

**SKRIPSI**

**TINGKAT PENGEMBANGAN TANAH EKSPANSIF YANG  
DIPERKUAT DENGAN GEOSINTETIK**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**NAILAH REZKI DIEN ATHIFAH  
D011 20 1094**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### TINGKAT PENGEMBANGAN TANAH EKSPANSIF YANG DIPERKUAT DENGAN GEOSINTETIK

Disusun dan diajukan oleh

**NAILAH REZKI DIEN ATHIFAH**  
**D011 20 1094**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 25 September 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng  
NIP. 196805292002121002

Menyetujui,  
Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Abd. Rahman Djamaluddin, M.T  
NIP : 195910101987031003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Nailah Rezki Dien Athifah  
NIM : D011201094  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Tingkat Pengembangan Tanah Ekspansif yang Diperkuat dengan Geosintetik”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 25 September 2024



ing Menyatakan

Nailah Rezki Dien Athifah

## ABSTRAK

**NAILAH REZKI DIEN ATHIFAH.** *Tingkat Pengembangan Tanah Ekspansif yang Diperkuat dengan Geosintetik* (dibimbing oleh Abd. Rahman Djamaluddin)

Tanah ekspansif merupakan jenis tanah kategori buruk yang banyak di jumpai di Indonesia. Hal yang dapat diamati pada jenis tanah ekspansif, yaitu akan mengalami pengembangan pada saat kadar air bertambah dan akan mengalami penyusutan pada saat kadar air berkurang. Adanya perubahan bentuk tersebut dapat menyebabkan kerusakan serius pada sebuah bangunan, misalnya terjadinya retakan pada fondasi sebagai akibat adanya perubahan pada tanah di bawahnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar pengembangan tanah ekspansif yang diteliti. Selain itu, juga untuk mengetahui besar pengembangan tanah ekspansif yang diperkuat dengan geosintetik. Dalam mendukung penelitian utama, dilakukan pengujian indeks properti tanah untuk menggambarkan perilaku tanah ekspansif. Penelitian ini menggunakan *bentonite* sebagai bahan campuran pada tanah asli untuk memperoleh karakteristik tanah ekspansif dengan komposisi 50% tanah asli dan 50% *bentonite*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah ekspansif tanpa perkuatan yang diteliti mengalami pengembangan paling signifikan dibandingkan dengan tanah ekspansif yang diperkuat dengan H2Rx atau geogrid. Pengembangan paling rendah terjadi pada tanah ekspansif yang diperkuat dengan geogrid, sedangkan tanah ekspansif yang diperkuat dengan H2Rx menunjukkan tingkat pengembangan di antara tanah ekspansif tanpa perkuatan dan tanah ekspansif yang diperkuat dengan geogrid.

**Kata Kunci :** Tanah Ekspansif, *Bentonite*, Geosintetik.

## ABSTRACT

**NAILAH REZKI DIEN ATHIFAH.** *Development Rate of Expansive Soil Reinforced with Geosynthetics* (supervised by Abd. Rahman Djameluddin)

Expansive soil is a type of poor soil category that is commonly found in Indonesia. What can be observed in expansive soils is that they will expand when the moisture content increases and will shrink when the moisture content decreases. The change in shape can cause serious damage to a building, for example the occurrence of cracks in the foundation as a result of changes in the soil underneath. The purpose of this research is to determine the amount of expansive soil development studied. In addition, it is also to determine the amount of expansive soil development reinforced with geosynthetics. In support of the main research, soil property index testing was conducted to describe the behavior of expansive soil. This study used bentonite as a mixture of native soil to obtain expansive soil characteristics with a composition of 50% native soil and 50% bentonite. The test results showed that the unreinforced expansive soil under study experienced the most significant development compared to the expansive soil reinforced with H2Rx or geogrid. The lowest development occurred in expansive soils reinforced with geogrids, while expansive soils reinforced with H2Rx showed development levels between unreinforced expansive soils and expansive soils reinforced with geogrids.

**Keywords:** Expansive Soil, Bentonite, Geosynthetic.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMBUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Pengertian Tanah .....	5
2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian .....	7
2.3 Pengembangan Tanah .....	15
2.4. Bentonite.....	16
2.5 Geosintetik.....	16
2.6 Batas – Batas Atterberg.....	18
2.7 Pemasatan Tanah .....	21
2.8 Kadar air .....	22
2.9 Berat jenis .....	22
2.10 Ukuran butiran tanah.....	23
2.11 Penelitian Terdahulu .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN/PERANCANGAN</b> .....	27
3.1 Lokasi Penelitian.....	27
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	27
3.3 Kerangka Alir Penelitian .....	28

3.4 Material.....	29
3.4.1 Tanah Asli.....	29
3.4.2 Bentonite.....	29
3.4.3 Geosintetik.....	29
3.5 Peralatan Laboratorium.....	31
3.6 Standar Pengujian .....	32
3.6.1 Uji Sifat Fisis .....	32
3.6.2 Uji Sifat Mekanis .....	33
3.7 Pengujian Karakteristik Tanah Asli + Bentonite .....	33
3.8 Prosedur Pengujian Tanah.....	34
3.8.1 Pengujian Sifat Fisis Tanah .....	34
3.8.2 Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	37
3.9 Pembuatan Benda Uji .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1 Karakteristik Fisik dan Mekanis Tanah dengan Campuran Bentonite .....	41
4.2 Karakteristik Fisik dan Mekanis Tanah Asli dengan Campuran Bentonite..	41
4.2.1 Karakteristik fisik tanah asli dengan campuran bentonite .....	41
4.2.2 Klasifikasi Tanah.....	43
4.2.3 Karakteristik Mekanis Tanah Asli dengan Campuran Bentonite .....	44
4.3 Pengembangan Tanah .....	47
4.3.1 Pengembangan Tanah di Titik A .....	49
4.3.2 Pengembangan Tanah di titik B.....	58
4.3.3 Pengembangan Tanah di Titik C .....	67
4.3.4 Pengembangan Tanah di Titik D .....	76
4.3.5 Pengembangan Tanah di Titik E.....	85
4.3.6 Pengembangan Tanah di Titik F .....	95
4.3.7 Pengembangan Tanah di Titik G .....	104
4.3.8 Pengembangan Tanah di Titik H .....	113
4.3.9 Pengembangan Tanah di Titik I.....	122
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>132</b>
5.1 Kesimpulan.....	132
5.2 Saran .....	132
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>133</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>135</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Menunjukkan kisaran batas cair dan indek plastisitas .....	10
<b>Gambar 2.</b> Batas Cair dan Indeks Plastisitas .....	12
<b>Gambar 3.</b> Batas-Batas Atterberg .....	18
<b>Gambar 4.</b> Definisin batas susut .....	21
<b>Gambar 5.</b> Lokasi pengambilan sampel tanah .....	27
<b>Gambar 6.</b> Diagram alir tahapan pelaksanaan penelitian .....	28
<b>Gambar 7.</b> Tanah asli .....	29
<b>Gambar 8.</b> Bentonite.....	29
<b>Gambar 9.</b> Geogrid biaxial .....	30
<b>Gambar 10.</b> Mirafi H2Rx.....	30
<b>Gambar 11.</b> Benda uji dengan perkuatan geogrid .....	39
<b>Gambar 12.</b> Benda uji tanpa perkuatan .....	39
<b>Gambar 13.</b> Benda uji dengan perkuatan H2Rx.....	40
<b>Gambar 14.</b> Titik-titik pengujian pada benda uji.....	40
<b>Gambar 15.</b> Kurva gradasi butiran tanah asli.....	42
<b>Gambar 16.</b> Kurva gradasi butiran bentonite .....	43
<b>Gambar 17.</b> Kurva gradasi butiran 50% tanah asli + 50% bentonite.....	43
<b>Gambar 18.</b> Grafik hubungan kadar air dan berat isi kering tanah asli. ....	46
<b>Gambar 19.</b> Grafik hubungan kadar air dan berat isi kering <i>bentonite</i> .....	46
<b>Gambar 20.</b> Grafik hubungan kadar air dan berat isi kering campuran .....	47
<b>Gambar 21.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A ditinjau dari jenis.....	50
<b>Gambar 22.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A1 ditinjau dari jenis .....	51
<b>Gambar 23.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A2 ditinjau dari jenis .....	52
<b>Gambar 24.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A3 ditinjau dari jenis .....	53
<b>Gambar 25.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A4 ditinjau dari jenis .....	54
<b>Gambar 26.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A5 ditinjau dari jenis .....	55
<b>Gambar 27.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A6 ditinjau dari jenis .....	56
<b>Gambar 28.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A7 ditinjau dari jenis .....	57
<b>Gambar 29.</b> Kurva besar pengembangan pada titik A8 ditinjau dari jenis .....	58
<b>Gambar 30.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B ditinjau dari jenis .....	59
<b>Gambar 31.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B1 ditinjau dari jenis .....	60
<b>Gambar 32.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B2 ditinjau dari jenis .....	61
<b>Gambar 33.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B3 ditinjau dari jenis .....	62

<b>Gambar 34.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B4 ditinjau dari jenis .....	63
<b>Gambar 35.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B5 ditinjau dari jenis .....	64
<b>Gambar 36.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B6 ditinjau dari jenis .....	65
<b>Gambar 37.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B7 ditinjau dari jenis .....	66
<b>Gambar 38.</b> Kurva besar pengembangan pada titik B8 ditinjau dari jenis .....	67
<b>Gambar 39.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C ditinjau dari jenis .....	68
<b>Gambar 40.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C1 ditinjau dari jenis .....	69
<b>Gambar 41.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C2 ditinjau dari jenis .....	70
<b>Gambar 42.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C3 ditinjau dari jenis .....	71
<b>Gambar 43.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C4 ditinjau dari jenis .....	72
<b>Gambar 44.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C5 ditinjau dari jenis .....	73
<b>Gambar 45.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C6 ditinjau dari jenis .....	74
<b>Gambar 46.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C7 ditinjau dari jenis .....	75
<b>Gambar 47.</b> Kurva besar pengembangan pada titik C8 ditinjau dari jenis .....	76
<b>Gambar 48.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D ditinjau dari jenis .....	77
<b>Gambar 49.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D1 ditinjau dari jenis .....	78
<b>Gambar 50.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D2 ditinjau dari jenis .....	79
<b>Gambar 51.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D3 ditinjau dari jenis .....	80
<b>Gambar 52.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D4 ditinjau dari jenis .....	81
<b>Gambar 53.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D5 ditinjau dari jenis .....	82
<b>Gambar 54.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D6 ditinjau dari jenis .....	83
<b>Gambar 55.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D7 ditinjau dari jenis .....	84
<b>Gambar 56.</b> Kurva besar pengembangan pada titik D8 ditinjau dari jenis .....	85
<b>Gambar 57.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E ditinjau dari jenis.....	86
<b>Gambar 58.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E1 ditinjau dari jenis.....	87
<b>Gambar 59.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E2 ditinjau dari jenis.....	88
<b>Gambar 60.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E3 ditinjau dari jenis.....	89
<b>Gambar 61.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E4 ditinjau dari jenis.....	90
<b>Gambar 62.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E5 ditinjau dari jenis.....	91
<b>Gambar 63.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E6 ditinjau dari jenis.....	92
<b>Gambar 64.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E7 ditinjau dari jenis.....	93
<b>Gambar 65.</b> Kurva besar pengembangan pada titik E8 ditinjau dari jenis.....	94
<b>Gambar 66.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F ditinjau dari jenis.....	95
<b>Gambar 67.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F1 ditinjau dari jenis.....	96
<b>Gambar 68.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F2 ditinjau dari jenis.....	97

<b>Gambar 69.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F3 ditinjau dari jenis .....	98
<b>Gambar 70.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F4 ditinjau dari jenis .....	99
<b>Gambar 71.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F5 ditinjau dari jenis .....	100
<b>Gambar 72.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F6 ditinjau dari jenis .....	101
<b>Gambar 73.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F7 ditinjau dari jenis .....	102
<b>Gambar 74.</b> Kurva besar pengembangan pada titik F8 ditinjau dari jenis .....	103
<b>Gambar 75.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G ditinjau dari jenis .....	104
<b>Gambar 76.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G1 ditinjau dari jenis .....	105
<b>Gambar 77.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G2 ditinjau dari jenis .....	106
<b>Gambar 78.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G3 ditinjau dari jenis .....	107
<b>Gambar 79.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G4 ditinjau dari jenis .....	108
<b>Gambar 80.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G5 ditinjau dari jenis .....	109
<b>Gambar 81.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G6 ditinjau dari jenis .....	110
<b>Gambar 82.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G7 ditinjau dari jenis .....	111
<b>Gambar 83.</b> Kurva besar pengembangan pada titik G8 ditinjau dari jenis .....	112
<b>Gambar 84.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H ditinjau dari jenis .....	113
<b>Gambar 85.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H1 ditinjau dari jenis .....	114
<b>Gambar 86.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H2 ditinjau dari jenis .....	115
<b>Gambar 87.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H3 ditinjau dari jenis .....	116
<b>Gambar 88.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H4 ditinjau dari jenis .....	117
<b>Gambar 89.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H5 ditinjau dari jenis .....	118
<b>Gambar 90.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H6 ditinjau dari jenis .....	119
<b>Gambar 91.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H7 ditinjau dari jenis .....	120
<b>Gambar 92.</b> Kurva besar pengembangan pada titik H8 ditinjau dari jenis .....	121
<b>Gambar 93.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I ditinjau dari jenis.....	122
<b>Gambar 94.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I1 ditinjau dari jenis.....	123
<b>Gambar 95.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I2 ditinjau dari jenis.....	124
<b>Gambar 96.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I3 ditinjau dari jenis.....	125
<b>Gambar 97.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I4 ditinjau dari jenis.....	126
<b>Gambar 98.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I5 ditinjau dari jenis.....	127
<b>Gambar 99.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I6 ditinjau dari jenis.....	128
<b>Gambar 100.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I7 ditinjau dari jenis.....	129
<b>Gambar 101.</b> Kurva besar pengembangan pada titik I8 ditinjau dari jenis.....	130
<b>Gambar 102.</b> Hasil pengujian pengembangan pada benda uji.....	131
<b>Gambar 103.</b> Hasil pengujian pengembangan pada .....	131

**Gambar 104.** Hasil pengujian pengembangan pada benda uji..... 131

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	9
<b>Tabel 2.</b> Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS (Lanjutan).....	10
<b>Tabel 3.</b> Sistem Klasifikasi tanah <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i> (AASHTO) .....	13
<b>Tabel 4.</b> Perbandingan Sistem Klasifikasi USCS dan Sistem Klasifikasi .....	14
<b>Tabel 5.</b> Perbandingan Sistem Klasifikasi AASHTO dan Sistem.....	15
<b>Tabel 6.</b> Nilai Indeks Plastisitas dan Ragam Tanah .....	20
<b>Tabel 7.</b> Berat jenis pada beberapa tanah .....	23
<b>Tabel 8.</b> Susunan Saringan Berdasarkan ASTM.....	24
<b>Tabel 9.</b> Penelitian terdahulu mengenai tanah ekspansif dan penggunaan.....	25
<b>Tabel 10.</b> Alat yang digunakan dalam pengujian sifat fisis .....	31
<b>Tabel 11.</b> Alat yang digunakan dalam pengujian sifat mekanis .....	32
<b>Tabel 12.</b> Standar Pengujian Sifat Fisis Tanah .....	32
<b>Tabel 13.</b> Standar Pengujian mekanis Tanah .....	33
<b>Tabel 14.</b> Jumlah Benda Uji .....	33
<b>Tabel 15.</b> Rekapitulasi Pemeriksaan Karakteristik Tanah Asli + Bentonite .....	41
<b>Tabel 16.</b> Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli dengan Campuran Bentonite ..	42
<b>Tabel 17.</b> Rekapitulasi klasifikasi tanah asli, <i>bentonite</i> , dan campuran .....	44
<b>Tabel 18.</b> Hasil Pengujian Kompaksi .....	45
<b>Tabel 19.</b> Rekap pengujian pengembangan campuran tanah 50% tanah asli + 50% .....	47
<b>Tabel 20.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A .....	49
<b>Tabel 21.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A1 .....	51
<b>Tabel 22.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A2 .....	52
<b>Tabel 23.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A3 .....	53
<b>Tabel 24.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A4 .....	54
<b>Tabel 25.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A5 .....	55
<b>Tabel 26.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A6 .....	56
<b>Tabel 27.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A7 .....	57
<b>Tabel 28.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik A8 .....	58

<b>Tabel 29.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B .....	59
<b>Tabel 30.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B1 .....	60
<b>Tabel 31.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B2 .....	61
<b>Tabel 32.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B3 .....	62
<b>Tabel 33.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B4 .....	63
<b>Tabel 34.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B5 .....	64
<b>Tabel 35.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B6 .....	65
<b>Tabel 36.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B7 .....	66
<b>Tabel 37.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik B8 .....	67
<b>Tabel 38.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C .....	68
<b>Tabel 39.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C1 .....	69
<b>Tabel 40.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C2 .....	70
<b>Tabel 41.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C3 .....	71
<b>Tabel 42.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C4 .....	72
<b>Tabel 43.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C5 .....	73
<b>Tabel 44.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C6 .....	74
<b>Tabel 45.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C7 .....	75
<b>Tabel 46.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik C8 .....	76
<b>Tabel 47.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D .....	77
<b>Tabel 48.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D1 .....	78
<b>Tabel 49.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D2 .....	79
<b>Tabel 50.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D3 .....	80
<b>Tabel 51.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D4 .....	81
<b>Tabel 52.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D5 .....	82
<b>Tabel 53.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D6 .....	83
<b>Tabel 54.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D7 .....	84
<b>Tabel 55.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik D8 .....	85
<b>Tabel 56.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E .....	86
<b>Tabel 57.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E1 .....	87
<b>Tabel 58.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E2 .....	88
<b>Tabel 59.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E3 .....	89
<b>Tabel 60.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E4 .....	90

<b>Tabel 61.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E5 .....	91
<b>Tabel 62.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E6 .....	92
<b>Tabel 63.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E7 .....	93
<b>Tabel 64.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik E8 .....	94
<b>Tabel 65.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F.....	95
<b>Tabel 66.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F1.....	96
<b>Tabel 67.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F2.....	97
<b>Tabel 68.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F3.....	98
<b>Tabel 69.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F4.....	99
<b>Tabel 70 .</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F5.....	100
<b>Tabel 71.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F6.....	101
<b>Tabel 72.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F7.....	102
<b>Tabel 73.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik F8.....	103
<b>Tabel 74.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G .....	104
<b>Tabel 75.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G1 .....	105
<b>Tabel 76.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G2.....	106
<b>Tabel 77.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G3 .....	107
<b>Tabel 78.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G4.....	108
<b>Tabel 79.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G5 .....	109
<b>Tabel 80.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G6 .....	110
<b>Tabel 81.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G7 .....	111
<b>Tabel 82.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik G8.....	112
<b>Tabel 83.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H.....	113
<b>Tabel 84.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H1 .....	114
<b>Tabel 85.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H2.....	115
<b>Tabel 86.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H3 .....	116
<b>Tabel 87.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H4 .....	117
<b>Tabel 88.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H5 .....	118
<b>Tabel 89.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H6 .....	119
<b>Tabel 90.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H7 .....	120
<b>Tabel 91.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik H8.....	121
<b>Tabel 92.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I.....	122

<b>Tabel 93.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I1.....	123
<b>Tabel 94.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I2.....	124
<b>Tabel 95.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I3.....	125
<b>Tabel 96.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I4.....	126
<b>Tabel 97.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I5.....	127
<b>Tabel 98.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I6.....	128
<b>Tabel 99.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I7.....	129
<b>Tabel 100.</b> Hasil pengujian pengembangan pada titik I8.....	130

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
G <sub>s</sub>	Berat jenis
H <sub>f</sub>	Ketinggian tanah akhir
H <sub>i</sub>	Ketinggian tanah awal
IP	Indeks plastisitas
LL	Batas cair ( <i>liquid limit</i> )
M <sub>1</sub>	Berat cawan kosong
M <sub>2</sub>	Berat cawan + tanah basah
M <sub>3</sub>	Berat cawan + tanah kering
m <sub>1</sub>	Berat tanah basah + cawan
m <sub>2</sub>	Berat tanah kering oven
PE	Polietilena
PET	Poliester
PP	Polipropilena
SL	Batas susut
SP	Potensi pengembangan
V <sub>w</sub>	Berat volume air
v <sub>1</sub>	Volume tanah basah + cawan
v <sub>2</sub>	Volume tanah kering oven
w	Kadar air
γ <sub>b</sub>	Berat volume tanah basah
γ <sub>d</sub>	Berat volume kering
γ <sub>s</sub>	Berat tanah kering
γ <sub>w</sub>	Berat air suling

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Dokumentasi.....	135
Lampiran 2. Data Hasil Pengujian .....	136

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Tugas akhir ini menempuh proses yang tidak mudah dan tidak singkat. Segala hal yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan baik berupa materi maupun moril. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada :

1. Cinta pertama dan panutanku, ayah. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis berikan kepada beliau karena beliau mampu mendidik penulis, mendoakan, memberikan semangat dan motivasi tiada henti hingga penulis dapat menyelesaikan studinya hingga sarjana.
2. Pintu surgaku, mama. Terima kasih sebesar-besarnya penulis berikan kepada beliau atas segala bantuan, semangat dan doa, serta nasihat yang senantiasa diberikan selama ini. Terima kasih karena telah menjadi tempat ternyaman penulis untuk berkeluh kesah.
3. Ketiga adikku tersayang. **Tsabitah Farah Muflihah, Muhammad Ikhlasul Amal, dan Muhammad Daffa Alfareski**, yang selalu menjadi penyemangat penulis selama proses menempuh pendidikan selama ini, terima kasih atas cinta yang diberikan kepada penulis. Tumbuhlah menjadi versi yang paling hebat, adik-adikku.
4. Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen dan **Bapak Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T., M.T.**, selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

6. **Bapak Prof. Dr. Ir. Abdul Rahman Djamaluddin, M.T** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta waktu yang telah diluangkan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. **Bapak Hairullah** selaku mahasiswa S3 yang telah membantu dalam penelitian di laboratorium dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Sahabat penulis, **Nur Syafira Apriana** dan **Ayu Sasmitha Tamrin**, yang telah banyak membantu dan menemani proses penulis dari awal perkuliahan hingga tugas akhir. Terima kasih atas segala bantuan, waktu, dukungan, dan kebaikan yang diberikan kepada penulis selama ini. Setiap masa ada orangnya dan setiap orang ada masanya, namun penulis berharap agar kita senantiasa ada di setiap bagian hidup masing-masing.
9. **Teman-teman seperjuangan Entitas 2021** yang telah berperan banyak dalam memberikan pengalaman dan pembelajaran selama bangku perkuliahan ini.
10. Kepada seseorang yang pernah bersama saya, terima kasih atas patah hati yang diberikan saat proses penyusunan tugas akhir yang menjadi pengingat untuk saya sehingga dapat membuktikan bahwa anda akan tetap menjadi alasan saya untuk terus berproses menjadi pribadi yang lebih baik. Terima kasih telah menjadi bagian menyenangkan dan menyakitkan dari proses pendewasaan penulis.
11. Seluruh pihak yang memberikan bantuan kepada penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan, semangat, dan doa baik yang diberikan kepada penulis selama ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan. Oleh karena itu, diharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, Agustus 2024

Penulis

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan infrastruktur adalah industri yang kini berkembang pesat dan sangat penting untuk Indonesia. Sebagai salah satu negara dengan populasi penduduk yang besar, membuat Indonesia membutuhkan infrastruktur yang memadai untuk mendukung aktivitas masyarakat. Seiring dengan meningkatnya populasi masyarakat di Indonesia, pembangunan gedung dan juga perumahan semakin berkembang pesat. Hal ini membuat ketersediaan lahan juga akan semakin sedikit. Pada setiap pembangunan tentunya akan memilih daerah pembangunan dengan kondisi tanah yang baik. Bahan dasar yang sangat penting di dalam bidang konstruksi adalah tanah, karena pada tanah inilah suatu konstruksi bertumpu. Namun tidak semua tanah yang ada memiliki kondisi yang baik untuk digunakan sebagai penumpu konstruksi, Hal ini disebabkan terdapat beberapa jenis tanah dasar yang masalahnya baik dari segi daya dukungnya maupun dari segi pengembangan (pembengkakan) tanahnya. Terdapat banyak karakteristik tanah yang dapat merugikan bagi pembangunan konstruksi apabila tidak segera ditangani, misalnya yaitu tanah ekspansif.

Tanah ekspansif merupakan jenis tanah kategori buruk yang banyak dijumpai di Indonesia. Tanah jenis ini, memiliki kekuatan yang rendah serta kemampuannya untuk mengalami pengembangan dan penyusutan. Tanah ekspansif adalah jenis tanah yang rawan mengalami perubahan bentuk dan volume sebagai respon terhadap adanya perubahan kadar air dalam tanah, baik itu saat kering dan basah. Hal yang dapat diamati pada jenis tanah ekspansif yaitu, akan mengalami pengembangan pada saat kadar air bertambah dan akan mengalami penyusutan pada saat kadar air berkurang. Adanya perubahan bentuk tersebut dapat menyebabkan kerusakan serius pada sebuah bangunan, misalnya terjadinya retakan pada fondasi sebagai akibat adanya perubahan pada tanah dibawahnya.

Oleh karena itu, perlu dilakukan adanya penyelidikan terhadap sifat-sifat dan karakteristik tanah yang akan mempengaruhi daya dukung tanah dalam menahan beban konstruksi yang berada di atasnya. Penyelidikan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jenis perkuatan terhadap besar pengembangan tanah. Data yang didapatkan dari hasil pengujian tersebut akan dijadikan acuan penanganan tanah ekspansif, sehingga dapat dilakukan upaya untuk peningkatan kualitas tanah guna memperbaiki stabilitas dan meningkatkan karakteristik pada tanah. Untuk meningkatkan sifat geoteknis tanah, perbaikan dapat dilakukan dengan menambahkan bahan yang berperan sebagai penyaring, pemisah, atau melakukan pemadatan tanah.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian sampel dengan jenis perkuatan yang berbeda yaitu dengan perkuatan geogrid, tanpa perkuatan dan dengan perkuatan H2Rx. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian tingkat pengembangan tanah yang terjadi pada benda uji dengan perkuatan yang berbeda.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul **“TINGKAT PENGEMBANGAN TANAH EKSPANSIF YANG DIPERKUAT DENGAN GEOSINTETIK”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, berikut rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana besar pengembangan tanah ekspansif yang diteliti?
2. Bagaimana besar pengembangan tanah ekspansif yang diperkuat dengan geosintetik ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui besar pengembangan tanah ekspansif yang diteliti.
2. Untuk mengetahui besar pengembangan tanah ekspansif yang diperkuat dengan geosintetik.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat berupa :

1. Dapat mengetahui besar pengembangan tanah ekspansif yang diteliti.
2. Dapat mengetahui besar pengembangan tanah yang diperkuat dengan geosintetik.
3. Dapat dijadikan bahan referensi dalam pengujian besar pengembangan tanah ekspansif.

## 1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian ini dibatasi pada :

1. Penelitian ini adalah penelitian skala laboratorium.
2. Pencampuran tanah asli dengan *bentonite* dimaksudkan untuk memperoleh karakteristik tanah ekspansif.
3. Penelitian ini menggunakan 3 variasi benda uji yaitu dengan perkuatan geosintetik, tanpa perkuatan geosintetik, dan dengan H2Rx.
4. Penelitian ini tidak meninjau kandungan mineralogi sampel tanah yang digunakan.
5. Penelitian ini menguji sifat-sifat fisis dan mekanis benda uji.
6. Sifat fisis dan mekanis yang diteliti ialah :
  - a. Pengujian berat jenis.
  - b. Pengujian kadar air.
  - c. Pengujian analisa saringan dan hidrometer.
  - d. Pengujian batas-batas Atterberg.
  - e. Pengujian pemadatan (kompaksi)
7. Pengujian tingkat pengembangan diuji selama 30 hari di dalam laboratorium.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum tulisan ini terbagi dalam lima bab, yaitu Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil Pengujian dan Pembahasan, serta Kesimpulan dan Saran.

Berikut merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab tersebut :

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini mengandung uraian tentang informasi secara keseluruhan dari penelitian ini yang berkenaan dengan latar belakang penelitian, rumusan masalah, maksud dan tujuan diadakan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi uraian mengenai dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penelitian.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas mengenai uraian tentang metode, bahan peralatan, cara penelitian serta uraian pelaksanaan penelitian.

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

### **BAB 5. KESIMPULAN**

Bab ini memuat uraian tentang kesimpulan yang dapat diambil dari hasil-hasil analisis terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan yang disertai dengan saran-saran yang diusulkan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Tanah**

Dalam konteks teknik sipil, tanah didefinisikan secara luas. Pada dasarnya, tanah adalah material apa pun yang terdiri dari beberapa bahan alami yang dihasilkan melalui pelapukan. Menurut Terzaghi, bapak tanah di seluruh dunia, tanah didefinisikan sebagai susunan butiran yang dibentuk oleh pelapukan massa batuan besar. Ukuran butirannya bisa berkisar dari kerikil hingga pasir, lumpur hingga tanah liat, dan ruang-ruang di antara butiran-butiran tersebut tidak tersusun, bahkan ketika ada bahan organik. Udara, air, dan partikel padat membentuk partikel-partikel tersebut. Dari ketiga komponen tanah tersebut, air dan partikel padat memiliki dampak terbesar pada karakteristik teknis tanah (Nurmaidah & Suranto,2022)

Tanah adalah struktur dengan empat dimensi yakni panjang, lebar, kedalaman, dan waktu. Tanah juga terdiri dari empat elemen berikut: gas, cairan, padatan, dan mikroba. Ketika semuanya seimbang, tanah menjadi padat yang terdiri dari 50% volume tanah yang terdiri dari padatan mineral (padatan non-organik) dan padatan non mineral (padatan organik). Padatan mineral terdiri dari 50% volume tanah, padatan organik terdiri dari setengah volume tanah, dan cairan dan udara terdiri dari 25% sisanya. Padatan mineral sebagian besar terdiri dari Si, Al, dan O dan termasuk pasir, debu, dan partikel berukuran tanah liat. Butiran halus yang terdiri dari C, H, dan O dikenal sebagai padatan non-mineral atau padatan organik. Agregat terdiri dari komponen O, H, dan C. Agregat terdiri dari partikel pasir dan debu yang diikat oleh partikel lempung, bahan organik (humus), dan/atau seskuoksida. Pori-pori tanah dengan diameter yang berbeda, berisi air, udara, dan/atau seskuoksida, dapat ditemukan di dalam agregat.ukuran yang ditempati oleh mikroba tanah, air, dan udara (Abdul Kadir Salam,2020)

Berbagai jenis tanah yang ada sekarang terbentuk selama ratusan atau mungkin ribuan tahun melalui proses selama ratusan atau mungkin jutaan tahun selama proses pengembangan (Genesis). Hamparan batuan masif di permukaan planet ini memunculkan tanah yang ditemukan di sana saat ini. Secara fisik,

kimiawi, dan fisiologis, batuan-batuan ini terus mengalami pelapukan selama proses tersebut, menyebabkan mereka menjadi lebih kecil dan terus menyusut sebagai hasilnya. Batuan ini dihancurkan oleh berbagai reaksi kimia, yang memungkinkan proses tersebut berlangsung lebih cepat. Pembentukan tanah juga dipengaruhi oleh beberapa kondisi iklim, seperti suhu dan curah hujan. berdampak pada proses pembentukan tanah. Umumnya, proses pembentukan tanah berlangsung cukup cepat. Selain itu, keberadaan beragam jenis organisme semakin mempercepat proses ini. Akibatnya, permukaan bumi yang berbatu secara bertahap berubah menjadi partikel-partikel halus, baik secara perlahan maupun cepat. Hasil dari proses inilah yang disebut dengan tanah (Abdul Kadir Salam, 2020)

Bagian kerak bumi yang terdiri dari bahan organik dan mineral disebut tanah. Ada berbagai cara untuk mengklasifikasikan tanah, termasuk berdasarkan ukuran partikel tanah, komposisi butiran, dan kualitas daya rekatnya.

Berdasarkan ASTM D 653, di dalamnya memuat mengenai pembagian jenis jenis tanah berdasarkan ukuran butirannya.

1. Kerikil, partikel batuan lolos ayakan 3 inci atau 75 mm dan tertahan pada ayakan No. 4 atau 4,75 mm.
2. Pasir, ukuran butiran batuan yang lolos ayakan No.4 dan tertahan ayakan No. 200.
3. Lanau, partikel tanah yang lolos ayakan No.200. Lanau termasuk tanah yang berbutir halus dan memiliki sifat nonplastis.
4. Lempung, partikel tanah yang lolos ayakan No.200. Lempung merupakan tanah berbutir halus yang dalam kadar air tertentu akan bersifat plastis.

Ada tiga kategori karakteristik tanah yang dapat dibedakan: tanah kohesif, tanah non-kohesif, dan tanah organik, yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Tanah kohesif didefinisikan sebagai tanah yang memiliki cukup lempung di dalamnya atau memiliki daya rekat antar butirannya yang baik.
2. Tanah non-kohesif, tanah yang menunjukkan sedikit atau tidak memiliki kelekatan butiran atau hampir tidak memiliki lempung diklasifikasikan sebagai tanah non-kohesif.
3. Tanah organik, tanah yang diklasifikasikan sebagai tanah organik memiliki pengaruh material organik yang signifikan terhadap karakteristiknya.

## 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian

Untuk mengklasifikasikan jenis tanah dapat dilakukan dengan hal yang cukup sederhana misalnya dilihat dari ukuran butiran. Tanah yang memiliki butiran kasar dapat didefinisikan sebagai jenis tanah yang memiliki lebih dari 50% partikelnya memiliki ukuran yang lebih besar dari ukuran lubang saringan No.200. Sedangkan untuk tanah berbutir kasar, dapat didefinisikan sebagai jenis tanah yang ukuran butirannya lebih kecil dari ukuran lubang saringan No.200 setidaknya lebih dari 50%. Menurut klasifikasi ASTM D2487-11, didalamnya memuat informasi mengenai jenis jenis tanah yang dibagi menjadi kerikil, pasir, lempung dan lanau dengan batas cair hingga 50, serta lempung dan lanau yang memiliki batas cair 50 atau bahkan lebih. Sistem klasifikasi tanah dengan ukuran butiran seperti ini tidak dapat diketahui bagaimana Tingkat keplastisitasnya dan sifat-sifat tanah yang lainnya. Untuk itu, dibutuhkan klasifikasi tanah yang dapat digunakan dalam rekayasa tanah. Ada dua system klasifikasi tanah yang dapat digunakan, dimana pertimbangan sistem klasifikasi ini tidak hanya pada butiran atau ukuran partikel tanahnya, tetapi juga mempertimbangkan batas-batas Atterberg. Kedua sistem klasifikasi ini yaitu sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)* dan *American Assosiation of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*

### a. Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)*

Casagrande memperkenalkan sistem klasifikasi ini yang disusun pada tahun 1942, yang pada awalnya dikenal dengan *Airfield Classification System (AC)*. Namun pada tahun 1960 terdapat perubahan dalam pengembangannya dan dikenal pada saat ini dengan *Unified Classification System (USCS)* yang dapat digunakan tidak hanya untuk perkerasan jalan tetapi juga untuk kebutuhan pondasi tanah, bendungan, maupun konstruksi lainnya. Sistem klasifikasi USCS mengelompokkan jenis tanah berdasarkan ukuran distribusi partikel, batas cair, tingkat keplastisitas, dan konsentrasi bahan organik di dalamnya. Saat ini, hampir semua pekerjaan geoteknik menggunakan sistem tersebut. Sistem klasifikasi USCS ini, merupakan sistem klasifikasi yang membagi tanah menjadi

2 golongan tanah, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, yaitu lebih dari 50% persentase tanah yang tertahan pada ayakan No. 200. Dimana jenis tanah yang termasuk di dalam kategori ini merupakan tanah berkerikil (*gravel*) dan tanah berpasir (*sand*)
2. Tanah berbutir halus, yaitu 50% atau lebih tanah yang lolos pada ayakan No. 200. Dimana jenis tanah yang termasuk dalam kategori ini yaitu tanah lanau, tanah lempung, tanah lempung organik atau tanah lanau organik, dan tanah gambut.

*Unified Soil Classification System* (USCS) merupakan sistem klasifikasi yang di dalamnya terdapat simbol-simbol yaitu :

1. W : Well graded atau tanah dengan gradasi baik
2. P : Poorly graded atau tanah dengan gradasi buruk
3. L : Low plasticity atau tanah yang memiliki plastisitas rendah (batas cair kurang dari 50)
4. H : High plasticity atau tanah yang memiliki plastisitas tinggi (batas cair lebih dari 50)

Untuk pemahaman lebih jelas mengenai sistem klasifikasi USCS ini dapat dilihat pada tabel 1.

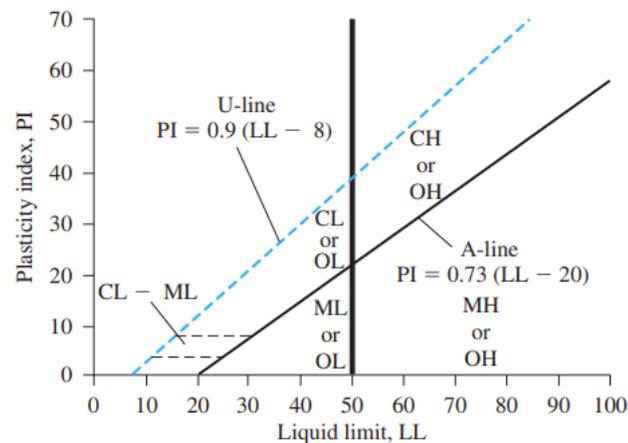
**Tabel 1.** Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Pembagian Jenis		Nama Jenis	Simbol		
<b>Tanah Berbutir Kasar</b> Lebih dari setengah materialnya lebih kasar dari ayakan no 200	<b>Kerikil</b> Lebih dari setengah fraksi kasar dari ayakan no 4	Kerikil bersih (tanpa atau sedikit mengandung bahan halus)	Kerikil, kerikil campur pasir bergradasi baik tanpa atau dengan sedikit pasir halus.	GW	
			Kerikil, kerikil campur pasir bergradasi buruk tanpa atau dengan sedikit pasir halus.	GP	
		Kerikil dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	Kerikil lanauan, kerikil campur pasir atau lanau	GM	
			Kerikil lempungan, kerikil campur pasir atau lempung	GC	
	<b>Pasir</b> Lebih dari setengah fraksi halus dari ayakan no 4	Pasir bersih (tanpa atau sedikit mengandung bahan halus)	Pasir, pasir kerikilan bergradasi baik tanpa atau dengan sedikit bahan halus	SW	
			Pasir, pasir kerikilan bergradasi buruk tanpa atau dengan sedikit bahan halus	SP	
		Pasir dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	Pasir kelanauan, pasir campur lanau	SM	
			Pasir kelempungan, pasir campur lempung.	SC	
	<b>Tanah Berbutir Halus</b> Lebih dari setengah materialnya lebih halus dari ayakan no.200	<b>Lanau dan Lempung</b>	Batas cair kurang dari 50%	Lanau organik dan pasir sangat halus, tepung batu, pasir halus kelanauan atau kelempungan atau lanau kelempungan sedikit plastis	ML
				Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung kerikilan, lempung pasiran, lempung lanauan, lempung humus,	CL
Lempung organik dan lempung lanauan organik dengan plastisitas rendah				OL	
Batas cair lebih dari 50%			Lempung anorganik, tanah pasiran halus atau tanah lanauan mengandung mika atau lanauan mengandung mika atau diatome lanau elastis	MH	
			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung ekspansif	CH	
			Gambut dan tanah organik lainnya	OH	
<b>Tanah Organik</b>		Gambut dan tanah organik lainnya	PT		

(Sumber : Das,2009)

**Tabel 2.** Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS (Lanjutan)

KRITERIA KLASIFIKASI LABORATORIUM		
Klasifikasi berdasarkan pada persentase butiran halus 50% atau kurang: GW, GP, SW, SP Lebih dari 12% GM, GC, SM, SC 5% - 12% Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol ganda	$U_c = D_{60} / D_{10}$ lebih besar dari 4 $U_c' = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ bernilai antara 1 - 3	
	Tidak sesuai dengan kriteria GW	
	Batas Atterberg terletak dibawah garis A atau Index plastisitas < dari 4 Batas Atterberg terletak diatas garis A dan Index plastisitas > 7	Bila batas Atterberg berada pada daerah yang diarsir diagram dibawah ini, dipakai 2 simbol sehubungan dengan batasan penggolongan
	$U_c = D_{60} / D_{10}$ lebih besar dari 4 $U_c' = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ bernilai antara 1 - 3	
	Tidak sesuai dengan kriteria SW	
	Batas Atterberg terletak dibawah garis A atau Index plastisitas < dari 4 Batas Atterberg terletak diatas garis A dan Index plastisitas > 7	Bila batas Atterberg berada pada daerah yang diarsir diagram dibawah ini, dipakai 2 simbol sehubungan dengan batasan penggolongan



(Sumber : Das,2009)

**Gambar 1.** Menunjukkan kisaran batas cair dan indek plastisitas tanah untuk kategori kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, A-7

b. Sistem Klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO)

Klasifikasi material untuk Subgrade dan Jalan Tipe Granular dari *the Highway Research Board's Committee on Classification of Materials* pertama kali mengembangkan Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO pada tahun 1945. Klasifikasi ini berdasarkan distribusi ukuran butiran, batas cair, dan indeks plastisitas, tanah dapat dikategorikan ke dalam delapan kelompok besar, A-1 hingga A-8, berdasarkan versi terkini dari metode ini. Material berbutir kasar pada tanah yang masuk ke dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3 berbeda dengan material berbutir halus pada kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Kotoran, gambut, dan tanah yang sangat organik lainnya masuk ke dalam kategori A-8. Tanah-tanah tersebut dapat dikenali dengan melihatnya. Sistem klasifikasi ini meliputi beberapa kualifikasi sebagai berikut :

1. Ukuran butiran

Kerikil : Butiran lolos ayakan dengan lubang  
75 mm dan tertahan ayakan No.10 (2 mm)

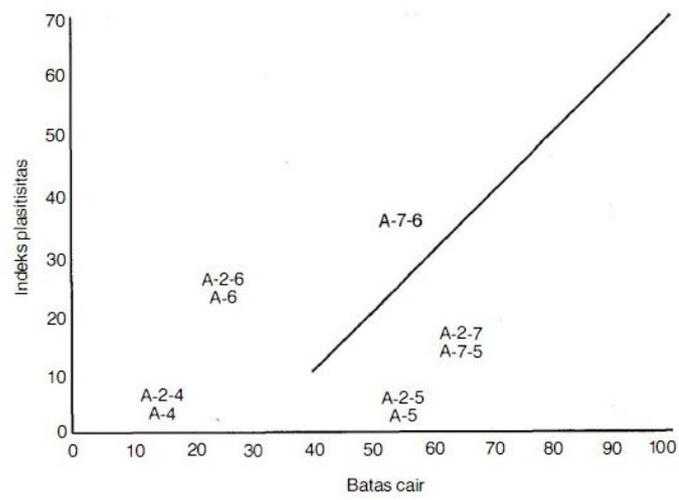
Pasir : Butiran lolos ayakan No.10 (2 mm)  
dan tertahan di ayakan No.200 (0,074 mm)

Lumpur dan lempung : Butiran lolos ayakan No.200

2. Plastisitas :

- Dikatakan lumpur apabila butiran tanah memiliki indeks plastisitas 10 atau kurang.
- Dikatakan lempung apabila butiran tanah mempunyai indeks plastisitas 11 atau lebih.

3. Batu : Ukurannya lebih besar dari 75 mm tidak dikategorikan dalam klasifikasi ini



(Sumber : Djatmiko, 1993)

**Gambar 2.** Batas Cair dan Indeks Plastisitas

**Tabel 3.** Sistem Klasifikasi tanah *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*

Klasifikasi Umum	Bahan-Bahan (35% atau kurang melalui No.200)							Bahan-Bahan Lanau-Lempung (Lebih dari 35% melalui No.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisa saringan : Persen melalui : No.10 No.40 No.200	50 maks 30 maks 15 maks	50 maks 25 maks	51 maks 10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik fraksi Melalui : No.40 Batas cair Indeks plastisitas	6 maks		N.P.	40 maks 10m maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 maks 10 maks	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 10 maks	41 min 11 min
Indeks kelompok	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batuan, Kerikil, dan pasir		Pasir Halus	Kerikil dan pasir Berlanau dan berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan umum Sebagian tanah dasar	Sangat baik baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Catatan untuk A-8, gambut dan rawang ditentukan dengan klasifikasi visual dan tidak termuat dalam tabel

Untuk : A-7-5 :  $PI \leq LL-30$  NP = Non Plastis

Untuk : A-7-6 :  $PI > LL-30$

**Tabel 4.** Perbandingan Sistem Klasifikasi USCS dan Sistem Klasifikasi AASHTO

Kelompok Tanah Sistem Unified	Kelompok Tanah yang Sebanding Dalam Sistem AASHTO		
	Sangat Mungkin	Mungkin	Kemungkinan kecil
GW	A-1-a	-	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GP	A-1-a	A-1-b	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
GM	A-1-b, A-2-4 A-2-5, A-2-7	A-2-6	A-4, A-5, A-6, A-7-5
GC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6	A-4, A-7-6, A-7-5
SW	A-1-b	A-1-a	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SP	A-3, A-1-b	A-1-a	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
SM	A-1-b, A-2-4 A-2-5, A-2-7	A-2-6, A-4 A-5	A-6, A-7-6 A-7-6, A-1-a
SC	A-2-6, A-2-7, A-4, A-7-6	A-2-4, A-6	A-7-5
ML	A-4, A-5	A-6, A-7-5	-
CL	A-6, A-7-6	A-4	-
OL	A-4, A-5	A-6, A-7-5 A-7-6	-
MH	A-7-5, A-5	-	A-7-6
CH	A-7-6	A-7-5	-
OH	A-7-5, A-5	-	A-7-6
PT	-	-	-

(Sumber : Hardiyatmo, 1993)

**Tabel 5.** Perbandingan Sistem Klasifikasi AASHTO dan Sistem Klasifikasi USCS

Kelompok Tanah Sistem Klasifikasi AASHTO	Kelompok Tanah yang Sebanding Dalam Sistem Klasifikasi Unified		
	Sangat Mungkin	Mungkin	Kemungkinan Kecil
A-1-a	GW, GP	SW, SP	GM, SM,
A-1-B	SW, SP, GM, SM	GP	-
A-3	SP	-	SW, GP
A-2-4	GM, SM	GC, SC	GW, GP, SW, SP
A-2-5	GM, SM	-	GW, GP, SW, SP
A-2-6	GC, SC	GM, SM	GW, GP, SW, SP
A-2-7	GM, GC, SM, SC	-	GW, GP, SW, SP
A-4	ML, OL	CL, CM, SC	GM, GC
A-5	OH, MH, ML, OL	-	SM, GM
A-6	CL	ML, OL, SC	GC, GM, SM
A-7-5	OH, MH	ML, OL, CH	GM, SM, GC, SC
A-7-6	CH, CL	ML, OL, SC	OH, MH, GC, SM

(Sumber: Hardiyatmo, 1993)

### 2.3 Pengembangan Tanah

Cara untuk menggambarkan sifat tanah ekspansif adalah potensi pengembangan yang umumnya diuji dengan pengembangan. Pengembangan adalah pembesaran volume tanah ekspansif akibat bertambahnya kadar air. Besar dan nilai tekanan pengembangan bergantung pada banyaknya mineral lempung dalam tanah dan kadar air awal. Gangguan tanah atau pembentukan kembali tanah lempung dapat menambag sifat mudah mengembang. Potensi pengembangan diartikan sebagai rasio peningkatan ketinggian dengan ketinggian awal tanah yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$SP = \frac{H_i - H_f}{H_i} \times 100\%$$

Keterangan :

SP = Potensi pengembangan

Hi = Ketinggian tanah awal

Hf = Ketinggian tanah akhir

## 2.4. Bentonite

Bentonit adalah material yang terbentuk ketika material kaca yang dilepaskan oleh gunung berapi atau batuan yang mengandung silika, seperti basal dan granit yang berubah selama periode waktu geologi. Hanya dengan adanya air, bentonit ini dapat terbentuk. Bentonit dapat mengandung berbagai mineral tambahan selain mineral utamanya montmorillonit, tergantung pada jenis pembentukannya. Mineral lempung monmorillonite adalah sekelompok mineral lempung dengan kisi-kisi yang mudah mengembang. Penyerapan air pada material yang mengandung lempung jenis ini akan mengakibatkan pengembangan yang besarnya bergantung pada jenis dan kandungan monmorillonite, jenis pertukaran ion, kandungan elektrolit fase cair serta struktur internal material itu sendiri. Ada dua jenis bentonite yang dikenal, yang dibedakan berdasarkan karakteristik fisiknya yaitu:

### a. Sodium Bentonit Tipe 1

Sodium bentonite adalah salah satu jenis tanah liat yang mengembang. Ini mengandung partikel lapisan air dengan ion  $\text{Na}^+$  yang dapat ditukar.

### b. Kalsium Bentonit Tipe 2

Kalsium bentonite adalah tipe tanah yang tidak mengembang. Tanah ini memiliki dua lapisan air, dengan ion yang dapat ditukar adalah  $\text{Ca}^{2+}$

Bentonit kering mempunyai sifat fisik seperti seperti berupa partikel butiran halus yang berwarna kuning muda, putih dan abu-abu dengan karakteristik massa jenis berkisar antara 2,2 – 2,7 g/L dan massa molekul relatifnya 549,07 g/mol

## 2.5 Geosintetik

Istilah geosintetik terdiri dari dua bagian, yaitu geo yang berhubungan dengan tanah dan sintetik yang berarti bahan buatan manusia. Berdasarkan bahannya, kedua jenis geosintetik dibagi menurut bahan sintetik dan alami. Pada dasarnya, geosintetik terbagi menjadi dua yaitu tekstil dan jaring. Sebagian besar geosintetik terbuat dari polimer sintetik seperti polipropilena (PP), poliester (PET) atau polietilena (PE). Berdasarkan sifat permeabilitas, geosintetik terbagi menjadi kedap

air dan lolos air. Geotekstil adalah jenis geosintetik yang lolos air yang berasal dari bahan tekstil. Geomembran merupakan jenis geosintetik kedap air yang biasa digunakan sebagai penghalang zat cair. Geogrid merupakan suatu contoh dari jenis geosintetik yang berbentuk jaring (web). Fungsi geogrid yang utama adalah sebagai perkuatan, geogrid dibentuk oleh suatu jaring teratur dengan elemen-elemen tarik dan mempunyai bukaan berukuran tertentu sehingga saling mengunci dengan bahan pengisi lainnya. Produk yang banyak digunakan adalah geotekstil, geogrid, dan geomembrane.

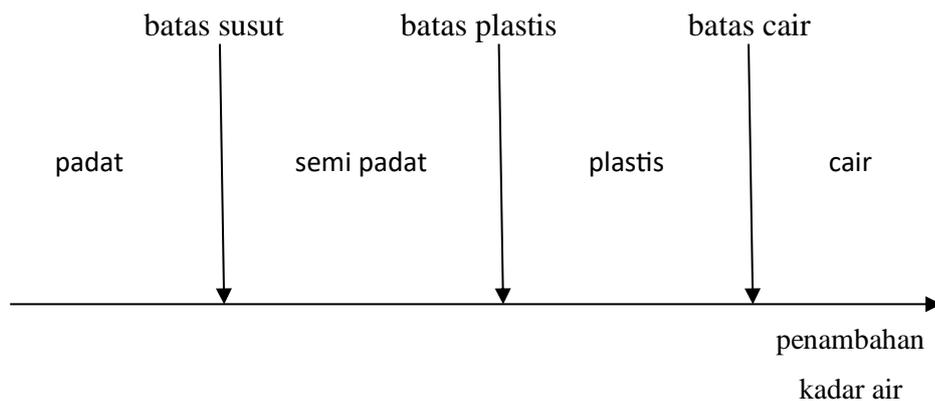
Geosintetik memiliki enam fungsi sebagai berikut :

1. Filtrasi : bahan geosintetik digunakan untuk mengalirkan air ke dalam sistem drainase dan mencegah terjadinya migrasi partikel tanah melalui filter. Contoh penggunaan geosintetik sebagai filter pada sistem drainase porous.
2. Drainase : bahan geosintetik digunakan untuk mengalirkan air dari dalam tanah. Bahan ini contohnya digunakan sebagai drainase di belakang abutmen atau dinding penahan tanah.
3. Separator : bahan geosintetik digunakan di antara dua material tanah yang tidak sejenis untuk mencegah terjadi pencampuran material. Sebagai contoh, bahan ini digunakan untuk mencegah bercampurnya lapis pindasi jalan dengan tanah dasar yang lunak sehingga integritas dan tebal rencana struktur jalan dapat dipertahankan.
3. Perkuatan : sifat Tarik bahan geosintetik dimanfaatkan untuk menahan tegangan atau deformasi pada struktur tanah.
5. Penghalang : bahan geosintetik digunakan untuk mencegah perpindahan zat cair atau gas. Fungsi geosintetik ini contohnya adalah geomembrane untuk menjaga fluktuasi kadar air pada tanah ekspansif atau digunakan pada penampungan sampah.
6. Proteksi : bahan geosintetik digunakan sebagai lapisan yang memperkecil tegangan local untuk mencegah atau mengurangi kerusakan pada permukaan atau lapisan tersebut. Sebagai contoh, tikar geotekstil

digunakan untuk mencegah erosi tanah akibat hujan dan aliran air. Contoh lainnya, geotekstil tak teranyam digunakan untuk mencegah tertusuknya geomembrane oleh tanah atau batu di sekelilingnya pada saat pemasangan.

## 2.6 Batas – Batas Atterberg

Mencari berapa besar perbandingan antara berat air yang mengisi ruang pori dengan berat tanah kering pada kondisi batas cair atau plastis adalah tujuan dari pengujian batas-batas Atterberg. Kadar air tanah memiliki dampak yang signifikan terhadap konsistensi dan plastisitas lempung tanah dan tanah kohesif lainnya. Tanah dapat berbentuk cair, semi padat, dan kental. Karakteristik fisik tanah pada batas-batas Atterberg, Sebagian besar ditentukan oleh jenis tanah, kadar air, dan jenis mineral lempung. Dalam menentukan batas Atterberg (indeks cair, batas plastis, indeks plastisitas, batas cair, batas susut) dapat dilakukan dengan uji laboratorium dengan standar uji ASTM D2937-76 dan ASTM D-4318



**Gambar 3.** Batas-Batas Atterberg

### 2.6.1 Batas Cair

Kadar air tanah pada batas kondisi cair-plastis, atau batas atas dari daerah plastis, dikenal sebagai batas cair. Uji cassagrande biasanya digunakan untuk menentukan batas cair (1948). Sampel tanah diuji dengan menempatkannya ke dalam cawan setinggi sekitar 8 mm untuk memastikan batas cair tanah. Selanjutnya, alat untuk membuat alur (*grooving tool*) dikeruk sampai ke dasar cawan, tepatnya

di bagian tengah. Cawan tersebut kemudian diketuk pada landasan dengan tinggi jatuh 1 cm menggunakan alat penggetar.

Batas cair tanah (liquid limit) adalah persentase kelembapan yang diperlukan untuk menutup celah 12,7 mm di bagian bawah cangkir setelah 25 kali pukulan. Hal ini biasanya dicoba beberapa kali, yaitu dengan berbagai konsentrasi kelembapan dan kisaran jumlah pukulan dari 15 hingga 35, karena sulitnya mengontrol kadar kelembapan pada saat celah menutup pada 25 pukulan. Selanjutnya, kadar air pada 25 pukulan dihitung dengan memplotkan hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan pada grafik semi-logaritmik (Hardiyatmo, 2017)

### 2.6.2 Batas Plastis

Garis yang memisahkan tanah dalam bentuk semi plastis dengan tanah dalam kondisi plastis dikenal sebagai batas plastis. Casagrade menemukan teknik untuk menentukan batas plastis (1932). Tanah memiliki empat bentuk yang berbeda: cair, semi-padat, plastis, dan padat. Terdapat variasi dalam karakteristik mekanik dan perilaku dari masing-masing bentuk. Perubahan perilaku atau karakteristik tanah tersebut merupakan dasar dari batas yang menggambarkan perbedaan dalam bentuk ini. Perubahan kadar air menyebabkan lempung dan lanau bereaksi. Perubahan gaya geser, pemadatan, dan pemanjangan partikel tanah merupakan indikator dari reaksi tersebut. Pendekatan batas plastis dapat digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan antara lanau dan lempung serta varietas lain yang menggabungkan keduanya. Perhitungan batas plastis dapat dilihat pada persamaan (1).

$$PL = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\%$$

Untuk menguji tingkat keplastisan tanah dilakukan dengan pengambilan sampel tanah dengan berat  $\pm 15$  gram yang dapat melewati saringan 420  $\mu\text{m}$  pada awal percobaan. Selanjutnya, sampel tanah dioleskan ke permukaan kaca. Tuangkan air suling dan aduk hingga tanah mulai terbentuk. Bahan tanah yang telah berubah menjadi pasta dibentuk menjadi silinder dengan diameter sekitar 3 mm. Tanah diklasifikasikan sebagai tanah non-plastik jika memiliki kemampuan untuk berbentuk silinder. Jangan hancurkan silinder tanah, tetapi kurangi diameternya. Jika tanah pecah, catatlah kadar air dalam silinder tanah; jika tidak, tetap potong

dan bentuk sampel tanah jika masih bisa dibuat lebih kecil. Indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$IP = LL - PL$$

Keterangan :

IP = Indeks Plastisitas

LL = Batas cair (*liquid limit*)

PL = batas plastis (*plastic limit*)

**Tabel 6.** Nilai Indeks Plastisitas dan Ragam Tanah

PI	Sifat	Ragam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber : Darwis,2018)

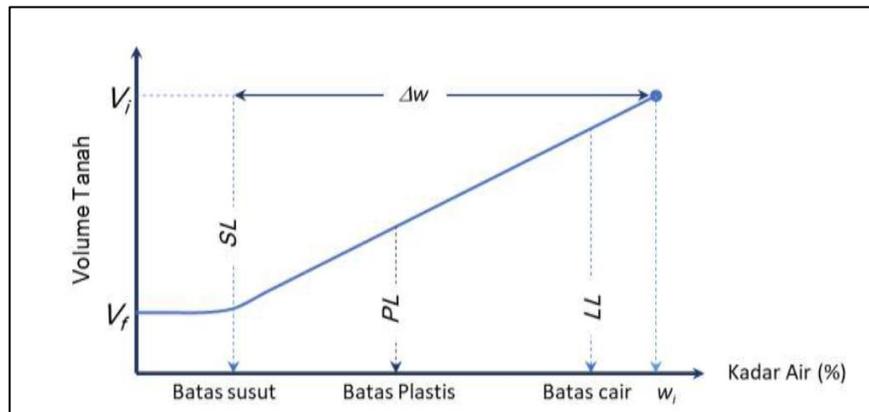
### 2.6.3 Batas Susut

Batas susut adalah kadar air pada kondisi antara semi padat dan padat, Dimana pada kondisi ini, adanya pengurangan kadar air dalam tanah yang pengurangan ini tidak lagi mempengaruhi pengurangan volume pada tanah. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui batas susut tanah yaitu dengan memasukkan tanah jenuh sempurna ke cawan perselin dengan diameter 44,4 mm dan tinggi 12,7 mm. Kemudian, cawan yang berisi tanah dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan. Setelah tanah dalam cawan kering, sampel tanah tersebut dikeluarkan dalam cawan. Sampel kemudian dicelupkan ke dalam air raksa untuk mengetahui nilai batas susutnya. Nilai batas susut dapat dihitung dengan persamaan berikut (2).

$$SL = \left[ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)}{m_2} \right] \times 100\%$$

Dengan :

- $m_1$  = berat tanah basah + cawan (gram)  
 $m_2$  = berat tanah kering oven (gram)  
 $v_1$  = volume tanah basah + cawan ( $\text{cm}^3$ )  
 $v_2$  = volume tanah kering oven ( $\text{cm}^3$ )  
 $\gamma_w$  = berat volume air ( $\text{gram}/\text{cm}^3$ )



(Sumber : Mulyono, 2017)

**Gambar 4.** Definisin batas susut

## 2.7 Pematatan Tanah

Banyak insinyur menggunakan dan memperhitungkan pematatan saat mendesain. Sifat-sifat tanah (kepadatan, CBR, konsolidasi, permeabilitas, kekuatan geser, dll.) dapat diketahui selama konstruksi dengan mengendalikan kepadatan kering tanah dan kadar air dalam batas yang wajar. Selama pembangunan gedung, jalan, bandara, dan tanggul bendungan, pematatan tanah sangat penting. Pematatan tanah dipengaruhi oleh berbagai elemen penting, salah satunya adalah upaya pematatan yang bervariasi. Pematatan memiliki manfaat sebagai berikut:

- 1) Meningkatkan kekuatan geser tanah
- 2) Mengurangi kompresibilitas, atau penurunan akibat beban;
- 3) Mengurangi permeabilitas
- 4) Mengurangi kembang susut tanah.

Pematatan meningkatkan sifat-sifat teknis untuk mendapatkan kondisi tanah yang paling padat. Pada saat proses pematatan, Ketika diberikan tenaga pematatan yang berbeda tentunya juga akan menghasilkan kepadatan yang berbeda pula. Kadar air

optimum (*Optimum Moisture Content*) merupakan kadar air terbaik untuk menghasilkan kepadatan yang tinggi. Volume kering maksimum (*Maximum Dry Density*) disebut sebagai kepadatan terbesar. Keterkaitan berat volume kering dengan berat volume basah dan kadar air dapat dinyatakan dalam persamaan (3)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w}$$

Keterangan :

$\gamma_d$  = Berat volume kering (*dry density*)

$\gamma_b$  = Berat volume tanah basah

W = Kadar air

## 2.8 Kadar air

Persentase volume air terhadap volume tanah digunakan untuk menyatakan kadar air tanah, dan dinyatakan dalam bentuk persen. Pengujian untuk mengetahui kadar air pada tanah dengan cara mengeringkan sejumlah tanah basah ke dalam oven pada suhu 100°C - 110°C selama waktu yang telah ditentukan. Jumlah air di dalam tanah sama dengan air yang hilang akibat pengeringan. Rumus kadar air dapat dilihat pada persamaan (4).

$$w = \frac{M_2 - M_3}{M_3 - M_1} \times 100\%$$

Keterangan :

W = kadar air (%)

$M_1$  = berat cawan kosong (gram)

$M_2$  = berat cawan + tanah basah (gram)

$M_3$  = berat cawan + tanah kering (gram)

## 2.9 Berat jenis

SNI 1964-2008 menyatakan bahwa berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperatur dan volume yang sama. Nilai berat jenis tanah diperlukan untuk menghitung indeks properti tanah maupun sifat-sifat penting tanah lainnya. Penentuan berat jenis tanah ini dapat

dilakukan dengan menggunakan piknometer. Rumus perhitungan berat jenis dapat dilihat pada persamaan (5).

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Dimana :

$\gamma_s$  = berat tanah kering

$\gamma_w$  = berat isi air suling

Nilai-nilai berat jenis tanah pada berbagai jenis tanah dapat di lihat pada table berikut.

**Tabel 7.** Berat jenis pada beberapa tanah

Jenis tanah	Berat jenis ( $G_s$ )
Kerikil	2.64-2.66
Pasir	2.67-2.73
Lanau organic	2.70-2.9
Lempung anorganik	2.60-2.75
Humus	2.65-2.73
Gambut	1.30-1.9

(Sumber : Das,2016)

## 2.10 Ukuran butiran tanah

Komposisi dan ukuran butiran tanah memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitasnya. Pengujian analisis butiran merupakan langkah pertama dalam setiap penelitian tanah karena butiran menentukan klasifikasi tanah. Persentase berat butiran pada ukuran diameter tertentu dapat diketahui melalui analisis ukuran butiran tanah. Analisis saringan dan analisis hidrometer merupakan dua pengujian simultan yang harus dilakukan untuk memeriksa ukuran partikel karena keduanya tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

### A. Analisa saringan

Ketika menganalisis sampel tanah kering, analisis ayakan digunakan untuk memastikan distribusi ukuran butiran pada tanah berbutir kasar. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan penyaringan bertumpuk pada setiap nomor ayakan dengan menggunakan alat pengguncang saringan. Setelah

menimbang tanah yang tertinggal pada setiap nomor ayakan, lalu proporsi berat keseluruhan sampel tanah ditentukan. Susunan ayakan berdasarkan aturan ASTM (*American Standard of Testing Material*)

**Tabel 8.** Susunan Saringan Berdasarkan ASTM

No. Saringan	Diameter Lubang (mm)	No. Saringan	Diameter Lubang (mm)
3	6,35	40	0,42
4	4,75	50	0,30
6	3,35	60	0,25
8	2,36	70	0,21
10	2,00	100	0,15
16	1,18	140	0,106
20	0,85	200	0,075
30	0,60		

(Sumber : Das,2018)

#### B. Analisis Hidrometer

Analisis ini digunakan untuk tanah berbutir halus, seperti lempung dan lumpur. Analisis hidrometer berdasarkan prinsip-prinsip sebagai berikut :

- a. Butiran-butiran tercampur dalam air akan menurun dengan kecepatan tertentu yang tergantung ukuran butir-butirnya. Butir-butir yang berukuran sama akan menurun dengan kecepatan yang sama.
- b. Berat jenis suspensi tergantung konsistensi butir-butir yang terkandung di dalamnya. Jadi dengan cara mengukur berat jenis suspensi kita dapat menghitung banyaknya tanah yang ada di dalam campuran tersebut.  
(Kamaluddin,2005)

## 2.11 Penelitian Terdahulu

**Tabel 9.** Penelitian terdahulu mengenai tanah ekspansif dan penggunaan geotekstil

Peneliti/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Publikasi
Abdul Hakim Fardiansyah, Harimurti, dan Suroso (2012)	Pengaruh Variasi Penambahan Kadar Air Terhadap Tekanan Pengembangan Tanah Ekspansif Arah Vertikal	Dari hasil penelitian laboratorium dan perhitungan teoritis, didapatkan kesimpulan yaitu dengan kadar air sebesar Optimum Moisture Content-5% akan menyebabkan potensi pengembangan yang sangat besar dan menyebabkan tekanan pengembangan yang besar sedangkan penambahan kadar air sebesar Optimum Moisture Content+5% akan menyebabkan potensi pengembangan yang kecil dan menyebabkan tekanan pengembangan yang kecil	Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Adianto C. Wijaya dan Alfred J.Susilo (2019)	Analisis Penggunaan Micropile Untuk Meminimalkan Heaving Pada Tanah Ekspansif di Jawa Barat	Berdasarkan hasil pengolahan data, diketahui tekanan pengembangan tanah ekspansif Kawasan Jawa Barat 2 lebih besar jika dibandingkan dengan Kawasan Jawa Barat 1, juga diketahui bahwa kapasitas Tarik pada micropile efektif untuk meminimalkan heaving pada tanah ekspansif	Jurnal Mitra Teknik Sipil
Sutikno dan Endang Kamdari (2023)	Perilaku Tanah Ekspansif yang Ditambahkan Lapisan Geotextile Terhadap Daya dukungnya	Dari hasil pengujian didapatkan besarnya pengembangan (swelling volume) pada uji pemadatan dengan Modified Compaction dalam kondisi soaked sebesar 12,7% (termasuk potensi pengembangan tinggi), pemberian lembaran atau membrane geotextile berpengaruh terhadap nilai swelling tanah asli.	<i>Construction and Material Journal</i>
Gang Bi, dkk (2023)	<i>A Preliminary Study Of The Application Of The Strain-Self_Sensing</i>	Dari hasil penelitian ditemukan bahwa regangan akibat perilaku kembang-susut tanah ekspansif	Elsevier

Peneliti/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Publikasi
	<i>Smart Geogrid Rib In Expansive Soils</i>	adalah linear dengan perubahan resistensi yang dinormalisasi yang diukur oleh <i>smart geogrid rib</i> , regangan yang dirasakan sendiri oleh <i>smart geogrid rib</i> sesuai dengan yang diukur oleh sensor regangan FBG sebelum terjadi retakan, setelah retakan dihasilkan, ada perbedaan antara <i>smart geogrid rib</i> dan sensor regangan FBG, dimana <i>smart geogrid rib</i> membaca dengan baik perambatan retak tanah ekspansif selama siklus pembasahan-pengeringan.	