

PERBANDINGAN NILAI EKSPANSIF TANAH BERDASARKAN HASIL *INDEX PROPERTIES* DAN *1-D FREE SWELL TEST*

TARISA PIRONIKA¹, ELY MULYATI²

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bina Darma^{1,2}
Email: tarisapironika11@gmail.com¹, ely.mazpar@gmail.com²

Abstract : *Expansive soil is a type of soil that is susceptible to significant volume changes due to fluctuations in water content. This study aims to analyze the comparison of the expansive soil values based on the Index Properties results and the 1-D Free Swell Test with variations in bentonite mixture of 0%, 30%, 40%, 50%, 60%, and 100%. The observed parameters include the liquid limit (LL), plasticity index (PI), and the expansion value from the 1-D Free Swell Test. The test results show that the addition of bentonite significantly increases the plasticity of the soil. The LL value increased from 56.37% at 0% bentonite to 114.33% at 100% bentonite, while the PI value increased from 34.77% to 92.72%. Based on classification, soil with a bentonite mixture $\geq 30\%$ is categorized as very high. Meanwhile, the results of the 1-D Free Swell Test show a relatively small expansion variation, namely 2.91%–3.76%, with a classification of low to medium expansion potential. Effective Index Properties are used as an early indicator for the identification of expansive soil, while the 1-D Free Swell Test is more representative in describing the actual development potential in the field.*

Keywords: *expansive soil, bentonite, index properties, free swell test*

Abstrak: Tanah ekspansif merupakan jenis tanah yang rentan mengalami perubahan volume signifikan akibat fluktuasi kadar air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan nilai ekspansif tanah berdasarkan hasil *Index Properties* dan *1-D Free Swell Test* dengan variasi campuran bentonit sebesar 0%, 30%, 40%, 50%, 60%, dan 100%. Parameter yang diamati meliputi batas cair (LL), indeks plastisitas (PI), dan nilai pengembangan dari *1-D Free Swell Test*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan bentonit meningkatkan plastisitas tanah secara signifikan. Nilai LL meningkat dari 56,37% pada 0% bentonit menjadi 114,33% pada 100% bentonit, sedangkan nilai PI bertambah dari 34,77% menjadi 92,72%. Berdasarkan klasifikasi, tanah dengan campuran bentonit $\geq 30\%$ tergolong dalam kategori sangat tinggi. Sementara itu, hasil *1-D Free Swell Test* menunjukkan variasi pengembangan relatif kecil, yaitu 2,91%–3,76%, dengan klasifikasi potensi pengembangan rendah hingga sedang. Perbandingan kedua metode menunjukkan bahwa *Index Properties* cenderung memberikan estimasi nilai ekspansif lebih tinggi dibandingkan *1-D Free Swell Test*. Dengan demikian, *Index Properties* efektif digunakan sebagai indikator awal identifikasi tanah ekspansif, sedangkan *1-D Free Swell Test* lebih representatif dalam menggambarkan potensi pengembangan aktual di lapangan.

Kata kunci: Tanah Ekspansif, Bentonit, Index Properties, 1-D Free Swell Test

A. Pendahuluan

Tanah merupakan salah satu elemen penting dalam konstruksi, yang berperan sebagai penopang utama struktur bangunan. Namun, tidak semua jenis tanah memiliki karakteristik yang mendukung kestabilan struktur. Salah satu jenis tanah yang sering menimbulkan permasalahan dalam konstruksi adalah tanah ekspansif, yaitu tanah yang memiliki potensi besar untuk mengembang dan menyusut akibat perubahan kadar air. Perubahan volume ini dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan, seperti retaknya dinding, terangkatnya pondasi, dan deformasi jalan (Cahyaka dkk., 2018)

Identifikasi dan karakterisasi tanah ekspansif merupakan langkah awal yang sangat penting dalam mitigasi masalah geoteknik. Untuk memprediksi sifat tanah ekspansif, secara

umum dapat dikelompokkan menjadi metode tidak langsung dan metode langsung. Metode tidak langsung mengandalkan korelasi antara parameter *Index Properties* tanah seperti batas Atterberg dengan potensi pengembangan. Sementara itu, metode langsung melibatkan pengukuran pengembangan secara langsung melalui uji laboratorium seperti 1-D *Free Swell Test* yang memberikan gambaran awal mengenai karakteristik tanah.

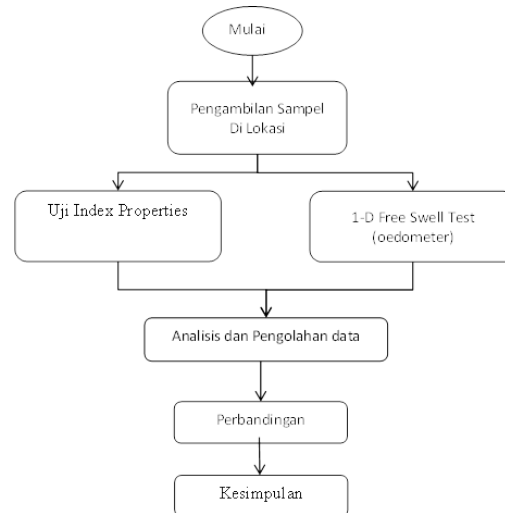
Pengujian (*index properties*) meliputi parameter seperti kadar air, Pengujian sifat indeks, seperti batas cair (LL), batas plastis (PL), dan indeks plastisitas (PI), yang memberikan indikasi awal mengenai perilaku plastis tanah. Menurut SNI 03-6795-2002, tanah dengan LL lebih dari 60 %, dan tanah dengan IP lebih dari 35 % dikategorikan sebagai tanah dengan potensi ekspansif tinggi. Sementara itu, 1D Free Swell Test secara langsung mengukur kemampuan tanah untuk mengembang saat terendam air, memberikan gambaran nyata tentang potensi ekspansif tanah (Maricar dkk., 2016).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai indeks plastisitas yang tinggi tidak selalu berkorelasi langsung dengan potensi ekspansif yang tinggi. Sebagai contoh, studi oleh Evelyn dan Makarim (2018) menemukan bahwa beberapa sampel tanah dengan indeks plastisitas tinggi tidak mengandung mineral montmorillonite, yang dikenal sebagai penyebab utama ekspansivitas, melainkan mengandung kaolinite yang memiliki potensi ekspansif lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian sifat indeks saja mungkin tidak cukup untuk secara akurat menilai potensi ekspansif tanah. Oleh karena itu, perbandingan langsung antara dua metode ini perlu dikaji lebih lanjut untuk memperjelas korelasi dan keterbatasannya (Evelyn & Makarim, 2018).

Dengan mempertimbangkan pentingnya akurasi dalam evaluasi potensi ekspansif tanah untuk mencegah kerusakan infrastruktur, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai ekspansif tanah berdasarkan hasil pengujian sifat indeks dan hasil 1-D *Free Swell Test*. Melalui perbandingan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai keandalan masing-masing metode dalam memprediksi perilaku ekspansif tanah, serta memberikan kontribusi dalam pengembangan metode evaluasi yang lebih efektif dan efisien dalam bidang geoteknik.

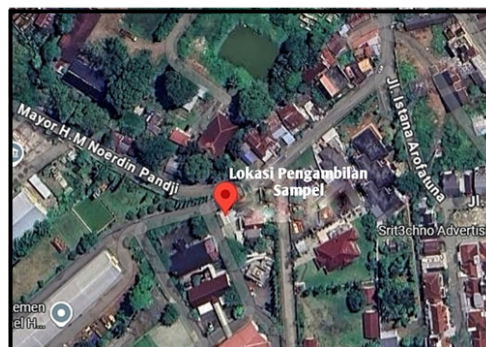
B. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah penelitian Kuantitatif dengan metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini berfokus pada identifikasi potensi tanah ekspansif dari hasil *Index Properties* khususnya pada hasil uji Batas Atterberg dan 1-D *Free Swell Test*, nilai Liquid Limit (LL) dan Plastisitas Indeks (PI) akan diperbandingkan dengan nilai Swelling. Hasil analisis akan disajikan dalam bentuk grafik, dari metode penelitian yang digunakan, tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara sistematis, dimulai dari pengambilan sampel tanah, uji *Index Properties* dan *1-D Free Swell Test*. Tanah yang digunakan yaitu sample tanah terganggu (disturbed) yang berlokasi di Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Selatan (BBPJN), Kota Palembang. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki karakteristik tanah lempung sebagai sampel tanah yang akan dilakukan pengujian *Index Properties Tanah*.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil potensi pengembangan tanah ekspansif dari hasil pengujian *Index Properties* khususnya Batas Cair (LL), Indeks Plastisitas (PI), dan hasil *1-D Free Swell Test*. Penelitian ini menggunakan bahan tanah ekspansif dengan penambahan campuran bentonit sebesar 0%, 30%, 40%, 50%, 60%, dan 100% dari berat total tanah. komposisi campuran bentonit. Variasi campuran bentonit hanya digunakan sebagai dasar pembandingan antara dua metode pengujian. Hasil pengujian akan dianalisis untuk dibandingkan antara hasil kedua metode terhadap potensi pengembangan tanah ekspansif.

Bahan pada penelitian ini menggunakan sampel material yang berupa tanah *clay* (lempung). Tanah *clay* (lempung) yang digunakan akan dilakukan dengan beberapa tahapan persiapan sebelum menjadi benda uji.

C. Hasil dan pembahasan

Hasil Pengujian Index Properties Tanah, pada bagian ini disajikan hasil pengujian Index Properties meliputi parameter kadar air, berat jenis, distribusi ukuran butiran, dan batas-batas Atterberg. Hasil *Index Properties* sebagai berikut :

Kadar Air

Hasil pengujian kadar air diperoleh sebesar 18,07 %, nilai ini menunjukkan bahwa tanah masih memiliki kemampuan menyerap air tambahan, yang nantinya dapat meningkatkan potensi perubahan volume. Kondisi ini penting untuk diperhatikan dalam analisis tanah ekspansif, karena semakin tinggi kadar air yang terserap, semakin besar kemungkinan terjadinya pengembangan tanah.

Berat Jenis Tanah

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis, nilai G_s tanah adalah 2,52. Nilai 2,52 sedikit lebih rendah dari nilai rata-rata tanah lempung normal (2,60 – 2,75), ini mungkin menunjukkan bahwa ada fraksi organik ringan yang sedikit memengaruhi massa jenis padatan tanah. Nilai G_s Bentonit diperoleh sebesar 1,99, berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai G_s campuran dengan variasi 30%, 40%, 50%, dan 60% adalah 2,33; 2,28; 2,22; dan 2,17. Kadar bentonit menurunkan berat jenis campuran. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan bentonit menurunkan densitas mineral campuran tanah. Ini meningkatkan plastisitas dan potensi pengembangan tanah.

Analisa Ukuran Butiran

Berdasarkan hasil pengujian hasil analisis saringan menunjukkan distribusi gradasi tanah dengan berat total sampel sebesar 1113,11 gram. Tanah menunjukkan bahwa sebagian besar butiran tertahan pada ukuran yang lebih kasar dari saringan No. 200 (0,075 mm), yaitu 96,58%, sedangkan butiran yang lolos dari saringan No. 200 hanya 3,42%, yang menunjukkan bahwa tanah ini diklasifikasikan sebagai tanah berbutir kasar menurut sistem klasifikasi USCS.

Atterberg Limit Test

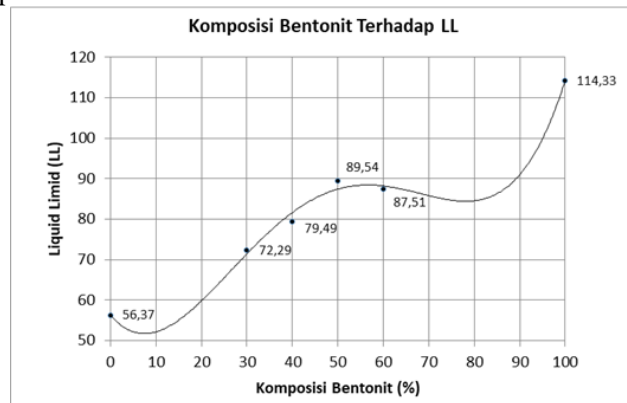
Atterberg Limit bertujuan untuk mengetahui nilai Liquid limit (LL), Plastisitas Limit (PL) dan Plasticity Index (PI), Pada uji batas atterberg mempunyai 6 variasi campuran bentonit 0%, 30%, 40%, 50%, 60%, dan 100%. Hasil pengujian Atterberg Limit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Atterberg Limit Test

Komposisi Campuran Bentonit (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Klasifikasi LL	Klasifikasi PI
0	56,37	21,6	34,77	Tinggi	Tinggi
30	72,29	40,94	31,34	Sangat Tinggi	Tinggi
40	79,49	43,54	35,95	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
50	89,54	43,74	45,79	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
60	87,51	44,8	42,72	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
100	114,33	21,6	92,72	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa, pada tanah dengan variasi campuran bentonit mengalami peningkatan signifikan pada nilai Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) seiring dengan peningkatan persentase bentonit. Pada (0%) campuran bentonit, nilai batas cair sebesar 56,37% dengan klasifikasi tinggi, namun, setelah dicampur dengan bentonit, nilai batas cair secara bertahap meningkat hingga mencapai 114,33% pada kadar bentonit (100%),

yang dianggap sangat tinggi. Hasil pengujian Batas Cair (LL) divisualisasikan dengan grafik, yang dapat dilihat pada Gambar 3.

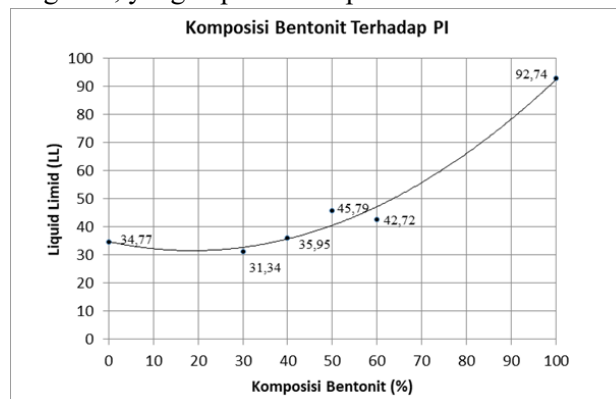


Gambar 3. Komposisi Bentonit Terhadap Liquid Limit (LL)

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium tahun 2025)

Berdasarkan hasil pengujian, Nilai PI pada kadar 0% bentonit diperoleh sebesar 34,77% dan termasuk dalam kategori tinggi, namun ketika bentonit ditambahkan hingga 40%, nilai PI meningkat menjadi lebih dari 35% dan termasuk dalam kategori sangat tinggi. Peningkatan PI yang konsisten ini menunjukkan bahwa campuran tanah dengan bentonit semakin plastis dan sensitif terhadap perubahan kadar air.

Penambahan bentonit membuat tanah lebih mampu air, yang menghasilkan peningkatan pada Indeks Plastisitas (PI) dan peningkatan pada Batas Cair (LL). Kondisi ini berdampak langsung pada potensi pengembangan, karena tanah dengan nilai LL dan PI yang tinggi secara umum memiliki potensi ekspansif yang sangat tinggi. Hasil data pengujian PI kemudian divisualisasikan dalam grafik, yang dapat dilihat pada Gambar 4.



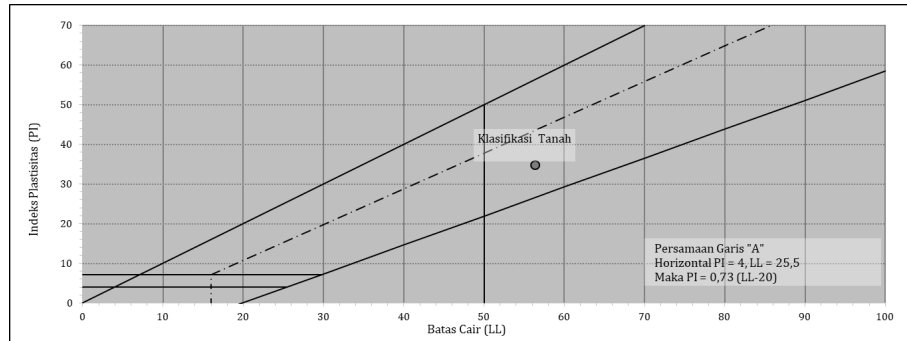
Gambar 4. Komposisi Bentonit Terhadap PI

(Sumber : Hasil pengujian laboratorium tahun 2025)

Klasifikasi Tanah Menurut USCS (Unified Soil Classification System)

Klasifikasi tanah menurut USCS mengklasifikasikan tanah berdasarkan ukuran Butiran Analisa Saringan dan Atterberg limits. Berdasarkan hasil pengujian batas Atterberg, tanah dengan nilai Batas Cair (LL) sebesar 56,37% dan Indeks Plastisitas (PI) sebesar 34,77% dianggap sebagai tanah berbutir halus. Seluruh sampel memiliki persentase lolos saringan No. 200. Selain itu, tanah termasuk dalam kategori plastisitas tinggi karena nilai LL lebih dari 50%. Oleh karena itu, tanah ini dapat digolongkan ke dalam CH (Clay of High Plasticity) menurut sistem klasifikasi USCS. Tanah jenis ini biasanya memiliki potensi kembang-susut

yang tinggi, permeabilitas yang rendah, dan sangat peka terhadap perubahan kadar air. Plot grafik plastisitas casagrande hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 5. Grafik Plastisitas USCS
 (Sumber : Penelitian Laboratorium Tahun 2025)

Indeks Pengembangan Tanah Metode 1-D Free Swell Test

1-D Free Swell Test merupakan pengujian pengembangan tanah secara vertikal atau 1 dimensi dalam kondisi sampel yang direndam, pengujian ini mengacu pada SNI 6424:2008 dengan pemberian beban secara bertahap. Pada pengujian ini menggunakan alat oedometer dengan enam variasi sampel campuran bentonit (0%, 30%, 40%, 50%, 60%, dan 100%), penambahan campuran bentonit hanya sebagai pembanding antar metode. Pada saat sebelum terjadi pengembangan tanah, sampel diberi beban secara bertahap dengan beban 2,5 kPa, 5 kPa, 10 kPa, 20 kPa, dan 40 kPa. Pembacaan beban menggunakan dial gauge dengan waktu per beban selama 24 jam, perubahan tinggi diukur hingga stabil, perubahan tinggi sampel dicatat dan digunakan untuk menghitung persentase swelling sebagai indikator potensi pengembangan tanah. Hasil pengujian *Swelling* dari 1-D *Free Swell Test* pada seluruh sampel, disajikan pada Tabel 2.

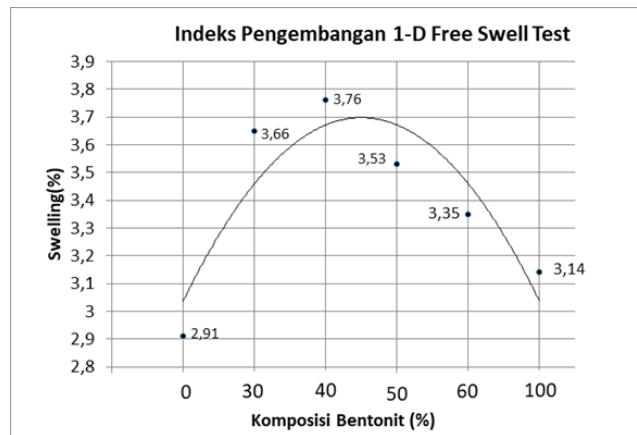
Tabel 2. Hasil 1-D Free Swell Test

Sampel	Komposisi Bentonit (%)	Swelling (%)
1	0	2,91
2	30	3,66
3	40	3,76
4	50	3,53
5	60	3,35
6	100	3,1

(Sumber : Hasil Pengujian laboratorium tahun 2025)

Hasil pengujian *swelling* menunjukkan bahwa penambahan bentonit memengaruhi kemampuan tanah untuk menyerap dan mengembang. Pada sampel yang tidak memiliki campuran bentonit (0%), nilai *swelling* awal adalah 2,91%. Ketika campuran bentonit sebesar 30% ditambahkan, nilai *swelling* meningkat secara signifikan menjadi 3,66%, dan pada campuran 40%, nilai *swelling* mencapai puncaknya menjadi 3,76%.

Nilai *swelling* menunjukkan tren penurunan setelah persentase tersebut pada campuran bentonit 50%, nilai *swelling* turun menjadi 3,53%, kemudian turun lagi menjadi 3,35% pada campuran 60%, dan akhirnya turun menjadi 3,10% pada komposisi 100% bentonit. Hasil dari seluruh pengujian yang telah dilakukan, selanjutnya membuat grafik Hasil Indeks Pengembangan 1- D *Free Swell Test*, yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Indeks Pengembangan 1-D *Free Swell Test*
(Sumber : Penelitian laboratorium 2025)

Berdasarkan grafik diatas, nilai swelling tertinggi diperoleh pada komposisi komposisi 40% bentonit sebesar 3,76 %. Nilai terendah diperoleh pada komposisi 0% bentonit sebesar 2,91 %. Hasil menunjukkan bahwa persentase bentonit 30 dan 40 persen adalah kondisi optimum untuk menghasilkan nilai swelling tertinggi, sementara penambahan bentonit lebih dari 40 persen menurunkan kemampuan tanah untuk mengembang. Ini karena struktur tanah menjadi lebih padat dan plastis pada kadar bentonit yang tinggi, yang mengurangi ruang antar butir untuk menyerap air dan mengurangi ruang pori untuk ekspansi.

Perbandingan Nilai Ekspansif Tanah

Pengujian Index Properties khususnya pada *Atterberg Limit Test* seperti *Liquid Limit* (LL) dan *Index Plasticity* (PI), memiliki perbedaan nilai pengembangan atau Ekspansif pada 1-D *Free Swell Test*. Nilai Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) terus meningkat ketika bentonit ditambahkan dari 0% hingga 50%. Tanah dengan komposisi 0% bentonit memiliki LL sebesar 56,37% dan PI sebesar 34,77%, tetapi nilai kedua parameter tersebut meningkat menjadi 89,54% (LL) dan 45,80% (PI) pada campuran 50%.

Berdasarkan hasil pengujian nilai swelling hanya meningkat pada komposisi 40% bentonit, dengan nilai maksimum 3,76%, kemudian turun kembali pada campuran 50 hingga 100 % bentonit, dengan nilai swelling turun menjadi 3,53%. Nilai swelling bahkan lebih rendah pada komposisi 60 % bentonit diperoleh sebesar (3,35%) dan komposisi 100% bentonit diperoleh sebesar (3,14%). Hal ini menunjukkan bahwa nilai pengembangan tanah memiliki titik optimum meskipun nilai LL dan PI terus meningkat.

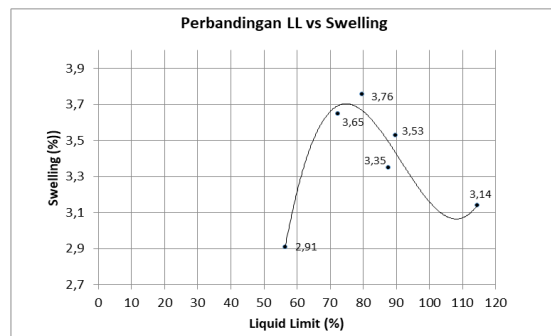
Nilai LL dan PI lebih menunjukkan sifat plastisitas tanah dan kemampuan untuk menyerap air, sedangkan nilai *swelling* lebih menunjukkan respons sebenarnya tanah terhadap penyerapan air dalam kondisi terkontrol ketika diberi beban tertentu. Oleh karena itu, analisis perbandingan ini menunjukkan bahwa untuk mengidentifikasi karakteristik ekspansif tanah secara lebih menyeluruh, kedua pendekatan—uji batas Atterberg dan uji aliran air bebas—harus digabungkan.

Berdasarkan hasil pengujian, perbandingan nilai pengembangan dan klasifikasi potensi pengembangan LL, PI, dan Swelling disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Pengembangan

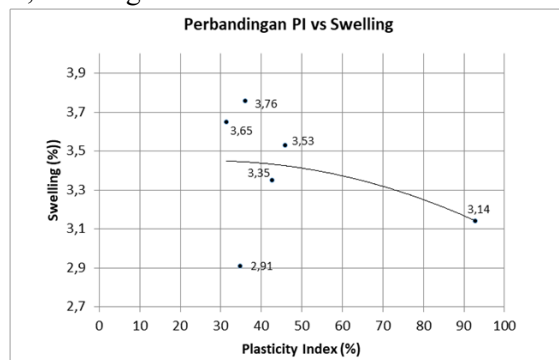
Komposisi Bentonit (%)	LL (%)	PI (%)	Swelling (%)	Klasifikasi (LL)	Klasifikasi (PI)	Klasifikasi Potensi Pengembangan
0	56,37	34,77	2,91	Tinggi	Tinggi	Rendah
30	72,29	31,34	3,66	Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang
40	79,49	35,95	3,76	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sedang
50	89,54	45,79	3,53	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sedang
60	87,51	42,72	3,35	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Rendah
100	114,33	92,72	3,14	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Rendah

Nilai pengembangan dari parameter tersebut divisualisasikan pada grafik perbandingan yang terlihat pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Perbandingan *Liquid Limit* (LL) Terhadap *Swelling*

Pada nilai LL sekitar 58%, diperoleh swelling terendah yaitu 2,91%. Seiring bertambahnya nilai LL hingga kisaran 70–80%, terjadi peningkatan *swelling* yang cukup signifikan, dengan puncak tertinggi sebesar 3,76% pada LL 77%. Namun, setelah melewati titik maksimum tersebut, tren *swelling* justru mengalami penurunan meskipun nilai LL terus meningkat. Pada LL 90%, swelling menurun.



Gambar 8. Perbandingan *Plasticity Index* (PI) Terhadap *Swelling*

Grafik Perbandingan Plasticity Index (PI) terhadap Swelling menunjukkan bahwa hubungan keduanya tidak bersifat linear. Pada nilai PI sekitar 35%, nilai swelling berada pada titik terendah yaitu 2,91%. Seiring bertambahnya PI ke kisaran 37–40%, terjadi peningkatan nilai swelling yang cukup signifikan hingga mencapai 3,76%. Kondisi ini menunjukkan bahwa

pada rentang PI tertentu, tanah memiliki potensi kembang maksimum akibat adanya kandungan mineral lempung aktif yang tinggi, khususnya montmorillonit, yang memiliki sifat mudah menyerap air dan mengalami perubahan volume .

Namun, setelah melewati titik optimum tersebut, tren swelling justru mengalami penurunan meskipun nilai PI terus meningkat. Pada PI 45%, nilai swelling menurun menjadi 3,53%, dan terus berkurang hingga mencapai 3,14% pada PI sekitar 92%. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai PI tidak selalu diikuti oleh peningkatan nilai swelling. Menurut Chen (1988), hal tersebut dapat terjadi karena pada kadar bentonit tinggi, meskipun indeks plastisitas meningkat, struktur tanah menjadi lebih rapat akibat orientasi partikel lempung yang sejajar, sehingga ruang pori untuk menampung air berkurang dan potensi pengembangan menurun.

Secara umum, hasil ini menguatkan bahwa PI memang dapat digunakan sebagai indikator awal potensi kembang tanah, tetapi tidak berdiri sendiri. Faktor lain seperti jenis mineral lempung, kadar air alami, distribusi ukuran butiran, serta interaksi antarpartikel juga sangat memengaruhi perilaku pengembangan. Dengan demikian, hubungan antara PI dan swelling bersifat non-linear dan menunjukkan adanya titik optimum tertentu, yang dalam penelitian ini terjadi pada PI sekitar 37–40%.

D. Penutup

Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Karakteristik tanah Berdasarkan Atterberg Limit mengacu pada SNI 1966 2008, menunjukkan bahwa tanah dengan komposisi 0% bentonit diperoleh nilai Liquid Limit (LL) sebesar 56,37%, Plasticity Index (PI) sebesar 34,77%, yang termasuk dalam kategori tanah plastis tinggi. Penambahan bentonit meningkatkan nilai LL dan PI secara bertahap, di mana pada 50% bentonit, LL mencapai 89,54% dan PI sebesar 45,80%. Hal ini menggambarkan bahwa tanah semakin plastis, memiliki kemampuan menyerap air yang lebih besar, dan secara teoritis berpotensi ekspansif lebih tinggi.
2. Karakteristik Tanah Berdasarkan 1-D *Free Swell Test*, menunjukkan bahwa tanah dengan komposisi 0% bentonit memiliki nilai pengembangan (*swelling*) 2,91% yang termasuk kategori rendah. Dengan penambahan bentonit, nilai *swelling* meningkat hingga titik optimum pada campuran 40% bentonit dengan nilai 3,76% (kategori sedang). Namun, pada campuran bentonit lebih tinggi (50–100%), nilai swelling menurun kembali, dengan nilai terendah 3,14% pada 100% bentonit.
3. Perbandingan Nilai Ekspansif Tanah antara *Index Properties* (LL dan PI) terhadap 1-D *Free Swell Test*. Pada LL dan PI memberikan indikasi bahwa tanah semakin ekspansif dengan bertambahnya bentonit, sedangkan uji *Free Swell* menunjukkan bahwa ekspansivitas tanah memiliki titik optimum pada 30–40% bentonit dan menurun setelahnya. Hal ini menegaskan bahwa uji *Atterberg Limit* hanya dapat digunakan sebagai indikator potensi ekspansif, sedangkan 1-D *Free Swell Test* merepresentasikan respon aktual tanah terhadap air. Dengan demikian, *Index Properties* penting untuk klasifikasi awal dan prediksi, sementara 1-D *Free Swell Test* diperlukan untuk mengonfirmasi perilaku aktual tanah.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan dilakukan dengan variasi kadar bentonit yang lebih rinci terutama pada kisaran komposisi optimum 30%-40%. Sehingga hasil yang diperoleh lebih representatif dan aplikatif bagi perencanaan geoteknik di lapangan.

Daftar Pustaka

Ahsana, J. (2024). *Pengujian Berdasarkan SNI Untuk Mengetahui Sifat Fisik dan Mekanis Tanah*. 2(2), 40–43. <https://doi.org/10.59395/ahsana.v2i2.337>

- Arbianto, R., Susilo, B., & Surjandari, N. S. (2016). Studi korelasi indeks plastisitas dan batas susut terhadap perilaku mengembang tanah. *Ejurnal Kajian Teknik Sipil*, 1(2), 101–119.
- Cahyaka, H. W., Wibowo, A., Handayani, K. D., Wiyono, A., & Santoso, E. H. (2018). Analisis Penambahan Serbuk Batu Gamping Terhadap Nilai Potensial Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Driyorejo Gresik. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 186–194.
- Evelyn, E., & Makarim, C. A. (2018). Potensi Ekspansif Pada Tanah Residual Dengan Atterberg Limit Dan X-Ray Diffraction Test Untuk Wilayah Jakarta Dan Sekitarnya. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(1), 168. <https://doi.org/10.24912/jmts.v1i1.2293>
- Levany, O. S., & Sentosa, G. S. (2024). Potensi Tanah Ekspansif Di Wilayah Jakarta Dan Sekitarnya. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(2), 589–596. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i2.28010>
- Maricar, M. H., Samang, L., Pallu, M. S., & Tjaronge, W. (2016). *Kajian Eksperimental Kesesuaian Antara Sifat Indeks Dan Hasil X-Ray Diffraction Tanah Ekspansif*. 5(25), 17–25. <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jkts/article/view/148>
- Badan Standarisasi Nasional, (2008). Metode Uji Swelling Tanah (SNI 6424 2008). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, (2011). Metode Uji Konsolidasi Tanah (SNI 2812:2011). Badan Standarisasi Nasional.
- Chen, F. H (1988). *Foundation On Expanxive Soils*. Amsterdam;Elsevier.