung banyak silika reaktif sangat cocok untuk digunakan sebagai campuran kapur dan sebagai substitusi semen Portland. Presentase yang tinggi akan silika membuat RHA menjadi bahan yang sangat baik untuk stabilisasi. RHA diproduksi lokal, diperoleh dari sekam padi yang dibakar sebagai bahan bakar di industri batu bata. Sebagai bahan stabilisasi, RHA diayak dengan saringan ukuran No. 200 (0.074 mm).

**Tabel 2.7** Komposisi RHA (Muntohar, 2002)

Komposisi	RHA (%)
<b>SiO<sub>2</sub></b>	89.08
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1.75
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.78
<b>CaO</b>	1.29
<b>MgO</b>	0.64
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0.85
<b>K<sub>2</sub>O</b>	1.38
<b>MnO</b>	0.14
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.61
<b>H<sub>2</sub>O</b>	1.33
<b>Loss on ignition</b>	2.05

**Gambar 2.5** *Rice Husk Ash*

### 2.21 *Fly Ash*

*Fly Ash* adalah limbah yang berasal dari pembangkit listrik tenaga batubara. Material ini berupa bubuk sangat halus yang diperoleh dari filter partikel cerobong pembangkit listrik. Terdapat 2 jenis *fly ash* menurut ASTM c618 yaitu kelas C dan

kelas F. *Fly ash* kelas C mengandung kapur  $> 20\%$  sedangkan kelas F mengandung kapur  $< 10\%$ .



**Gambar 2.6** Gambar *Fly Ash*

### **2.22 Penentuan Berat Jenis Tanah**

Berat jenis partikel dihitung berdasarkan pengukuran massa dan volume partikel tanah. Massa tanah ditentukan dengan cara menimbang contoh tanah kering oven. Volume partikel dihitung dari massa dan berat jenis zat cair yang dipisahkan oleh partikel tanah (metode piknometer).

### **2.23 Klasifikasi Tanah**

Ada beberapa cara untuk mengetahui karakteristik sampel tanah yang kita uji antara lain adalah berdasarkan *Unified Soil Classification System* (USSC) dan *American Association Highway and Transport Officials* (AASHTO).

Major divisions	Group symbol	Typical names	Classification criteria for coarse-grained soils	
Coarse-grained soils (more than half of material is larger than No. 200)	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	$C_U \geq 4$ $1 \leq C_C \leq 3$	
	GP	Poorly graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for GW ( $C_U < 4$ or $1 > C_C > 3$ )	
	GM	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Atterberg limits below A line or $I_p < 4$	Above A line with $4 < I_p < 7$ are borderline cases requiring use of dual symbols
	GC			
Sands (more than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size)	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	$C_U \geq 6$ $1 \leq C_C \leq 3$	
	SP	Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for SW ( $C_U < 6$ or $1 > C_C > 3$ )	
	SM	Silty sands, sand-silt mixtures	Atterberg limits below A line or $I_p < 4$	Limits plotting in hatched zone with $4 \leq I_p \leq 7$ are borderline cases requiring use of dual symbols
	SC			
Fine-grained soils (more than half of material is smaller than No. 200)	ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, or clayey silts with slight plasticity	1. Determine percentages of sand and gravel from grain-size curve. 2. Depending on percentages of fines (fraction smaller than 200 sieve size), coarse-grained soils are classified as follows: Less than 5%—GW, GP, SW, SP More than 12%—GM, GC, SM, SC 5 to 12%—Borderline cases requiring dual symbols	
	OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity		
	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts		
	CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays		
	OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts		
	Pt	Peat and other highly organic soils		

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{10} D_{60}}$$

Gambar 2.7 Klasifikasi Tanah menurut USCS

Major Divisions	Group	AASHTO symbol	Typical names	Sieve analysis (percent passing)	Atterberg limits
Grassal materials (35% or less passing No. 200 sieve)	Group A-1	A-1-a	Stone or gravel fragments	Percent Passing: No. 10 $\leq$ 50% No. 40 $\leq$ 30% No. 200 $\leq$ 15%	PI $\leq$ 6
		A-1-b	Gravel and sand mixtures	No. 40 $\leq$ 50% No. 200 $\leq$ 25%	PI $\leq$ 6
	Group A-3	A-3	Fine sand that is nonplastic	No. 40 $>$ 50% No. 200 $\leq$ 10%	PI = 0 (nonplastic)
	Group A-2	A-2-4	Silty gravel and sand	Percent passing No. 200 sieve $\leq$ 35%	LL $\leq$ 40 PI $\leq$ 10
		A-2-5	Silty gravel and sand	Percent passing No. 200 sieve $\leq$ 35%	LL $>$ 40 PI $\leq$ 10
		A-2-6	Clayey gravel and sand	Percent passing No. 200 sieve $\leq$ 35%	LL $\leq$ 40 PI $>$ 10
Silt-clay materials (More than 35% passing No. 200 sieve)	Group A-4	A-4	Silty soils	Percent passing No. 200 sieve $>$ 35%	LL $\leq$ 40 PI $\leq$ 10
		A-5	Silty soils	Percent passing No. 200 sieve $>$ 35%	LL $>$ 40 PI $\leq$ 10
	Group A-7	A-6	Clayey soils	Percent passing No. 200 sieve $>$ 35%	LL $\leq$ 40 PI $>$ 10
		A-7-5	Clayey soils	Percent passing No. 200 sieve $>$ 35%	LL $>$ 40 PI $\leq$ LL - 30 PI $>$ 10
Highly organic	Group A-8	A-7-6	Clayey soils	Percent passing No. 200 sieve $>$ 35%	LL $>$ 40 PI $>$ LL - 30 PI $>$ 10
		A-8	Peat and other highly organic soils	Primarily organic matter, dark in color, and organic odor	

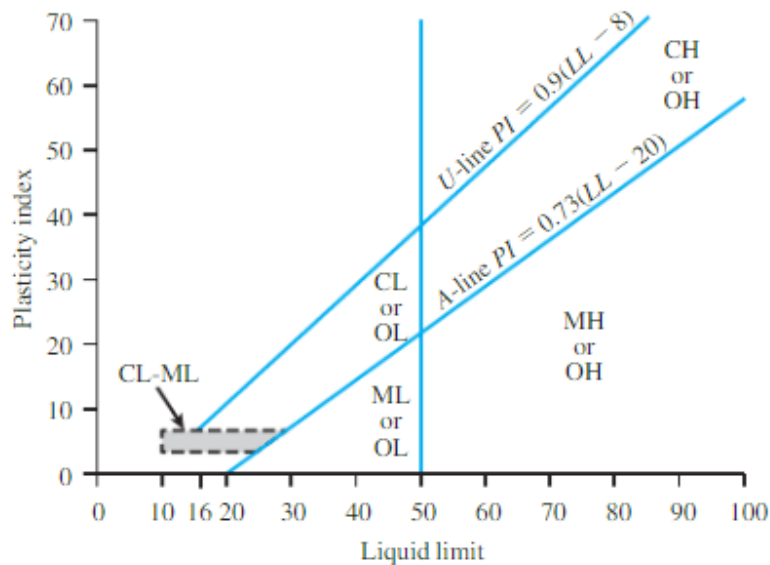
Gambar 2.8 Klasifikasi Tanah Menurut AASTHO

## 2.24 Uji Batas-Batas Atterberg

### 2.24.1 Definisi

- a. Batas plastis adalah kadar air terendah dimana tanah mulai bersifat plastis. Dalam hal ini sifat plastis ditentukan berdasarkan kondisi di mana tanah yang digulung dengan telapak tangan, di atas kaca mulai retak setelah mencapai diameter 1/8 inci.

Grafik Plastisitas dapat dilihat pada gambar 2.9 sebagai berikut:



**Gambar 2.9** Grafik Plastisitas

- b. Batas cair adalah kondisi tanah dengan kadar air tertinggi dimana sifat tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair. Pada kondisi tersebut tanah memiliki kuat geser yang paling rendah. Sedangkan pada pengujian batas cair oven dilakukan guna mengetahui kandungan *organic* dalam contoh tanah uji.

Prosedur pengujian batas cair dan batas cair oven dilakukan dengan menggunakan alat *Casagrande*, dengan cara menghitung ketukan yang terjadi dengan memutar tuas hingga jalur tengah yang telah dibuat sebelumnya dengan bantuan *grooving* tertentu menyatu pada satu sisinya. Dari prosedur tersebut digambar grafik dengan jumlah ketukan sebagai nilai absis dan kadar air sebagai ordinatnya. Nilai batas cair adalah kadar air pada ketukan ke 25.

### 2.24.2 Maksud dan Tujuan serta Aplikasi Batas-Batas *Atterberg*

Maksud dari uji batas-batas *Atterberg* adalah untuk menentukan angka-angka konsistensi *Atterberg*, yaitu batas susut, batas plastis, dan batas cair. Tujuan uji ini adalah untuk mengklasifikasikan jenis tanah butir halus.

## 2.25 Uji Saringan

### 2.25.1 Definisi

- Tanah butir kasar adalah tanah dengan ukuran butir  $\geq 75 \mu\text{m}$  (tertahan oleh saringan no. 200).
- Tanah butir halus adalah tanah dengan ukuran butir  $< 75 \mu\text{m}$  (lolos oleh saringan no. 200).
- Gradasi artinya adalah distribusi ukuran butir.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2.13)$$

$$C_c = \frac{D_{60} - D_{30}}{D_{30} - D_{10}} \quad (2.14)$$

Dimana:

$D_{60}$  : Diameter butir saat 60% lolos (mm)

$D_{30}$  : Diameter butir saat 30% lolos (mm)

$D_{10}$  : Diameter butir saat 10% lolos (mm)

Menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) tanah dengan sifat bergradasi baik (*well graded soil*) ditentukan oleh nilai  $C_u > 4$  dan  $1 < C_c < 3$  untuk kerikil dan  $C_u > 6$  dan  $1 < C_c < 3$  untuk pasir. Jika ketentuan tersebut tidak dipenuhi maka tanah termasuk bergradasi buruk (*poorly graded soil*).

### 2.25.2 Maksud dan Tujuan serta Aplikasi

Maksud dari percobaan ini adalah untuk mengetahui distribusi ukuran butir tanah. Tujuannya adalah untuk mengklasifikasi tanah butir kasar dengan mendapatkan koefisien keseragaman ( $C_u$ ) dari kurva distribusi ukuran butir (gradasi) tanah.

### 2.25.3 Manfaat

Dengan klasifikasi tanah, jenis tanah dapat ditentukan sehingga sifat teknis tanah secara umum dapat diperkirakan.

### 2.25.4 Keterbatasan

Uji ini memiliki keterbatasan bahwa bentuk butir (bulat atau runcing) tidak dapat ditentukan walaupun sifat mekanis tanah bergantung kepada bentuk butir tanah.

## 2.26 Uji Hidrometer

### 2.26.1 Definisi

- Silt*/lanau adalah tanah dengan ukuran butir antara 0.002 mm – 0.0075 mm.
- Clay*/lempung adalah tanah dengan ukuran butir lebih kecil dari 0.002 mm

Rumus-rumus perhitungan yang dilakukan pada pengujian hidrometer:

$$a = \frac{2.65 \cdot G_s}{G_s - 1} \quad (2.2)$$

$$R_c = R_a - C_0 + C_t \quad (2.3)$$

$$\% \text{ Lolos} = \frac{R_c}{a} \times 100\% \quad (2.4)$$

$$D = K \sqrt{\frac{L}{t}} \quad (2.5)$$

$$K = \sqrt{\frac{300}{g \cdot (G_s - G_w)}} \quad (2.6)$$

Dimana:

- a : Faktor koreksi
- D : Diameter butir (mm)
- R<sub>c</sub> : Koreksi pembacaan hidrometer
- R<sub>a</sub> : Pembacaan hidrometer sebenarnya
- C<sub>0</sub> : Koreksi nol
- C<sub>t</sub> : Koreksi suhu
- L : Kedalaman efektif (cm)
- t : *Elapsed time* (menit)
- η : Viskositas aquades (poise)
- G<sub>s</sub> : Berat jenis tanah



$G_w$  : Berat jenis air

### **2.26.2 Maksud dan Tujuan serta Aplikasi**

Analisis hidrometer adalah suatu cara dari analisis distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus.

### **2.26.3 Manfaat**

Manfaat hasil uji ini adalah untuk perbandingan dengan sifat tanah yang ditentukan dari uji batas-batas *Atterberg* dan untuk menentukan aktivitas tanah.

### **2.26.4 Keterbatasan**

Dasar perhitungan yang digunakan adalah hukum *Stokes*, yang mempunyai keterbatasan antara lain:

1. Butir-butir tanah dianggap seperti bola, sedangkan kenyataannya tidak demikian. Untuk mengatasi hal ini maka dipergunakan diameter ekuivalen yaitu diameter dari bola fiktif yang terdiri dari material yang sama dan mempunyai kecepatan pengendapan yang sama dengan butir tanah yang sesungguhnya.
2. Tempat dimana butir tanah mengendap adalah semi tak terhingga dan hanya ditinjau dari butir saja, pada kenyataannya tempatnya adalah terhingga dan butirnya saling mempengaruhi satu sama lain. Hal ini diatasi dengan hanya mengambil jumlah tanah yang relative sedikit 50 gram dalam 1 liter sehingga keberatan di atas dapat diabaikan.
3. Berat jenis yang dipergunakan adalah berat jenis rata-rata dalam kenyataan berat jenis sesungguhnya dari masing-masing butir tanah adalah tidak sama dengan rata-ratanya tetapi dalam hal ini tidak merupakan keberatan yang berarti.

## **2.27 Uji Kompaksi**

### **2.27.1 Definisi**

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan suatu cara mekanis (ditumbuk). Pada proses pemadatan untuk setiap daya pemadatan tertentu, pemadatan yang tercapai tergantung pada banyaknya air di

dalam tanah tersebut yaitu kadar air. Apabila kadar air rendah mempunyai sifat keras atau kaku sehingga susah untuk dipadatkan. Apabila kadar airnya ditambah maka air akan menjadi pelumas sehingga tanah akan lebih mudah dipadatkan. Pada kadar air yang lebih tinggi lagi kepadatannya akan turun karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air yang tidak dapat lagi dikeluarkan dengan cara memadatkan.

Berat isi kering maksimum adalah berat isi terbesar yang dicapai pada pengujian kompaksi pada energy tertentu.

Kadar air optimum adalah nilai kadar air dimana pada energy kompaksi tertentu dicapai berat isi kering maksimum.

Untuk mengetahui nilai berat isi tanah dapat menggunakan rumus berikut:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (2.7)$$

$$\gamma_{dry} = \frac{100}{1+w} \quad (2.8)$$

Dimana:

- $\gamma$  : Berat isi tanah (gram/cm<sup>3</sup>)
- W : Berat tanah (gram)
- V : Volume tanah (cm<sup>3</sup>)
- w : Kadar air (%)

Garis ZAVC (*Zero Air Void Correction*) merupakan hubungan antara berat isi kering dengan kadar air jika nilai derajat kejenuhan pada tanah yang tidak melebihi nilai ZAVC 100% atau kurang dari nilai AVC (*Air Void Curve*) yaitu pada kondisi tanah telah tidak memiliki kandungan udara pada pori-pori tanah. Nilai derajat kejenuhan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$S_{r80} = \frac{G_s}{1+G_{max}} \quad (2.9)$$

$$S_{r100} = \frac{80}{G_s G_s} \quad (2.10)$$

Dimana:

- Sr : Derajat kejenuhan

Gs : Berat jenis tanah (cm<sup>3</sup>)

w : Kadar air (%)

### 2.27.2 Maksud dan Tujuan serta Aplikasi

Tujuan uji kompaksi adalah mendapatkan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum pada suatu proses pemadatan.

### 2.27.3 Manfaat

1. Volume udara dalam pori-pori tanah berkurang sehingga tanah menjadi lebih padat.
2. Kekuatan geser dan daya dukung tanah meningkat.
3. Kompresibilitas tanah berkurang.
4. Permeabilitas tanah berkurang.
5. Lebih tahan terhadap erosi.

## 2.28 Uji CBR

### 2.28.1 Definisi

*California Bearing Ratio* adalah rasio dari gaya perlawanan penetrasi dari tanah pada sebuah piston yang ditekan secara kontinu terhadap gaya perlawanan penetrasi serupa pada conoth tanah standar berupa batu pecah di California. Rasio tersebut diambil pada penetrasi 2.5 mm dan 5.0 mm (0.1 in dan 0.2 in) dengan ketentuan angka tertinggi yang digunakan.

Berikut rumus untuk menghitung besarnya nilai CBR:

$$CBR = \frac{\text{corrected load}}{\text{standard load}} \times 100\% \quad (2.11)$$

Dimana:

*Corrected load* : Beban yang telah dikoreksi (lb)

*Standard load* : Beban standar

Pengujian CBR laboratorium dapat dilakukan dengan dua kondisi yang berbeda yaitu kondisi tidak terendam (*unsoaked*) dan kondisi terendam (*soaked*) dengan memperhitungkan nilai pengembangan tanah saat terendam (*swelling*). Pada pengujian CBR *unsoaked* sampel tanah yang telah dipadatkan dapat langsung dilakukan pengujian, sedangkan pada pengujian CBR *soaked* setelah tanah yang telah dipadatkan harus melalui proses perendaman sampel tanah dalam air selama  $\pm 3$  hari atau sampai nilai *swelling* konstan/stabil kemudian dilakukan pengujian untuk nilai CBR *soaked*. Pengujian CBR *soaked* dilakukan untuk mendapat nilai CBR pada kondisi tanah jenuh air. Sedangkan perhitungan untuk nilai *swelling* digunakan untuk menentukan nilai potensi pengembangan dari suatu tanah yang mungkin terjadi. Nilai *swelling* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Swelling = \frac{\Delta h}{h_0} \quad (2.12)$$

Dimana:

$\Delta h$  : Penambahan tinggi maksimum (mm)

$h_0$  : Tinggi awal sampel (mm)

Dari nilai tersebut ditentukan *degree of expansion* berdasarkan tabel berikut:

**Tabel 2.8** *Classification of Degree of Expansion by USBR (1956)*

Degree of expansion	Swelling potential (%)
<i>Very high</i>	> 25
<i>High</i>	5 - 25
<i>Medium</i>	1,5 - 5
<i>Low</i>	0 - 1,5

### 2.28.2 Maksud dan Tujuan serta Aplikasi

Tujuan percobaan ini adalah untuk menilai kekuatan tanah dasar yang dikompaksi di laboratorium yang akan digunakan dalam perancangan perkerasan. Hasil

percobaan dinyatakan sebagai nilai CBR (dalam %) yang nantinya dipakai untuk menentukan tebal perkerasan.

### **2.28.3 Manfaat**

Untuk menentukan tebal perkerasan secara umum.

### **2.28.4 Keterbatasan**

Uji CBR pada saat ini hanya dikaitkan dengan keperluan perancangan tebal perkerasan. Agar hasilnya valid, prosedur standar harus dijaga. CBR merupakan parameter tak berdimensi dan tidak berkaitan langsung dengan sifat tanah yang lain.





