

## HUBUNGAN ANTARA NILAI *UNCONFINED COMPRESSION TEST* DENGAN *LIQUID LIMIT (LL)* DAN *LIQUIDITY INDEX (LI)*

ATHIYAH SAULAWANI<sup>1</sup>, ELY MULYATI<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma<sup>1,2</sup>

Email: athiyahsaulawani2801@gmail.com<sup>1</sup>, ely.mazpar@gmail.com<sup>2</sup>

**Abstrak:** Clay soil is a type of soil with high plasticity whose properties are strongly influenced by water content. The consistency of clay can be represented by the Liquid Limit (LL) and Liquidity Index (LI), while its strength is commonly evaluated using the Unconfined Compression Test (UCT), which is widely applied in geotechnical analysis. This study aims to analyze the relationship between UCT values and soil consistency index parameters (LL and LI). Soil samples were taken from three different locations and compacted according to the Standard Proctor test as a reference for preparing unconfined compression test specimens. The test results show that the LL values at the three locations were 56.37%, 60.91%, and 42.43%, while LI values ranged from -0.47 to -0.04, indicating soil conditions from dense to slightly plastic. The unconfined compressive strength ( $q_u$ ) at the optimum water content was 14.91 kg/cm<sup>2</sup> at Location 1, 12.50 kg/cm<sup>2</sup> at Location 2, and 13.20 kg/cm<sup>2</sup> at Location 3. Correlation analysis indicates a weak relationship between  $q_u$  and LL, while  $q_u$  and LI exhibit a relatively high  $R^2$  value. However, due to the very limited amount of data, the relationship between these parameters cannot yet be conclusively determined.

**Keywords:** Clay soil, Unconfined Compression Test (UCT), Liquid Limit (LL), Liquidity Index (LI), Compaction

**Absrak:** Tanah lempung merupakan tanah dengan plastisitas tinggi yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh kadar air. Salah satu parameter yang digunakan untuk menggambarkan konsistensi tanah lempung adalah batas cair (Liquid Limit/LL) dan indeks likuiditas (Liquidity Index/LI). Sementara itu, kekuatan tanah dapat diketahui melalui uji kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test/UCT) yang sering digunakan dalam analisis geoteknik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara nilai UCT dengan parameter indeks konsistensi tanah (LL dan LI). Sampel tanah diambil dari tiga lokasi berbeda, kemudian dipadatkan sesuai uji Standar Proctor sebagai acuan pembuatan benda uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai LL pada ketiga lokasi berturut-turut sebesar 56,37%, 60,91%, dan 42,43%, sedangkan nilai LI berkisar antara -0,47 hingga -0,04, yang menunjukkan kondisi tanah padat hingga agak plastis. Nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) pada kadar air optimum diperoleh sebesar 14,91 kg/cm<sup>2</sup> pada Lokasi 1, 12,50 kg/cm<sup>2</sup> pada Lokasi 2, dan 13,20 kg/cm<sup>2</sup> pada Lokasi 3. Analisis korelasi menunjukkan bahwa hubungan  $q_u$  dengan LL lemah, sedangkan  $q_u$  dengan LI memiliki nilai  $R^2$  cukup tinggi. Namun, karena jumlah data yang digunakan sangat terbatas, hubungan antara parameter-parameter tersebut belum dapat disimpulkan secara meyakinkan.

**Kata kunci:** Tanah lempung, Unconfined Compression Test (UCT), Liquid Limit (LL), Liquidity Index (LI), Pemadatan

### A.Pendahuluan

Tanah merupakan salah satu material utama dalam konstruksi yang berperan sebagai media pendukung beban dari struktur yang berdiri di atasnya. Karakteristik fisik dan mekanik tanah sangat memengaruhi kestabilan struktur, sehingga pemahaman yang baik mengenai sifat tanah menjadi hal yang penting sebelum perencanaan dan pelaksanaan pembangunan dilakukan (Harahap et al., 2023). Tidak semua jenis tanah mampu menopang beban dengan baik, karena adanya perbedaan proses pembentukan, topografi, dan kondisi geologi.

Salah satu jenis tanah yang umum dijumpai adalah tanah lempung (*clay*), yang memiliki sifat plastis dan sangat peka terhadap perubahan kadar air. Tanah lempung tergolong sebagai tanah berbutir halus dengan sifat kembang-susut yang signifikan. Perubahan kadar air dapat menyebabkan tanah mengembang atau menyusut, yang pada akhirnya dapat memicu permasalahan teknis seperti penurunan diferensial, retakan, hingga kegagalan struktur (Ardianto et al., 2023). Oleh karena itu, analisis sifat fisik dan mekanik tanah lempung sangat penting untuk mengantisipasi permasalahan tersebut.

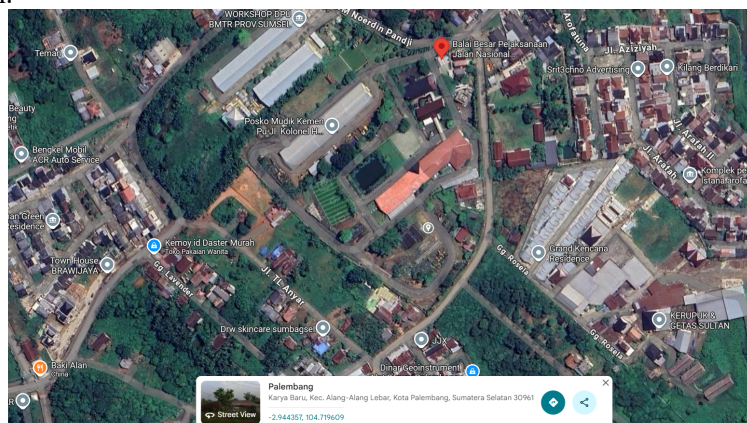
Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui sifat fisik tanah adalah pengujian batas Atterberg, yang meliputi batas cair (*Liquid Limit/LL*) dan batas plastis (*Plastic Limit/PL*). Nilai-nilai ini menggambarkan tingkat plastisitas tanah, yang berkaitan dengan perilaku perubahan bentuk dan kekuatan geser tanah. Sementara itu, sifat mekanik tanah dapat diukur melalui *Unconfined Compression Test (UCT)*, yaitu pengujian kuat tekan bebas yang mengindikasikan kemampuan tanah menahan beban aksial tanpa adanya tekanan lateral (Sari et al., 2023).

Penelitian sebelumnya oleh Habibullah et al., (2022) menunjukkan adanya hubungan antara *undrained shear strength* dan *Liquidity Index (LI)* pada sampel tanah dari Semenanjung Malaysia. Sementara itu, Ardhanihan et al., (2022) meneliti hubungan LL dan indeks plastisitas (PI) terhadap nilai kohesi pada tanah lempung di Kabupaten Mempawah. Namun, penelitian yang mengaitkan nilai UCT dengan LL dan LI secara bersamaan, khususnya menggunakan data kadar air optimum hasil pemadatan untuk UCT, masih terbatas.

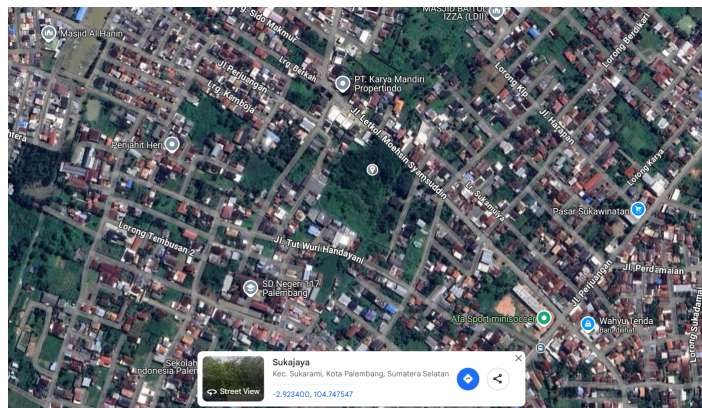
Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara nilai UCT dengan LL dan LI pada tanah lempung dari tiga lokasi berbeda di Kota Palembang. Hasilnya diharapkan dapat memberikan gambaran tentang sejauh mana sifat plastisitas tanah memengaruhi kekuatan tekan bebasnya, serta menjadi acuan dalam perencanaan konstruksi yang melibatkan tanah lempung.

## B. Metodologi Penelitian

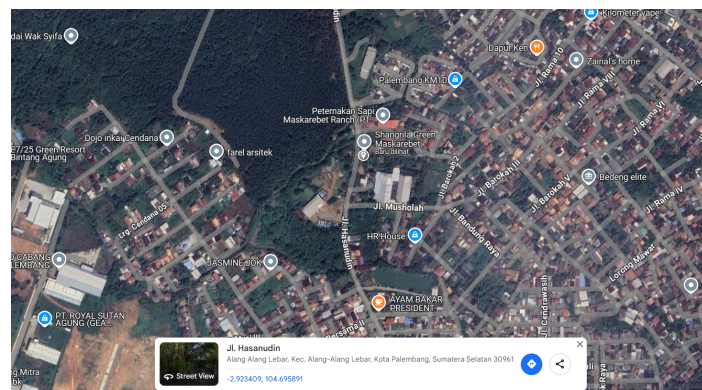
Penelitian ini menggunakan tanah lempung yang diambil dari tiga lokasi berbeda di wilayah Kota Palembang yaitu Lokasi 1 di Kawasan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) berlokasi di Jl. Kol. H. M. Noerdin Pandji, Kel. Karya Baru, Kec. Alang-Alang Lebar, Kota Palembang, Lokasi 2 di Kawasan Maskarebet berlokasi di Jl. Sukawinatan, Sukajaya, Kec. Sukarami, Kota Palembang. Lokasi 3 di Kawasan daerah Sukawinatan berlokasi di Jl. Hasanudin, Talang Klp., Kec. Alang-Alang Lebar, Kota Palembang. Setiap lokasi diambil satu jenis tanah pada kedalaman kurang lebih  $\pm 60$  cm dari permukaan tanah. Sampel tanah diambil dalam kondisi terganggu (*disturbed sample*) untuk keperluan pengujian di laboratorium.



Gambar 1. Lokasi 1 Pengambilan Sampel di Lokasi Balai



Gambar 2. Lokasi 2 Pengambilan Sampel di Lokasi Maskarebet



Gambar 3. Lokasi 3 Pengambilan Sampel di Lokasi Sukawinatan

Tanah dari ketiga lokasi penelitian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan serangkaian pengujian sifat fisik dan mekanik. Tahap awal meliputi persiapan sampel berupa pengeringan udara, peremukan, serta penyaringan sesuai standar pengujian tanah. Sampel kemudian diuji untuk mengetahui kadar air (SNI 1965:2008), berat jenis tanah (SNI 1964:2008), batas Atterberg (SNI 1966:2008), serta gradasi butiran melalui analisa saringan (SNI 3423:2008).

Selanjutnya dilakukan uji pemadatan menggunakan metode Standar Proctor (SNI 1742:2008) untuk memperoleh kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) dan berat isi kering maksimum (Maximum Dry Density/MDD). Sampel hasil pemadatan inilah yang langsung digunakan sebagai benda uji untuk pengujian kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test/UCT) sesuai prosedur SNI 3638:2012.

Hasil pengujian berupa nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) kemudian dianalisis hubungannya dengan parameter indeks konsistensi tanah, yaitu *Liquid Limit* (LL) dan *Liquidity Index* (LI), untuk melihat pengaruh sifat konsistensi tanah terhadap kekuatan tekan bebas.

### C. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Pengujian Indeks Properties

Tabel 1 Hasil Pengujian Indeks Properties dari 3 lokasi

Jenis Pengujian	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
Kadar Air (%)	18,07	33,77	35,00
Berat Jenis	2,52	2,54	2,58
Lolos Saringan No 200 (%)	3,42	8,17	5,42

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium 2025

Hasil pengujian indeks properties menunjukkan bahwa kadar air tertinggi terdapat pada Lokasi 3 sebesar 35,00% dan terendah pada Lokasi 1 sebesar 18,07%. Nilai berat jenis relatif seragam pada ketiga lokasi, yaitu antara 2,52–2,58. Sementara itu, persentase lolos saringan No. 200 terbesar terdapat pada Lokasi 2 sebesar 8,17%, menunjukkan kandungan butiran halus lebih dominan dibanding Lokasi 1 sebesar 3,42% dan Lokasi 3 sebesar 5,42%.

### Hasil Pengujian Atterberg

Tabel 2. Hasil Pengujian Batas Atterberg Dari 3 Lokasi

Lokasi	LL (%)	PL (%)	PI (%)
1	56,37	21,60	34,77
2	60,91	31,13	29,78
3	42,43	23,53	18,91

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium 2025

Berdasarkan Tabel 2, nilai LL tertinggi diperoleh pada Lokasi 2 yaitu 60,91% dengan PI 29,78%, menunjukkan plastisitas tinggi (CH). Nilai LL terendah terdapat pada Lokasi 3 yaitu 42,43% dengan PI 18,91% yang mengindikasikan plastisitas sedang (CI). Lokasi 1 memiliki LL 56,37% dan PI 34,77%, masuk kategori plastisitas tinggi namun lebih rendah dari Lokasi 2.

### Hasil Klasifikasi USCS

Tabel 3. Hasil Klasifikasi USCS Dari 3 Lokasi

Lokasi	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Lolos Saringan 200 (%)	Klasifikasi
1	56,37	21,60	34,77	3,42	CH
2	60,91	31,13	29,78	8,17	CH/MH
3	42,43	23,53	18,91	3,42	CL

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium 2025

Berdasarkan tabel 3, diperoleh variasi sifat plastisitas pada ketiga lokasi. Pada Lokasi 1, tanah memiliki nilai LL sebesar 56,37% dan PI 34,77%, sehingga dikategorikan sebagai CH (*Clay of High Plasticity*). Pada Lokasi 2, nilai LL mencapai 60,91% dengan PI 29,78%. Titik hasil uji berada tepat pada Garis A, sehingga tanah dapat digolongkan sebagai CH (*Clay of High Plasticity*) atau MH (*Much of High Plasticity*). Sementara itu, pada Lokasi 3, nilai LL lebih rendah yaitu 42,43% dengan PI 18,91%, sehingga tanah termasuk CL (*Clay of Low Plasticity*).

### Hasil Pengujian Compaction

Tabel 4. Hasil Uji Pematatan Tanah Dari Tiga Lokasi.

No	Lokasi	Sampel	Kadar Air (%)	$\gamma_d$ max (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1	1	15,71	1,67
2		2	16,92	1,69
3		3	18,06	1,70
4		4	19,43	1,67
5		5	21,04	1,62
6	2	1	18,62	1,63
7		2	20,24	1,64
8		3	21,39	1,63
9		4	23,14	1,59
10		5	26,36	1,51

11	3	1	17,25	1,94
12		2	18,86	1,98
13		3	20,98	2,01
14		4	22,38	2,00
15		5	23,48	1,98

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium 202

Berdasarkan tabel 4, kadar air optimum pada Lokasi 1 sebesar 18,06, kadar air optimum pada Lokasi 2 sebesar 21,39%, dan kadar air optimum pada Lokasi 3 sebesar 20,98 %. Kepadatan kering maksimum pada lokasi 1 sebesar 1,70 %, Kepadatan kering maksimum pada lokasi 2 sebesar 1,63%, Kepadatan kering maksimum pada lokasi 3 sebesar 1,66%,

### Hasil Pengujian Unconfined Compression Test (UCT)

Tabel 5. Hasil Pengujian Unconfined Compression Test

No	Lokasi	Sampel	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	Liquidity Index
1	1	1	14,91	-0,2
2		2	10,56	-0,15
3		3	9,75	-0,10
4		4	6,64	-0,07
5		5	6,01	-0,04
6	2	1	12,08	-0,45
7		2	12,5	-0,43
8		3	9,43	-0,37
9		4	6,20	-0,32
10		5	3,54	-0,25
11	3	1	10,63	-0,44
12		2	13,2	-0,32
13		3	10,30	-0,19
14		4	6,95	-0,13
15		5	3,67	-0,06

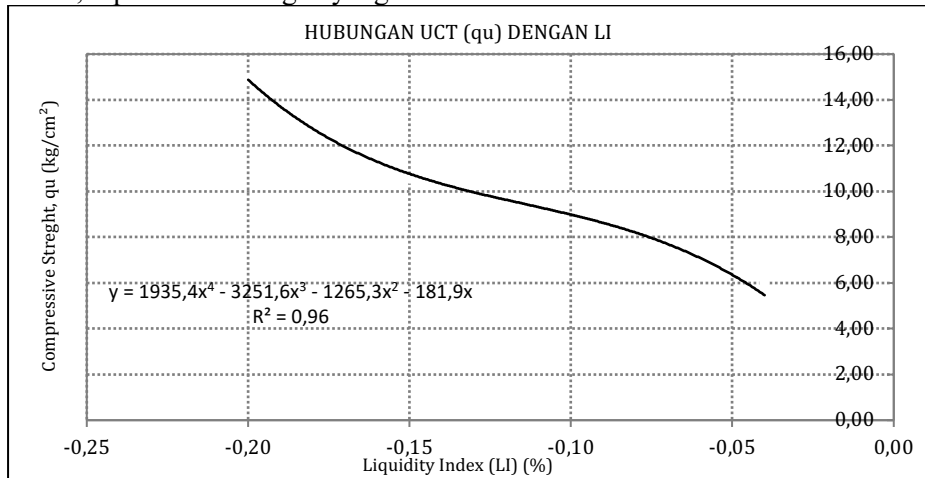
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium 2025

Berdasarkan Tabel 5, nilai kuat tekan bebas (qu) maksimum yang diperoleh dari tiga lokasi pengambilan sampel menunjukkan variasi yang cukup jelas. Lokasi 1 memiliki nilai qu tertinggi yaitu 14,91 kPa dengan nilai *Liquidity Index* (LI) sebesar -0,20, menandakan kondisi tanah relatif padat dengan kadar air di bawah batas plastisnya. Lokasi 2 memiliki nilai qu terendah yaitu 12,50 kPa dengan LI sebesar -0,43, yang mengindikasikan tanah berada dalam kondisi lebih kaku namun kurang padat dibandingkan lokasi lainnya. Sementara itu, Lokasi 3 menunjukkan nilai qu sebesar 13,20 kPa dengan LI -0,32, yang berada di antara dua lokasi lainnya.

Nilai LI negatif di ketiga lokasi menunjukkan bahwa kadar air tanah saat pengujian berada di bawah batas plastis, sehingga tanah berada pada kondisi padat hingga agak plastis. Perbedaan nilai qu antar lokasi dapat dipengaruhi oleh perbedaan tingkat kepadatan hasil pemadatan, distribusi ukuran butir, dan kandungan air tanah pada saat pengujian. Secara umum, semakin besar nilai qu menunjukkan tanah memiliki daya dukung yang lebih tinggi, yang dalam hal ini dimiliki oleh tanah di Lokasi 1.

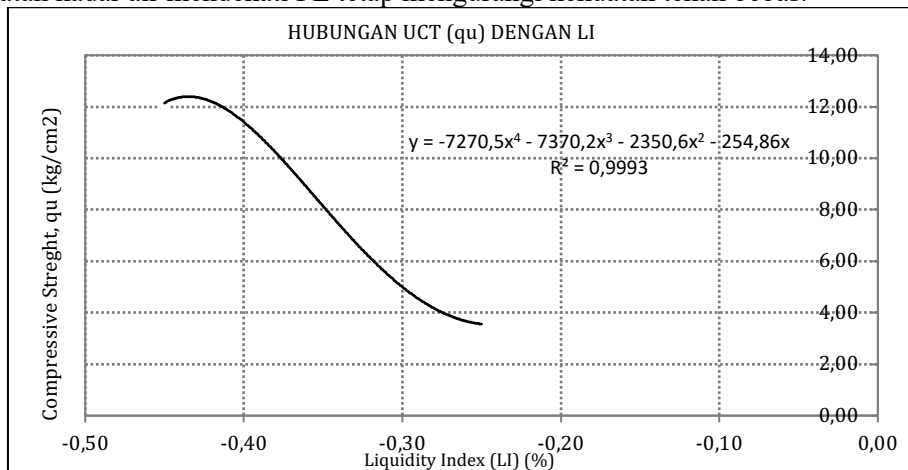
### Hubungan UCT dengan LI per Lokasi

Analisis hubungan antara nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dengan *Liquidity Index* (LI) dilakukan untuk setiap lokasi penelitian. Berdasarkan hasil regresi polinomial pada masing-masing lokasi, diperoleh hubungan yang bervariasi.



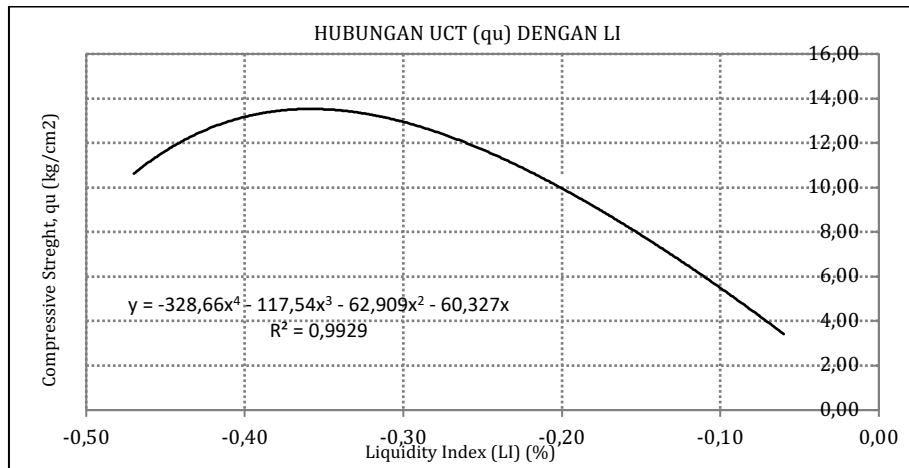
Gambar 4. Grafik Hubungan UCT dengan LI Lokasi 1

Lokasi 1 memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2 = 0,96$ ), menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara LI dan  $q_u$ . Nilai  $q_u$  cenderung tinggi pada LI rendah (sekitar -0,20), namun menurun secara konsisten seiring kenaikan LI menuju -0,04. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun seluruh sampel berada pada kondisi lebih kaku dari batas plastisnya (LI negatif), peningkatan kadar air mendekati PL tetap mengurangi kekuatan tekan bebas.



Gambar 5. Grafik Hubungan UCT dengan LI Lokasi 2

Lokasi 2 menunjukkan nilai  $R^2 = 0,9993$ , yang berarti hubungan hampir sempurna secara statistik. Penurunan  $q_u$  terjadi sangat tajam meskipun peningkatan LI relatif kecil dari -0,45 ke -0,25. Hal ini menandakan tanah di lokasi ini sangat sensitif terhadap perubahan kadar air, kemungkinan akibat struktur tanah yang lebih lepas dan plastisitas tinggi LL tertinggi sebesar 60,91%.

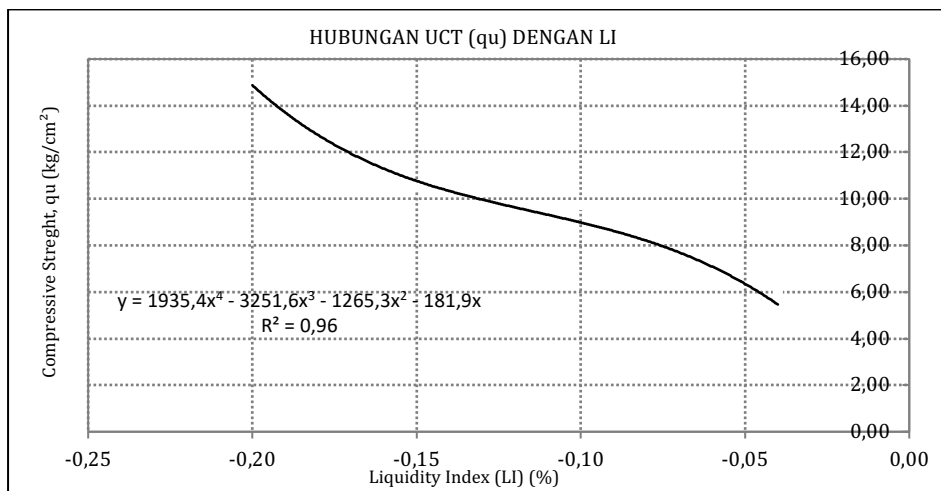


Gambar 6. Grafik Hubungan UCT dengan LI Lokasi 3

Lokasi 3 memiliki pola berbeda, dengan  $R^2 = 0,9929$ . Terdapat titik optimum pada LI sekitar -0,35, di mana nilai  $qu$  mencapai puncak sebelum kembali menurun pada LI yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu, sedikit kenaikan kadar air dari kondisi kaku dapat meningkatkan kekuatan akibat distribusi kelembapan yang lebih merata, namun kenaikan lebih lanjut tetap menyebabkan penurunan kekuatan.

Secara umum, hasil ini memperlihatkan bahwa meskipun semua sampel berada pada kondisi kadar air di bawah batas plastisnya (LI negatif), hubungan LI dengan  $qu$  tetap signifikan. Tingkat sensitivitas perubahan kekuatan terhadap LI berbeda di tiap lokasi, dipengaruhi oleh faktor seperti plastisitas tanah, kepadatan hasil pemadatan, serta kondisi struktur internal tanah.

### Hubungan UCT dengan LL dari Kadar Air Optimum



Gambar 7. Grafik Hubungan UCT dengan LL

Analisis hubungan antara nilai kuat tekan bebas ( $qu$ ) pada kadar air optimum dengan nilai batas cair (*Liquid Limit/LL*) dari ketiga lokasi menunjukkan kecenderungan bahwa semakin tinggi LL, semakin rendah nilai  $qu$  yang diperoleh. Kondisi ini terlihat jelas pada Lokasi 2 yang memiliki LL tertinggi, yaitu 60,91%, dengan  $qu$  hanya 12,50 kg/cm<sup>2</sup>. Sebaliknya, Lokasi 1 dengan LL lebih rendah yaitu 56,37% menunjukkan  $qu$  tertinggi 14,91

kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan Lokasi 3 dengan LL terendah yaitu 42,43% memiliki nilai  $q_u$  menengah 13,20 kg/cm<sup>2</sup>.

Pola ini mengindikasikan bahwa tanah dengan plastisitas lebih tinggi (LL besar) cenderung memiliki kekuatan geser lebih rendah pada kondisi kadar air optimum, kemungkinan akibat meningkatnya sifat kembang-susut dan berkurangnya kohesi efektif antarpartikel. Namun, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang rendah menunjukkan bahwa LL bukan satu-satunya faktor penentu kekuatan tekan bebas tanah lempung. Faktor lain seperti tingkat kepadatan hasil pemadatan, struktur butiran, distribusi ukuran partikel, dan tingkat kejenuhan tanah saat pengujian juga berperan penting dalam menentukan nilai  $q_u$ .

## D. Penutup

### Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada tiga sampel tanah lempung, diperoleh Kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai *Liquid Limit* (LL) pada ketiga Lokasi berturut-turut sebesar 56,37%, 60,91%, dan 42,43%. Nilai tertinggi diperoleh pada Lokasi 2 yaitu 60,91%, sedangkan nilai terendah pada Lokasi 3 yaitu 42,43%.
2. Nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) pada kadar air optimum diperoleh sebesar 14,91 kg/cm<sup>2</sup> pada lokasi 1, 12,50 kg/cm<sup>2</sup> pada lokasi 2, dan 13,20 kg/cm<sup>2</sup> pada Lokasi 3, dengan nilai tertinggi pada lokasi 1 dan terendah pada lokasi 2. Nilai Indeks Likuiditas (*Liquidity Index/LI*) berada pada rentang -0,47 sampai -0,04, menunjukkan bahwa kondisi tanah berada pada keadaan padat hingga agak plastis. Nilai negatif pada LI menandakan kadar air tanah lebih rendah daripada batas plastisnya.
3. Hubungan UCT ( $q_u$ ) dengan LL menunjukkan korelasi yang lemah dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) rendah, sehingga peningkatan nilai LL tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan nilai  $q_u$ . Sebaliknya, hubungan  $q_u$  dengan LI memperlihatkan nilai  $R^2$  yang cukup tinggi, yang secara teoritis mengindikasikan adanya pengaruh konsistensi tanah terhadap kuat tekan bebas. Namun demikian, karena jumlah sampel penelitian sangat terbatas, maka baik hubungan  $q_u$  dengan LL maupun  $q_u$  dengan LI belum dapat disimpulkan secara meyakinkan, sehingga diperlukan data tambahan dengan jumlah sampel yang lebih banyak untuk memperoleh hasil analisis yang lebih akurat.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menggunakan lebih banyak sampel dari lokasi yang berbeda, sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai pengaruhnya terhadap nilai UCT, LL, dan LI.

### Daftar Pustaka

- Ardhanihan, F., Mukti, E. T., & Rustamaji, R. M. (2022). Korelasi batas cair dan indeks plastisitas terhadap nilai kohesi tanah pada uji Triaksial UU (Unconsolidated-Undrained) tanah lempung pada Kabupaten Mempawah. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 9(1), 1–6.
- Habibullah, H. S., Lee, M. L., & Wong, S. Y. (2022). Correlation between undrained shear strength and liquidity index of soils in Malaysia. *E3S Web of Conferences*, 347, 1–10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234703004>
- Sari, C., Wong, I. L. K., & Sopacua, H. A. I. (2023). Korelasi Kuat Tekan Bebas (UCT) Dengan Kuat Geser Langsung (Direct Shear Test) Pada Tanah Lempung. *Paulus Civil Engineering Journal*, 5(2), 359–369. <https://doi.org/10.52722/pcej.v5i2.646>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara uji berat jenis tanah*. SNI 1964:2008. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara uji kadar air tanah dengan oven*. SNI 1965:2008. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara uji batas Atterberg (batas cair, plastis, dan susut)*. SNI 1966:2008. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara uji analisis saringan agregat halus dan kasar*. SNI 3423:2008. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Metode pengujian kepadatan tanah dengan alat pemadat standar (Standard Proctor Test)*. SNI 1742:2008. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Metode pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif*. SNI 3638:2012. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.