

SKRIPSI

**PENGARUH DERAJAT KEPADATAN TANAH EKSPANSIF
TERHADAP POTENSI PENGEMBANGAN**

Disusun dan diajukan oleh:

**NUR KHOLISH KIRMAN
D011 20 1028**



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



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH DERAJAT KEPADATAN TANAH EKSPANSIF TERHADAP POTENSI PENGEMBANGAN

Disusun dan diajukan oleh

NUR KHOLISH KIRMAN
D011 20 1028

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 23 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Ketua Program Studi,



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

Menyetujui,
Pembimbing Utama,



Ir. Sitti Hijraini Nur, ST, MT
NIP. 19591010198703



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Nur Kholish Kirman
NIM : D011201028
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Pengaruh Derajat Kepadatan Tanah Ekspansif Terhadap Potensi Pengembangan}

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, 23 Oktober 2024

Yang Menyatakan



Nur Kholish Kirman
Nur Kholish Kirman



ABSTRAK

NUR KHOLISH KIRMAN. *Pengaruh Derajat Kepadatan Tanah Ekspansif Terhadap Potensi Pengembangan* (dibimbing oleh Ir. Sitti Hijrini Nur, ST, MT)

Tanah ekspansif, yang ditandai oleh perubahan volume signifikan terhadap perubahan kelembapan, menyajikan tantangan serius dalam rekayasa geoteknik dan perencanaan pembangunan. Jenis tanah ini, yang kaya akan mineral montmorillonit, memiliki sifat yang dapat menyebabkan pembengkakan atau penyusutan drastis yang mengganggu stabilitas struktur dan desain konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam hubungan antara derajat kepadatan tanah ekspansif dan potensi pengembangannya. Melalui pengujian sampel tanah dengan campuran bentonite di laboratorium, berlandaskan standar SNI 6424-2008 (Metode A), studi ini mengidentifikasi bahwa peningkatan kepadatan tanah ekspansif memperbesar kapasitas tanah dalam menyerap air dan menghasilkan pengembangan yang lebih signifikan. Pada penelitian ini digunakan tanah dan *bentonite* untuk memperoleh karakteristik tanah ekspansif yang dibutuhkan dengan komposisi 50% dan 50% *bentonite* dengan variasi kepadatan 80%, 90%, dan 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa kepadatan tanah berbanding lurus dengan potensi pengembangannya, yang penting untuk dipertimbangkan dalam desain infrastruktur dan teknik sipil. Temuan ini memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai mekanisme pengembangan tanah ekspansif dan mengarah pada rekomendasi praktis untuk pengelolaan dan stabilisasi tanah, mengurangi risiko kerusakan struktural akibat pembengkakan tanah.

Kata Kunci: Tanah Ekspansif, Pengembangan Tanah, Kepadatan



ABSTRACT

NUR KHOLISH KIRMAN. *The Effect of Expansive Soil Density Degree on Development Potential* (supervised by Ir. Sitti Hijraini Nur, ST, MT)

Expansive soil, characterized by significant volume changes with changes in humidity, presents serious challenges in geotechnical engineering and construction planning. This type of soil, which is rich in montmorillonite minerals, has properties that can cause drastic swelling or shrinkage that disrupt the stability of structures and construction designs. This study aims to explore the relationship between the degree of density of expansive soil and its swelling potential. Through testing soil samples with bentonite mixtures in the laboratory, based on the SNI 6424-2008 standard (Method A), this study identified that increasing the density of expansive soil increases the soil's capacity to absorb water and results in more significant swelling. In this study, soil and bentonite were used to obtain the required expansive soil characteristics with a composition of 50% and 50% bentonite with density variations of 80%, 90%, and 100%. These results indicate that soil density is directly proportional to its swelling potential, which is important to consider in infrastructure and civil engineering design. These findings provide a better understanding of the mechanisms of expansive soil development and lead to practical recommendations for soil management and stabilization, reducing the risk of structural damage due to soil swelling.

Keywords: Expansive Soil, Land Development, Density



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Rumusan Masalah.....	14
1.3 Tujuan Penelitian.....	14
1.4 Manfaat Penelitian.....	14
1.5 Ruang Lingkup.....	15
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	16
2.1 Definisi Tanah.....	16
2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian.....	17
2.3 Klasifikasi Berdasarkan Tekstur.....	24
2.4 Tanah Ekspansif.....	25
2.5 Bentonite.....	30
2.6 Potensi Pengembangan.....	30
2.7 Penelitian Terdahulu.....	32
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Lokasi Penelitian.....	34
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	35
3.3 Kerangka Alir Penelitian.....	35
3.4 Material.....	37
3.5 Alat Pengujian.....	37
3.6 Standar Pengujian.....	39
3.7 Pengujian Karakteristik Tanah Ekspansif.....	40
3.8 Prosedur Pengujian Sampel.....	40
3.8.1 Pengujian Sifat Fisis.....	40
3.8.2 Pengujian Sifat Mekanis.....	43
3.9 Pembuatan Benda Uji.....	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Karakteristik Fisis dan Mekanis Tanah Ekspansif.....	48
4.1.1 Karakteristik Fisis Tanah Ekspansif.....	48
4.1.2 Karakteristik Mekanis Tanah Ekspansif.....	50
Klasifikasi Tanah.....	50
Unified Soil Classification System (USCS).....	51
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).....	51
Klasifikasi Tanah Ekspansif.....	52



4.4 Pengujian Pengembangan	53
4.4.1 Nilai Pengembangan Tanah Ekspansif Kepadatan 80 %.....	53
4.4.2 Nilai Pengembangan Tanah Ekspansif Kepadatan 90 %.....	54
4.4.3 Nilai Pengembangan Tanah Ekspansif Kepadatan 100 %.....	56
4.4.4 Rekapitulasi Tiga Variasi Kepadatan.....	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Range dari batas cair (liquid limit, LL) dan indeks plastisitas (plasticity index, PL) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 (Das, 2002).....	20
Gambar 2	Klasifikasi tekstur tanah oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA).....	25
Gambar 3	Grafik hubungan antara Presentase Tanah dan Aktivitas.....	29
Gambar 4	Lokasi pengambilan sampel tanah.....	34
Gambar 5	Diagram alir tahapan pelaksanaan penelitian.....	36
Gambar 6	Sampel benda uji.....	45
Gambar 7	Tampak 3D.....	46
Gambar 8	Tampak Atas.....	46
Gambar 9	Tampak Samping.....	47
Gambar 10	Gradasi butiran tanah ekspansif.....	49
Gambar 11	Grafik pengujian batas cair tanah ekspansif.....	49
Gambar 12	Grafik hubungan kadar air dan berat isi kering.....	50
Gambar 13	Hasil klasifikasi berdasarkan USCS.....	51
Gambar 14	Grafik Hasil Pengujian Pada Bak Kepadatan 80%.....	54
Gambar 15	Grafik Hasil Pengujian Pada Bak Kepadatan 90%.....	55
Gambar 16	Grafik Hasil Pengujian Pada Bak Kepadatan 100%.....	57
Gambar 17	Grafik Rekapitulasi Pengembangan tiap kepadatan 80%, 90%, dan 100%.....	58



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Sistem klasifikasi tanah menurut AASTHO	19
Tabel 2 Sistem klasifikasi Unified (USCS).....	22
Tabel 3 Korelasi nilai indeks plastisitas dengan tingkat pengembangan	27
Tabel 4 Korelasi nilai fraksi lempung lolos saringan no. 200, LL, dan N uji SPT dengan tingkat pengembangan	27
Tabel 5 Hubungan nilai aktivitas dengan tingkat keaktifan	28
Tabel 6 Klasifikasi potensi pengembangan	29
Tabel 7 Penelitian terdahulu tentang tanah ekspansif	32
Tabel 8 Sampel penelitian	37
Tabel 9 Alat-alat pengujian sifat fisis tanah	37
Tabel 10 Alat-alat pengujian sifat mekanis tanah	38
Tabel 11 Alat Pengujian Pengembangan.....	39
Tabel 12 Standar metode pengujian	39
Tabel 13 Jumlah sampel pengujian sifat fisis.....	40
Tabel 14 Jumlah sampel pengujian sifat mekanis	40
Tabel 15 Rekapitulasi hasil pengujian fisis	48
Tabel 16 Rekapitulasi hasil pengujian mekanis	50
Tabel 17 Hasil klasifikasi USCS & AASHTO.....	52
Tabel 18 Hasil Pengujian Pengembangan Tanah Ekspansif Kepadatan 80%	53
Tabel 19 Hasil Pengujian Pengembangan Tanah Ekspansif Kepadatan 90%	54
Tabel 20 Hasil Pengujian Pengembangan Tanah Ekspansif Kepadatan 100%	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Pengujian.....	63
Lampiran 2 Data Hasil Pengujian	65



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 memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materiil maupun dorongan moril. Olehnya itu, ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng.** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Ir. Sitti Hijraini Nur, ST, MT** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta kesabarannya dalam menghadapi kualitas keilmuan penulis dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini. Semoga kebaikan, kesehatan serta kemudahan senantiasa dilimpahkan kepada beliau.
4. Bapak **Prof. Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T., IPU, AER.** selaku Kepala Laboratorium Riset Geoteknik Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan.
5. Seluruh bapak/ibu dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah mengajar dan membimbing kami selama masa perkuliahan.



uh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Itas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Itas Teknik Universitas Hasanuddin.

7. **Bapak Hairullah** selaku mahasiswa S3 yang telah membantu dan memfasilitasi selama penelitian dan ajarannya dalam menyelesaikan tugas ini.

Yang istimewa penulis persembahkan kepada:

1. Almarhum kedua orang tua yang tercinta, yaitu ayahanda **Alm. Kirman** dan ibunda **Almh. Rosniati Hamzah** atas doa, kasih sayangnya, dan segala dukungan hingga saya memasuki bangku perkuliahan, baik spritual maupun materil.
2. **Syamsul Kamar** dan **Hernawati** yang saya anggap sebagai orang tua saya. Yang telah memberi tempat tinggal serta fasilitas semenjak kedua orang tua saya meninggal.
3. Saudara kandung penulis **Ibnu Mundzir Kirman** dan **Faishal Kirman** yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaiannya tugas akhir ini.
4. Teman se “penelitian” saya, **Alif Gamayo Putrasela** dan **Elma Rura Lallo** yang selalu membantu pengujian dan serta diskusi selama penelitian berlangsung hingga selesai.
5. Rekan-rekan **Laboratorium Mekanika Tanah** yang senantiasa membantu dan jadi teman berdiskusi selama proses perkuliahan dan penelitian, serta memberikan semangat dan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Sahabat sejak maba **Al Muktasim Billah** dan **Muh. Farhan Anhar** yang selalu memberikan bantuan dan masukan dalam menyelesaikan tugas ini.
7. Teman seperjuangan sejak maba sampai saat ini, **Zaenal Abidin, Andi Muh. Sarjan, Nushrah Nugraha, Syawal Fadrilul Fiqhi**, dan **Muh. Dimas Ardi** yang senantiasa memberi dukungan dan bantuan selama perkuliahan hingga sekarang.
8. Saudara-saudari **ENTITAS 2021**, teman-teman Departemen Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Angkatan 2020 yang senantiasa memberikan warna serta pengalaman yang sangat berharga na masa perkuliahan.



1. **Salsabila Nashir** yang mendampingi dan memberi semangat dalam usunan tugas akhir ini.

10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan, dan dukungan hingga terselesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhirnya semoga Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan kebaikan dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Makassar, September 2024

Nur Kholish Kirman



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah ekspansif yang dikenal dengan kemampuannya untuk mengalami perubahan volume yang signifikan sebagai respons terhadap perubahan kelembapan, merupakan tantangan serius dalam bidang rekayasa geoteknik dan perencanaan pembangunan. Tanah jenis ini sering mengandung mineral montmorillonit, yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan air secara cepat, menyebabkan pembengkakan atau penyusutan yang drastis. Fenomena ini dapat mempengaruhi stabilitas struktur dan efektivitas desain konstruksi, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek pembangunan.

Fenomena pengembangan tanah ekspansif telah menjadi perhatian utama dalam bidang rekayasa geoteknik, khususnya dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi di atas tanah jenis ini. Kerusakan pada bangunan akibat gerakan tanah yang diinduksi oleh pengembangan tanah ekspansif sering terjadi, seperti retak pada dinding, lantai, dan pondasi, serta penurunan permukaan tanah yang tidak merata. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai mekanisme pengembangan tanah ekspansif dan faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat penting untuk dilakukan.

Memahami pengaruh derajat kepadatan terhadap potensi pengembangan tanah ekspansif sangat penting dalam perencanaan dan desain infrastruktur. Tanpa pertimbangan yang tepat, tanah ekspansif dapat menyebabkan masalah serius, terutama di wilayah-wilayah yang rentan terhadap fluktuasi musiman kadar air. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara derajat kepadatan tanah ekspansif dan potensi pengembangannya, guna memberikan rekomendasi yang lebih baik dalam pengelolaan dan stabilisasi tanah untuk berbagai aplikasi teknik sipil.



Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian sampel tanah campuran bentonite di laboratorium untuk mengetahui potensi

pengembangan tanah ditinjau dari tingkat kepadatan. Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur besarnya persentase pengembangan dan tekanan pengembangan dalam kasus pengembangan bebas (free swell) menggunakan SNI 6424-2008 (Metode A).

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul
“PENGARUH DERAJAT KEPADATAN TANAH EKSPANSIF TERHADAP POTENSI PENGEMBANGAN”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, perumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik tanah ekspansif yang digunakan pada penelitian?
2. Bagaimana pengaruh tingkat kepadatan terhadap potensi pengembangan tanah ekspansif?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah ekspansif yang digunakan pada penelitian.
2. Untuk mengetahui pengaruh tingkat kepadatan terhadap potensi pengembangan tanah ekspansif.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik tanah ekspansif yang digunakan dalam penelitian serta potensi pengembangan tanah ekspansif berdasarkan tingkat kepadatannya.



1.5 Ruang Lingkup

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan lebih terarah, diperlukan batasan dalam penulisan laporan akhir ini. Adapun ruang lingkup yang dijadikan batasan dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium.
2. Pencampuran tanah asli dengan *bentonite* dengan komposisi 50% tanah dan 50% *bentonite* dimaksudkan untuk memperoleh karakteristik tanah ekspansif.
3. Penelitian ini menggunakan 3 variasi kepadatan, yaitu kepadatan 80%, kepadatan 90%, dan kepadatan 100%
4. Penelitian ini hanya meneliti sifat fisis dan mekanis, tidak meneliti unsur kimia dari tanah dan bahan stabilisasi yang digunakan.
5. Sifat fisis dan mekanis yang diteliti adalah:
 - a. Pengujian berat jenis.
 - b. Pengujian kadar air.
 - c. Pengujian analisa saringan.
 - d. Pengujian batas-batas *Atterberg*.
 - e. Pengujian pemadatan standard (kompaksi standard).
6. Pengujian ini sampai sampelnya tidak mengembang secara signifikan lagi.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Tanah

Tanah merupakan salah satu komponen penting dari biosfera Bumi, yang terdiri dari lapisan atas dari kerak bumi yang telah mengalami proses pembusukan oleh berbagai faktor alami dan lingkungan. Secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral padat yang tidak tersusun secara terikat kimia satu sama lain, bahan organik yang telah melapuk (disebut humus), serta cairan dan gas yang mengisi ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. (Das, 1995).

Pembentukan tanah sendiri merupakan hasil dari proses alami yang melibatkan pemecahan batuan menjadi butiran-butiran yang lebih kecil oleh faktor fisik seperti erosi oleh air, angin, atau es, serta perubahan suhu ekstrem. Proses kimia juga berperan penting, di mana zat-zat seperti oksigen, air, dan asam mengubah komposisi kimia batuan menjadi tanah. Faktor-faktor seperti iklim, organisme, dan topografi juga turut mempengaruhi proses pembentukan tanah ini. (Hardiyatmo H. C., 2002).

Tanah merupakan lapisan paling atas dari kerak bumi, yang memiliki karakteristik dan sifat-sifat unik yang dapat bervariasi antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Menurut Dokuchaev (1870) dalam (Fauziek & Suhendra, 2018), tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses perubahan signifikan akibat pengaruh alami dari air, udara, serta berbagai organisme, baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Perubahan ini dapat dilihat melalui komposisi, struktur, dan warna yang berbeda sebagai hasil dari pelapukan. Jenis tanah dapat dikelompokkan berdasarkan campuran butirannya, yaitu:

- Tanah berbutir kasar : pasir dan kerikil.
- Tanah berbutir halus : lempung dan lanau.

tanah organik : tanah dengan kandungan bahan-bahan organik.

Berdasarkan sifat lekatannya, tanah dibagi menjadi :



- Tanah kohesif : tanah yang memiliki sifat lekatan antar butiran (mengandung banyak lempung).
- Tanah non kohesif : tanah yang tidak mempunyai atau hanya sedikit lekatan diantara butiran (hampir tidak memiliki lempung).

Untuk memahami sifat dan perilaku tanah, diperlukan proses klasifikasi tanah. Klasifikasi tanah adalah metode untuk mengidentifikasi atau mengelompokkan jenis tanah ke dalam kelompok atau subkelompok berdasarkan karakteristiknya. Klasifikasi tanah secara umum memberikan gambaran atau deskripsi singkat tentang karakteristik tanah tertentu. Namun, klasifikasi ini tidak memberikan penjelasan yang sangat rinci dan spesifik mengenai sifat-sifat tanah, karena sifat tanah sangat bervariasi. (Das & Sobhan, 2018).

2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian

Klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian, khususnya menggunakan Sistem Klasifikasi AASHTO, memainkan peran kunci dalam menentukan kesesuaian tanah untuk berbagai proyek infrastruktur, terutama pembangunan jalan. Sistem ini, yang dikembangkan oleh American Association of State Highway and Transportation Officials, mengategorikan tanah ke dalam tujuh grup utama (A-1 sampai A-7) berdasarkan ukuran butir, indeks plastisitas, dan kandungan material halus. Klasifikasi ini memudahkan para insinyur untuk menilai karakteristik tanah yang penting untuk perencanaan, desain, dan konstruksi yang efisien, serta pengelolaan jalan raya dan transportasi lainnya secara lebih efektif. Sistem ini telah direvisi dan disempurnakan sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 1929, dan menjadi standar industri yang luas di Amerika Serikat untuk pengklasifikasian tanah dalam konteks rekayasa sipil (AASHTO, 1986).

Dalam dunia keteknikan klasifikasi yang paling sering digunakan adalah klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS). Sistem tanah untuk keteknikan lainnya yaitu AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).



stem Klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO)

Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1929 sebagai metode klasifikasi untuk keperluan administrasi jalan raya. Sesuai dengan yang tercantum dalam Tabel 1, tanah terbagi ke dalam tujuh kategori utama mulai dari A-1 sampai A-7. Tanah dalam kategori A-1, A-2, dan A-3 terdiri dari material yang 35% atau kurang dari total partikelnya lolos melalui saringan no. 200. Sebaliknya, tanah yang lebih dari 35% dari partikelnya lolos melalui saringan no. 200 dikelompokkan dalam A-4, A-5, A-6, dan A-7, yang umumnya mengandung material lanau dan lempung. Klasifikasi ini mempertimbangkan kriteria berikut:

Menurut Das (1995), Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

- a. Ukuran butir:
Kerikil terdefinisi sebagai tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm (3 in) namun tertahan pada saringan No.10 (2 mm). Pasir adalah tanah yang lolos saringan No.10 (2 mm) tetapi tertahan pada saringan No.200 (0,075 mm). Lanau dan lempung adalah tanah yang lolos saringan No.200.
- b. Plastisitas:
Fraksi tanah berbutir halus diklasifikasikan sebagai lanau jika indeks plastisitasnya 10 atau kurang, dan sebagai lempung jika indeks plastisitasnya 11 atau lebih.
- c. Material dengan ukuran lebih besar dari 75 mm tidak dimasukkan dalam sampel klasifikasi tanah, tetapi persentase dari material tersebut tetap dicatat.



Tabel 1 Sistem klasifikasi tanah menurut AASTHO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 Batas cair (<i>LL</i>) batas plastisitas (<i>PI</i>)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil, dan pasir		Pasir Halus	Kerikil Yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik Sekali sampai Baik						
Klasifikasi Umum	Tanah lanau-lempung						
	(Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (lebih dari 35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
Klasifikasi kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6'			
Analisis ayakan (% lolos)No.10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36			
Sifat fraksi yang lolosayakan No. 40 Batas cair (LL) Batas plastis (PI)	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11			
tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah berlempung			
penilaian sebagai bahan tanah dasar	sedang sampai buruk						

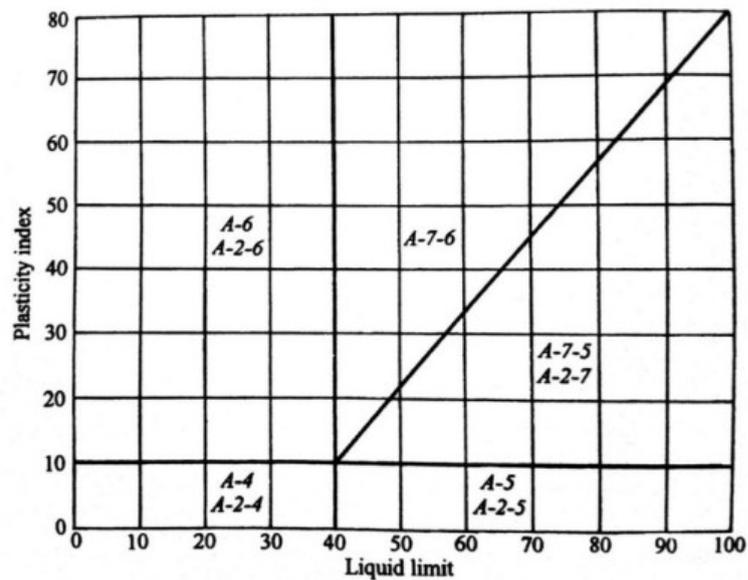
*untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$ untuk A-7-6, $PI > LL - 30$

Sumber: AASTHO (1986)

Gambar 1 menunjukkan kisaran batas cair (*liquid limit*, LL) dan indeks plastisitas untuk tanah kategori kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, A-7.



Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)*



Gambar 1 Range dari batas cair (liquid limit, LL) dan indeks plastisitas (plasticity index, PL) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 (Das, 2002)

Pertama kali diusulkan oleh Casagrande pada tahun 1942 dan dikembangkan lebih lanjut oleh *United States Bureau of Reclamation (USBR)* dan *United States Army Corps of Engineers (USACE)*. Sistem ini, yang digunakan selama Perang Dunia II untuk proyek pembangunan bandara, diadopsi oleh ASTM sebagai standar klasifikasi tanah (ASTM D-2487). USCS mengklasifikasikan tanah ke dalam dua kategori utama berdasarkan ukuran butiran dan batas-batas Atterberg, yaitu :

- a. Tanah yang masuk dalam kategori berbutir kasar, seperti kerikil dan pasir di mana kurang dari 50% dari berat total sampel yang lolos ayakan No. 200, simbol yang digunakan adalah G (*gravel*) dan S (*sand*).
- b. Tanah yang masuk kategori berbutir halus, yaitu tanah yang jika melebihi 50 % sampel yang lolos dari berat total. Simbol untuk kelompok tanah ini diawali dengan huruf M untuk melambangkan lanau (Silt) anorganik, huruf C untuk lempung (Clay) anorganik, dan huruf O digunakan untuk menandai lanau organik serta lempung



organik. Sementara itu, simbol PT digunakan untuk mengklasifikasikan tanah gambut (*peat*).

Untuk klasifikasi USCS, terdapat simbol-simbol tambahan yang digunakan, antara lain:

W = *Well Graded*, yang menunjukkan tanah dengan distribusi ukuran butir yang baik.

P = *Poorly Graded*, yang menunjukkan tanah dengan distribusi ukuran butir yang kurang baik.

L = *Low plasticity*, digunakan untuk tanah yang memiliki plastisitas rendah dengan batas cair kurang dari 50.

H = *High plasticity*, digunakan untuk tanah yang memiliki plastisitas tinggi dengan batas cair lebih dari 50.

Dalam klasifikasi USCS untuk tanah berbutir kasar, dikategorikan dengan simbol : **GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM dan SC**. Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam klasifikasi ini meliputi :

1. Persentase butiran yang lolos melalui saringan No. 200, yang merupakan fraksi halus.
2. Persentase fraksi kasar yang lolos melalui saringan No. 40.
3. Koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (Cc) untuk tanah yang 0 hingga 12% dari butirannya lolos saringan No. 200.
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk fraksi tanah yang lolos saringan No. 40, khususnya untuk tanah dengan 5% atau lebih butirannya lolos saringan No. 200.

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih detail tentang sistem klasifikasi USCS, dapat dilihat pada tabel 2.



Tabel 2 Sistem klasifikasi Unified (USCS)

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama umum	
Tanah berbutir kasar lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200'	Pasir Lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No.4	kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		kerikil dengan butiran halus	GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			GM	kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
			GC	kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lanau
	kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No.4	pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	pasir berlempung, campuran pasir-lempung
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200'	lanau dengan lempung Batas cair 50% atau kurang	ML	lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
			CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clay)
OL			Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
Lanau dan lempung Batas Cair lebih dari 50%		MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanai diatomae, lanau yang elastis	
		CH	lempung anorganik, dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)	
		OH	lempung anorganik, dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah tanah lain dengan kandungan organik tinggi	

Tanah tanah dengan kandungan organik sangat tinggi

ASTM (1983)

in tanah yang lolos ayakan 75 mm (3 in)

ASTM International (2006)



Tabel 2 Sistem klasifikasi *Unified* (lanjutan)

	Kriteria Klasifikasi	
Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus kurang dari 5% lolos ayakan No. 200 GW, GP, SW, SP Lebih dari 12% lolos ayakan No. 200 GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lolos ayakan No. 200 klasifikasi pembatasan yang memerlukan penggunaan dua simbol	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ lebih besar dari 4	
	$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 sampai 3	
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
	Batas batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	batas batas atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda
	Batas batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ lebih besar dari 6	
	$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 sampai 3	
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
	Batas batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	batas batas atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda
	Batas batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	

Indeks Plastisitas

bagian plastisitas
Untuk klasifikasi tanah berbutir halus dan fraksi halus dari tanah berbutir kasar. Batas batas atterberg yang digambarkan dibawah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda persamaan garis $A=0.73 (LL-30)$

Batas Cair

manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat dalam ASTM Designation D-2488

Sumber: ASTM International (2006)



2.3 Klasifikasi Berdasarkan Tekstur

Menurut Bowles (1991), tanah adalah kombinasi dari berbagai partikel yang mencakup:

1. Berangkal (*boulders*), yaitu potongan-potongan batu besar yang ukurannya biasanya lebih dari 250 mm hingga 300 mm. Batuan dengan ukuran antara 150 mm hingga 250 mm disebut sebagai kerakal (*cobbles*).
2. Kerikil (*gravel*), partikel dengan ukuran batuan antara 5 mm hingga 150 mm.
3. Pasir (*sand*), partikel batuan dengan ukuran antara 0,074 mm hingga 5 mm, yang bervariasi dari kasar (3-5 mm) hingga halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (*silt*), partikel batuan dengan ukuran antara 0,002 mm hingga 0,074 mm. Lanau dan lempung sering ditemukan dalam jumlah besar di sedimen yang mengendap di danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
5. Lempung (*clay*), merupakan partikel mineral yang ukurannya kurang dari 0,002 mm. Partikel ini adalah sumber utama kohesi dalam tanah kohesif.
6. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang sangat kecil dengan ukuran kurang dari 0,001 mm yang diam atau stabil.

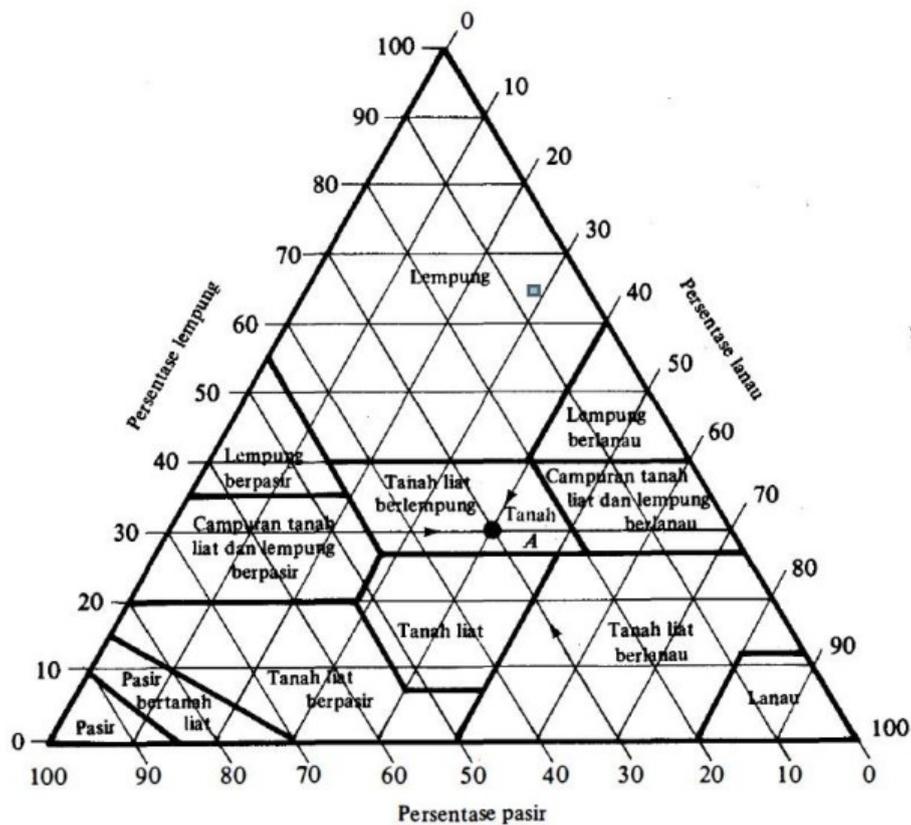
Dalam klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah dikategorikan berdasarkan komponen dominan yang terkandung di dalamnya, seperti lempung berpasir (*sandy clay*) atau lempung berlanau (*silty clay*). Sistem klasifikasi yang banyak digunakan hingga hari ini adalah sistem yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA). Sistem ini mengklasifikasikan tanah berdasarkan ukuran partikelnya dan cenderung lebih fokus pada morfologi tanah dibandingkan dengan faktor-faktor yang berkontribusi pada pembentukannya, seperti yang dijelaskan oleh Das (1995).

Sistem klasifikasi tekstur tanah yang dibuat oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) mengategorikan tanah berdasarkan ukuran partikelnya, yaitu:

- a. Pasir, dengan partikel berukuran dari 2,0 mm hingga 0,05 mm.
- Lanau, dengan partikel berukuran dari 0,05 mm hingga 0,002 mm.



- c. Lempung, dengan partikel berukuran kurang dari 0,002 mm.



Gambar 2 Klasifikasi tekstur tanah oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)

Sumber: (Das, Principles of Geotechnical Engineering 7th Edition, 2010)

2.4 Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif pada dasarnya adalah tanah yang mengalami perubahan volume seiring dengan perubahan kadar air. Fokus utama dalam konteks ini adalah tanah yang memiliki potensi mengembang (swell potential) yang tinggi serta potensi penyusutan. Banyak jenis tanah yang menunjukkan perilaku mengembang dan menyusut ini mengandung mineral lempung ekspansif, seperti smektit, yang mampu menyerap air. Semakin tinggi kandungan mineral tersebut dalam tanah, semakin besar potensi mengembangnya dan semakin banyak air yang dapat diserap. Hal ini menyebabkan mineral lempung mengembang, sehingga volume tanah h saat basah dan menyusut saat mengering. Semakin banyak air yang semakin besar peningkatan volume yang terjadi. Pada tanah dengan sifat



ekspansif tinggi, free swell sebesar 10% bukanlah hal yang jarang ditemui (Chen, 1988; Nelson & Miller, 1992).

Istilah tanah ekspansif dan potensi pengembangan sering digunakan untuk menggambarkan tanah yang memiliki kemampuan mengembang dan menyusut dengan mudah. Tanah-tanah ini cenderung mengalami perubahan volume yang signifikan dan biasanya mengandung konsentrasi tinggi lempung, khususnya mineral montmorillonite (Hardiyatmo, 2017)

Menurut Snethen et al. (1975), mineral lempung terbentuk melalui pelapukan atau perubahan diagenetik dari mineral yang telah ada sebelumnya, menghasilkan partikel dengan ukuran yang sangat kecil tetapi memiliki luas permukaan yang besar. Proses diagenetik ini meliputi pemanasan fisik dalam jangka waktu yang panjang dan perubahan kimiawi pada material sebagai respons terhadap perubahan tekanan dari lapisan di atasnya atau kondisi air tanah. Faktor-faktor diagenetik biasanya melibatkan pembentukan ikatan antar partikel melalui kristalisasi ulang pada kontak antar mineral lempung di bawah tekanan tinggi atau melalui sementasi partikel oleh deposisi bahan perantara dari air tanah.

Beberapa metode yang digunakan untuk mengidentifikasi tanah yang memiliki sifat ekspansif, antara lain:

1. Visual

Metode awal untuk mengidentifikasi tanah lempung ekspansif melibatkan pengamatan visual. Ciri-ciri yang dapat diamati adalah tanah menjadi sangat keras saat kering, terasa licin saat dipotong, dan menjadi lembut serta lengket ketika dalam keadaan basah.

2. Identifikasi tidak langsung

Metode ini dijalankan di laboratorium untuk mengklasifikasikan tanah ekspansif berdasarkan tingkat potensi pengembangannya. Pengujian yang termasuk dalam proses ini adalah pengujian batas Atterberg dan pengukuran nilai aktivitas. Berikut beberapa teknik tidak langsung dalam mengidentifikasi tanah ekspansif:

a. Cara Chen (1975)

Chen mengemukakan dua metode untuk identifikasi tanah ekspansif: metode pertama menggunakan Plasticity Index (PI) sebagai indeks



tunggal, sementara metode kedua melibatkan penggunaan korelasi antara persentase lempung yang lolos saringan no. 200, batas cair (LL), dan nilai N yang diperoleh dari Standard Penetration Test (SPT) yang dilakukan di lapangan.

Tabel 3 menggambarkan korelasi antara nilai Plasticity Index (PI) dan potensi pengembangan tanah yang terbagi menjadi empat kategori: rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Tanah yang dikategorikan memiliki potensi pengembangan sangat tinggi ditandai dengan nilai indeks plastisitas yang lebih besar dari 55%

Tabel 3 Korelasi nilai indeks plastisitas dengan tingkat pengembangan

Indeks Plastisitas (PI) %	Potensi Pengembangan
0 – 15	Rendah
10 – 35	Sedang
20 – 55	Tinggi
> 55	Sangat Tinggi

Sumber : (Chen, 1975).

Tabel 4 Korelasi nilai fraksi lempung lolos saringan no. 200, LL, dan N uji SPT dengan tingkat pengembangan

Persentase lolos saringan No. 200, %	LL, %	N (pukulan/ft)	Kemungkinan Pengembangan, %	Potensi Pengembangan
< 30	< 30	< 10	< 1	Rendah
30 – 60	30 – 40	10 – 20	1 – 5	Sedang
60 – 95	40 – 60	20 – 30	3 – 10	Tinggi
> 95	> 60	> 30	> 10	Sangat Tinggi

Sumber: (Snethen, Jhonson, & Patrick, 1977)

b. Cara Skempton (1953)

Identifikasi lempung ekspansif juga sering dilakukan dengan memperhatikan nilai aktivitasnya, Skempton (1953) mendefinisikan



nilai activity (A) dengan persamaan:

$$A = \frac{PI}{C}$$

dimana,

A = aktivitas

PI = indeks plastisitas (%)

C = persen fraksi ukuran lempung (D butiran < 0,002 mm, %).

Tabel 5 di bawah menunjukkan hubungan antara nilai aktivitas dengan tingkat keaktifannya.

Tabel 5 Hubungan nilai aktivitas dengan tingkat keaktifan

Tingkat Keaktifan	Nilai Activity	Potensi Pengembangan
Tidak Aktif	Activity < 0,75	Rendah
Normal	Activity 0,75 – 1.25	Sedang
Aktif	Activity > 1,25	Tinggi

Sumber : (Skempton, 1953)

c. Cara Seed

Cara ini menggunakan persamaan aktiviti dari skempton yang dikembangkan menjadi:

$$A = \frac{PI}{C-10}$$

dimana,

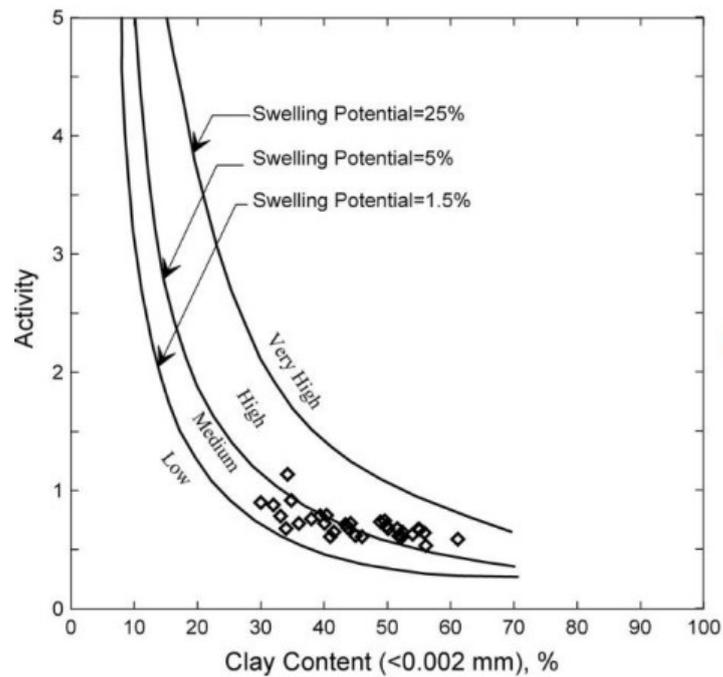
A = aktivitas

PI = indeks plastisitas (%)

C = persen fraksi ukuran lempung (D butiran < 0,002 mm, %)

Angka 10 adalah faktor reduksi, pada gambar 3 di bawah ini merupakan grafik hubungan presentase tanah lolos saringan No.200 dan aktivitas serta potensial swelling





Gambar 3 Grafik hubungan antara Presentase Tanah dan Aktivitas

Sumber : (Chen, 1975).

Seed, Woodward, dan Lundgren juga mengusulkan hubungan empiris yang lain antara potensi pengembangan dan indeks plastisitas tanah, dengan persamaan:

$$SP = 60 K (PI)^{2,44}$$

Keterangan,

SP = Swell potential (%)

K = $3,6 \times 10^{-5}$

PI = Plasticity indeks (%)

Tabel 6 Klasifikasi potensi pengembangan

Derajat Pengembangan	Potensi Pengembangan, SP (%)
Rendah	0 – 1,5
Sedang	1.5 – 5
Tinggi	5 – 25
Sangat Tinggi	> 25



Sumber : (Snethen, Jhonson, & Patrick, 1977).

2.5 Bentonite

Bentonite adalah salah satu jenis tanah liat yang paling sering dikaji dalam konteks tanah ekspansif, terutama karena kandungan mineral montmorillonit yang tinggi. Montmorillonit memberikan bentonite sifat ekspansif yang kuat, yakni kemampuannya untuk menyerap air dan mengembang secara signifikan. Sifat ini menjadikan bentonite relevan dalam studi tentang pengaruh derajat kepadatan terhadap perilaku tanah ekspansif, di mana perubahan volume tanah menjadi faktor kritis yang harus diperhitungkan (Grim, 1968).

Bentonite merupakan jenis lempung halus yang terdiri dari lebih dari 80% mineral montmorillonit, dengan komposisi kimia $(\text{Na Ca})_{0,33} (\text{Al Mg})_{12} \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$. Lempung ini bersifat lunak, memiliki tekstur licin, dan mampu mengembang saat bersentuhan dengan air. Meskipun sering disebut sebagai lempung montmorillonit, dalam dunia perdagangan lebih dikenal dengan nama bentonite (Sukandarrumidi, 2009). *Bentonite* memiliki plastisitas yang sangat tinggi dan berasal dari hasil perubahan abu vulkanik. Dalam industri pengeboran, *bentonite* sering digunakan dengan cara mengisi larutan bentonite ke dalam lubang bor untuk mencegah longsoran lubang. *Bentonite* memiliki batas cair (LL) yang bisa mencapai 50% atau lebih (Hardiyatmo, 2017).

Menurut Sirait Makmur (2018), *bentonite* dapat diidentifikasi berdasarkan sifatnya yang mengembang ketika direndam dalam air. Penggunaannya sangat bergantung pada ketersediaannya di alam, dan terdapat dua jenis utama *bentonite*, yaitu natrium *bentonite* dan kalsium *bentonite*.

2.6 Potensi Pengembangan

Pengembangan tanah memiliki proses yang lebih kompleks dibandingkan dengan penyusutan tanah. Faktor yang berpengaruh pada proses mengembang tanah lempung ekspansif dapat dilihat pada dua kondisi proses, yaitu kondisi di laboratorium dan kondisi di lapangan (*in situ*). Proses mengembang di laboratorium an penyederhanaan pengamatan di lapangan. Faktor-faktor tersebut adalah



kadar mineral lempung *montmorillonite*, kepadatan awal, waktu pembasahan, tebal contoh tanah, tingkat kejenuhan, kadar air awal dan tekanan akibat beban luar. Empat faktor pertama kecenderungan potensi mengembang bertambah dengan meningkatnya nilai faktor tersebut, sedangkan tiga faktor terakhir memiliki kecenderungan yang sebaliknya (Chen, 1975).

Uji pengembangan (swelling test) dengan menggunakan dial gauge adalah metode laboratorium yang digunakan untuk mengukur potensi pengembangan tanah ekspansif. Prosedur ini melibatkan perendaman sampel tanah dalam air dan pengamatan perubahan tinggi sampel yang terjadi akibat penyerapan air oleh tanah tersebut. Dial gauge berfungsi sebagai alat ukur untuk mencatat perubahan dimensi vertikal dari sampel tanah selama proses pengembangan.

Dalam melakukan estimasi pengembangan sampel tanah mendekati sifat asli tanahnya, dilakukan pengujian potensi pengembangan berdasarkan SNI 14-6424-2000, yang mana merujuk pada ASTM D4546. Uji potensi pengembangan dibagi menjadi tiga metode, yang secara garis besar dijelaskan secara berikut :

1. Metode A, yaitu metode yang digunakan untuk mengukur besarnya persentase pengembangan dan tekanan pengembangan dalam kasus pengembangan bebas (free swell).
2. Metode B, yaitu metode yang digunakan untuk mengukur besarnya presentase pengembangan atau penurunan dan tekanan pengembangan dalam kasus pengembangan terbebani (loaded swell). Dalam kasus ini umumnya nilai pembebanan disesuaikan dengan keadaan tekanan di lapangan.
3. Metode C, yaitu metode pengujian yang digunakan untuk mengukur besarnya tekanan prakonsolidasi dan tekanan pengembangan sesuai dengan rentang pembebanan vertikal yang disesuaikan dengan kondisi lapangan, serta persentase pengangkutan dan penurunan.



2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai pengembangan tanah ekspansif, seperti yang ditunjukkan pada tabel 7 berikut.

Tabel 7 Penelitian terdahulu tentang tanah ekspansif

Peneliti/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Publikasi
Wahyudi Waskito Aji (2012)	Uji Tekanan Pengembangan Tanah Espansif Ditinjau dari Besarnya Kadar Air	Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin besar indeks plastisitas tanah maka semakin besar pula tekanan pengembangannya dan semakin rendah kadar air awal pada suatu tanah lempung maka tekanan pengembangannya semakin tinggi. Besar persentase pengembangan suatu tanah sebanding dengan tekanan pengembangannya.	Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
Agus Setyo Muntohar & Roslan Hashim (2003)	<i>Swelling Behaviour of Engineered Clays Soils</i>	Dari hasil pengujian didapatkan bahwa, potensi pengembangan, tekanan pengembangan dan kepadatan dipengaruhi oleh jumlah kadar bentonite. Pengembangan tanah yang terjadi terbagi menjadi 3 tahapan yaitu; pengembangan awal, pengembangan primer dan diakhiri dengan pengembangan sekunder.	<i>2nd International Conference on Advances in Soft Soil Engineering and Technology</i>
Aklilu Fikadu (2015)	<i>Relationship Between Swelling and Consolidation Characteristics of Expansive Soils of Galan Town</i>	Diketahui bahwa tanah dari kota Galan, masuk dalam klasifikasi tanah inorganic clay of high plasticity, CH & A-7-5 menurut USCS dan AASHTO. Dari pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa kadar air dengan berat kering maksimum mempengaruhi besarnya potensi pengembangan. Tetapi, jika dilakukan pre-wetting maka potensi pengembangan tanah dapat berkurang.	Addis Ababa University



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 dan menyebabkan tekanan pengembangan yang kecil	Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Handali & Gea (2013)	Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif Ngawi yang Dipadatkan	Hasil pengujian dengan menggunakan oedometer berdasarkan ASTM D 4546 menunjukkan bahwa potensi pengembangan dan tekanan pengembangan dipengaruhi oleh kadar air awal dan kepadatan maksimum suatu tanah. Sampel tanah yang dekat dengan tanah dasar memiliki persentase pengembangan dan tekanan pengembangan yang tinggi.	Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XVIII/2013

