

SURAT TUGAS

Nomor: 749-R/UNTAR/PENELITIAN/IV/2025

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

1. **ANIEK PRIHATININGSIH, Ir., M.M.**
2. **SHERLIN ANGELINA**

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul	:	STUDI PERBANDINGAN NILAI UNDRAINED SHEAR STRENGTH TERHADAP NILAI LIQUID LIMIT TANAH LEMPUNG
Nama Media	:	Jurnal Mitra Teknik Sipil
Penerbit	:	Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Volume/Tahun	:	8/1/2025/Februari
URL Repository	:	https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/32590

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

14 April 2025

Rektor



Prof. Dr. Amad Sudiro, S.H., M.H., M.Kn., M.M.

Print Security : 3407beaf98de8d174be711fb766e5f38

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat 11440
P: 021 - 5695 8744 (Humas)
E: humas@untar.ac.id

     [Untar Jakarta](#)

 untar.ac.id

Lembaga

- Pembelajaran
- Kemahasiswaan dan Alumni
- Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat
- Penjaminan Mutu dan Sumber Daya
- Sistem Informasi dan Database

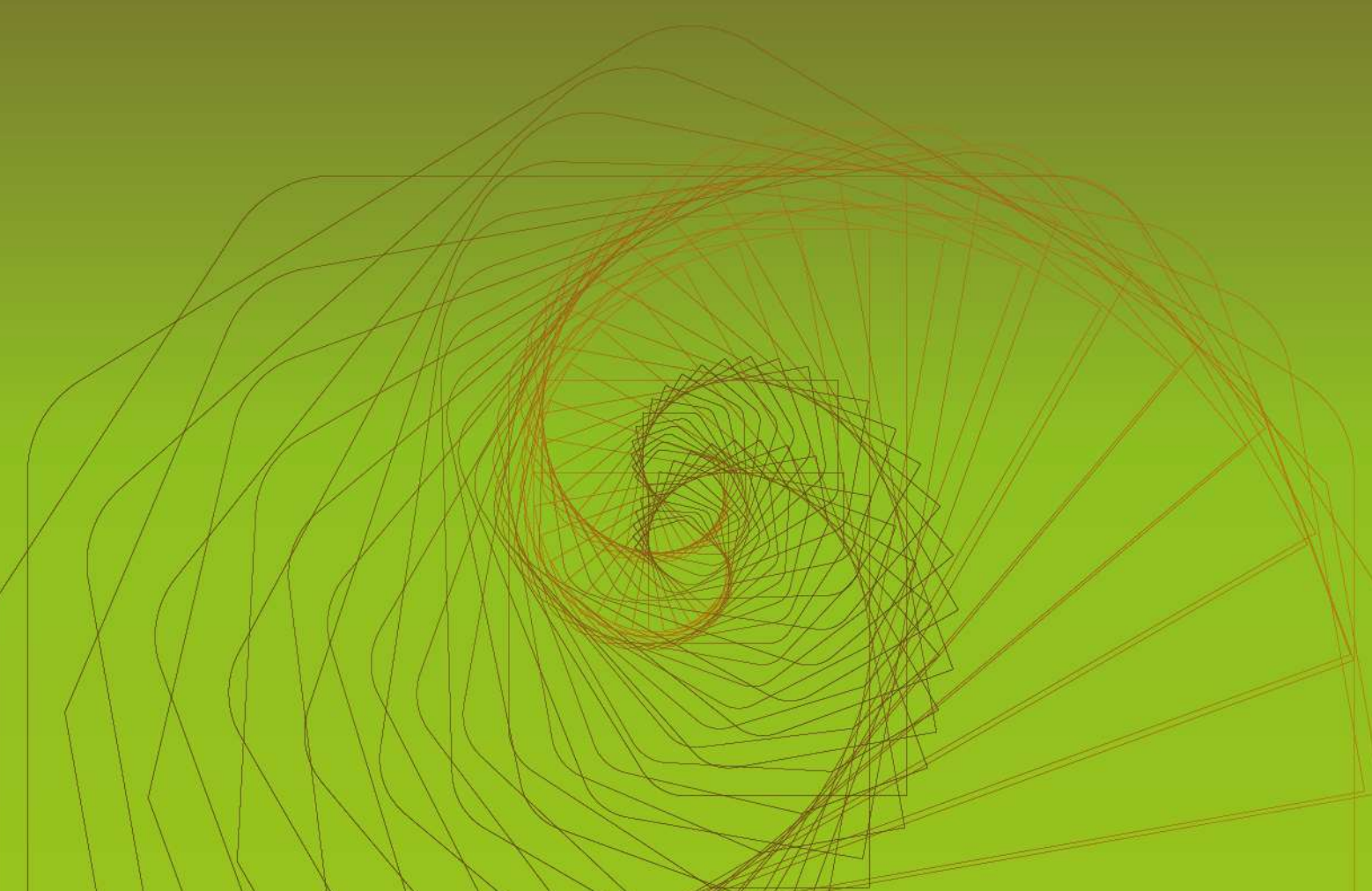
Fakultas

- Ekonomi dan Bisnis
- Hukum
- Teknik
- Kedokteran
- Psikologi
- Teknologi Informasi
- Seni Rupa dan Desain
- Ilmu Komunikasi
- Program Pascasarjana

JMTS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 8 No. 1 Februari 2025



e-ISSN : 2622-545X

Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 8, Nomor 1, Februari 2025

Redaksi

Ketua Dewan Editor <i>(Editor-in-Chief)</i>	Andy Prabowo, Ph.D. (Universitas Tarumanagara)
Editor Pelaksana <i>(Executive Editors)</i>	Ir. Arif Sandjaya, S.T., M.T. (Universitas Tarumanagara) Vittorio Kurniawan, S.T., M.Sc. (Universitas Tarumanagara) Lidwina Sri Ayu DR Sianturi, S.T., M.T. (Universitas Tarumanagara)
Dewan Editor <i>(Editorial Board)</i>	Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Dr. Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Daniel Christianto, S.T., M.T. (Universitas Tarumanagara) Ir. Yenny Untari Liucius, S.T., M.T. (Universitas Tarumanagara) Ir. Aniek Prihatiningsih, M.M. (Universitas Tarumanagara) Ir. Arianti Sutandi, M.Eng. (Universitas Tarumanagara) Ir. Sunarjo Leman, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Eng. Mia Wimala, S.T., M.T. (Universitas Katholik Parahyangan) Erwin Lim, S.T., M.S., Ph.D. (Institut Teknologi Bandung) Prof. Tavio, S.T., M.T., Ph.D. (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
Advisory International Editorial Boards	Prof. Monty Sutrisna, Ph.D. (Massey University, New Zealand) Prof. Buntara Sthenly Ghan, Ph.D. (Nihon University, Japan)
Mitra Bestari Nasional <i>(National Reviewers)</i>	Dr. Ir. Najid, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Henny Wiyanto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Ir. Oei Fuk Jin, S.T., M.Eng., D.Eng. (Universitas Tarumanagara) Dr. Mega Waty, M.T. (Universitas Tarumanagara) Alfred J. Susilo, S.T., M.Eng., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Onnyxiforus Gondokusumo, M.Eng. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ida Ayu Oka Suwati Sideman, S.T., M.Sc. (Universitas Mataram) Prof. Ir. Didi S. Agustawijaya, M.Eng., Ph.D. (Universitas Mataram) Dr. Nurul Fajar Januriyadi (Universitas Pertamina) Dr. Ir. Usman Wijaya, S.T., M.T. (Universitas Trisakti) Vienti Hadsari, Ph.D. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta) Ir. Andryan Suhendra, M.T. (Binus University) Reynaldo Siahaan, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas) Helmy H. Tjahjanto, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Katholik Parahyangan) Dr. Tilaka Wasanta, S.T., M.T. (Universitas Katholik Parahyangan) Anissa Noor Tadjudin, S.T., M.Sc., Ph.D. (cand) (Universitas Gadjah Mada) Dr. Amelia Yuwono, S.T., S.Kom., M.T. (PT. Tarumanagara Bumiayasa) Dr. Ir. F.X. Supartono (PT Midasindo Teknik Utama) Ir. Ali Iskandar, S.T., M.T. (PT. Solusi Andal Geointegra)

**Mitra Bestari
Internasional
(*International
Reviewers*)**

Prof. Bonaventura W. Hadikusumo (Asian Institute Technology, Bangkok)
Prof. Dr.-Ing. Joewono Prasetyo (University Tun Hussein Onn Malaysia)
Andri Setiawan, Ph.D. (DIC) (Universitat Politècnica de València, Spain)
Ir. Wong Widjaja, M.Sc. (WYN (South East Asia) Pte Ltd, Singapore)

**Alamat Redaksi
(*Editorial Address*)**

Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara
Alamat: Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta Barat, 11440
Kampus 1 Gedung L Lantai 5
Telepon: 021-5672548 ext.331
E-mail: jmts@untar.ac.id

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Vol. 8 No. 1, Februari 2025

Daftar Isi

ANALISIS PERBANDINGAN MUTU BETON DENGAN MENGGUNAKAN DAN TIDAK MENGGUNAKAN ZAT ADITIF <i>Kevin William Putra Mulyadi dan Arif Sandjaya</i>	1-8
ANALISIS KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR JALAN PADA RUAS JALAN GERBANG SEBENAQ – SIMPANG TBA MENGGUNAKAN METODE PCI <i>Flora Emiliana Long dan Arif Sandjaya</i>	9-18
ANALISIS PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS METODE PEKERJAAN GALIAN BATU MENGGUNAKAN ROCK DRILL BREAKER DAN BLASTING <i>Muhammad Davva Pratama dan Arif Sandjaya</i>	19-28
ANALISIS PENGARUH KONDISI LINGKUNGAN TERHADAP MATERIAL BETON DAN KEKUATAN BETON PADA PROYEK KONSTRUKSI GERJEA SEBENAQ <i>Fredi dan Arif Sandjaya</i>	29-36
ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN PADA PROYEK X DI SLIPI MENGGUNAKAN METODE <i>RELATIVE IMPORTANCE INDEX</i> (RII) <i>Jason Christian Sukma dan Arif Sandjaya</i>	37-44
PERBANDINGAN KEBUTUHAN BESI DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE <i>BAR BENDING SCHEDULE</i> (BBS) PADA PROYEK RENOVASI RUMAH TINGGAL <i>Vania Yori Wakano dan Arif Sandjaya</i>	45-50
ANALISIS PENGARUH KETERLAMBATAN PROYEK TERHADAP ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PENYELESAIAN PROYEK X DI SAWANGAN <i>Antonius Erick Susanto dan Henny Wiyanto</i>	51-62
OPTIMALISASI BIAYA PEMBANGUNAN STRUKTUR DINDING PENAHAN TANAH DENGAN REVETMENT WALL PADA PERUMAHAN X <i>Hauwendy dan Arianti Sutandi</i>	63-76
PENGHEMATAN BIAYA PEMBANGUNAN GEDUNG X DENGAN MUTU BETON BERBEDA <i>Laurensius Evan S dan Mega Waty</i>	77-86
POTENSI PENGGUNAAN IPAL DAN SPAH UNTUK MENGHEMAT PENGGUNAAN AIR PADA GEDUNG Z <i>Husain dan Vittorio Kurniawan</i>	87-98
PERBANDINGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG BERDASARKAN UJI SONDIR DAN TES PDA DI PROYEK RUKO X <i>Christina Veronica dan Arianti Sutandi</i>	99-108

PERENCANAAN DESAIN DUCT BANK PADA PROYEK X <i>Syeimaa Salsabila dan Basuki Anondho</i>	109-118
METODE KONSTRUKSI TOP-DOWN PADA PROYEK JAKARTA GELORA MARRIOTT HOTEL <i>Budi Hendarin dan Basuki Anondho</i>	119-132
ANALISIS PENGARUH ARUS DAN KECEPATAN KENDARAAN TERHADAP KEBISINGAN PADA KAWASAN SD NEGERI 1 PALAPA BANDAR LAMPUNG <i>Nadya Priartanti Rahayu, Aleksander Purba, dan Galih Rio Prayogi</i>	133-144
PERBANDINGAN METODE <i>EARNED SCHEDULE</i> DAN <i>EARNED VALUE</i> DALAM PENGONTROLAN PROYEK PADA ASPEK WAKTU <i>Daniel Nathan Iskandar dan Oei Fuk Jin</i>	145-158
ANALISIS <i>LEADERSHIP</i> TENAGA AHLI PADA KONSULTAN PERENCANA JALAN TOL PT X <i>Fakhry Husein Lubis dan Wahyu Indra Sakti</i>	159-168
STUDI BANDING KUAT TARIK ANGKUR PADA ANGKUR <i>CAST-IN</i> DAN <i>POST INSTALLED</i> <i>Daniel Christianto, Yenny Untari Liucius, Sunarjo Leman, Davin Kholin, dan Nelson Zorovian</i>	169-178
EVALUASI KINERJA STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG BANGUNAN EKSISTING DI SAMARINDA <i>Josh Maverick, Gerard Christian Joelin, Krismanto Kusbiantoro, Cindrawaty Lesmana</i>	179-192
ANALISIS KETAHANAN LENTUR DAN KELAYAKAN LINGKUNGAN PADA PELAT BETON FERROSEMENT BERBAHAN LIMBAH <i>SANDBLASTING</i> DAN <i>FLY ASH</i> <i>Luqman Cahyono, Wiwik Dwi Pratiwi, Firda Fardina, dan Dika Rahayu Widiananda</i>	193-200
TAHAPAN PEKERJAAN STABILITAS LERENG DENGAN RETAINING WALL PADA PROYEK X <i>Helga Lenita dan Edison Leo</i>	201-212
ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA SEISMIK STRUKTUR BANGUNAN ABC DENGAN VARIASI DIMENSI <i>SHEAR WALL</i> <i>Jonathan, Yenny Untari Liucius, dan Hendy Wijaya</i>	213-222
ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA PILE CAP STRUKTUR LIFT GEDUNG LABORATORIUM BTKP JAKARTA UTARA METODE KONVENSIONAL DAN BIM <i>Mikhael Stefanus Filemon Simatupang, Jessica Siregar, dan Galih Rio Prayogi</i>	223-230
STUDI PERBANDINGAN NILAI <i>UNDRAINED SHEAR STRENGTH</i> TERHADAP NILAI <i>LIQUID LIMIT</i> TANAH LEMPUNG <i>Sherlin Angelina dan Aniek Prihatiningsih</i>	230-236

KAJIAN KARAKTERISTIK DAN KECEPATAN KONSOLIDASI PADA TANAH LAKUSTRIN BANDUNG <i>Cornelius Georgeshua, Paulus Pramono Rahardjo, dan Asriwiyanti Desiani</i>	237-252
ANALISIS INTERAKSI TANAH-GEOFOAM TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH <i>Emmanuel Pangihutan Sitompul dan Asriwiyanti Desiani</i>	253-262
PERBANDINGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA CPT SEBELUM DAN SESUDAH <i>VACUUM CONSOLIDATION</i> PADA PROYEK X <i>Mikael Dylan Gunawan dan Ali Iskandar</i>	263-272
PERSENTASE KENAIKAN NILAI CBR TANAH LANAU HALIM YANG DIPERKUAT DENGAN LIMBAH C&D PADA BERBAGAI PROPORSI <i>Bagus Yusuf Mahendra, Alfred Jonathan Susilo, dan Gregorius Sandjaja</i>	273-280
ANALISIS PERUBAHAN NILAI CBR PADA TANAH LATERIT AKIBAT PENAMBAHAN GARAM <i>Muhammad Raihan Suganda, Hendy Wijaya, dan Ali Iskandar</i>	281-290
STUDI PENGARUH PERKUATAN TANAH MENGGUNAKAN GEOGRID TERHADAP STABILITAS LERENG <i>Pradipa Agung Laksono dan Aniek Prihatiningsih</i>	291-298
ANALISIS <i>CHANGE ORDER RATIO</i> PADA PROYEK KONSTRUKSI RUMAH TINGGAL STUDI KASUS DI DAERAH TANGGERANG <i>Rosani Surya Bataric dan Arianti Sutandi</i>	299-304
ANALISIS MEKANIK CAMPURAN TANAH LEMPUNG BERLANAU (MH-OH) DENGAN PASIR GUNA MENINGKATKAN KEKUATAN GESER TANAH <i>Aniek Prihatiningsih, Hendy Wijaya, Christopher, Ralf Josh Hilliard Valentino</i>	305-312
PERSEPSI PENGUNA LAYANAN BISKITA TRANS DEPOK TERHADAP ASPEK LAYANAN BUS DAN HALTE <i>Zahra Mahdiyyah, Yenny Untari Liucius, dan Hokbyan R.S. Angkat</i>	313-322
PERBANDINGAN EFISIENSI TRANSPORTASI DI DAERAH MAHAKAM ULU <i>Florensia Moni Anapah dan Leksmono Suryo Putranto</i>	323-334
ANALISIS METODE <i>IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS</i> PADA FASILITAS HALTE TRANSJAKARTA KORIDOR 3 <i>Adrian Nobel Gilland, Najid, Hokbyan R.S. Angkat</i>	335-346

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 8, Nomor 1, Februari 2025

Kata Pengantar

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil (E-ISSN 2622-545X) merupakan jurnal *peer-reviewed* yang dipublikasikan oleh Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara sebagai wadah peneliti, mahasiswa, dan dosen dari dalam maupun luar UNTAR untuk mempublikasikan makalah hasil penelitian dan studi ilmiah dalam bidang Teknik Sipil.

JMTS mempublikasikan artikel ilmiah pada bidang Teknik Sipil dengan sub-bidang sebagai berikut:

- Struktur
- Material Konstruksi
- Geoteknik
- Sistem dan Teknik Transportasi
- Manajemen Konstruksi
- Keairan

Tim editor JMTS menerima artikel yang berisi laporan kegiatan pengujian laboratorium/lapangan disertai simulasi numerik berbasis metode teruji yang bertujuan untuk memperoleh temuan baru, evaluasi terhadap hasil temuan eksisting, kritik terhadap metode eksisting. Selain itu, JMTS juga menerima artikel berisi *literature review* mengenai perkembangan dan penerapan *building information modelling*, *artificial intelligence*, *virtual reality*, *augmented reality* dan aspek digitalisasi lainnya pada dunia konstruksi.

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil terbitan Vol. 8 No. 1 bulan Februari 2025 merupakan terbitan ke-27 sejak terbitan pertama pada Agustus 2018. Penerbitan JMTS dilakukan secara berkala setiap 3 bulan, yaitu pada bulan Februari, Mei, Agustus, dan November.

Pada edisi Vol. 7 No. 4, susunan redaksi JMTS mengalami perubahan signifikan berdasarkan hasil rapat dewan redaksi. Hal ini diwujudkan dengan hadirnya *Advisory International Editorial Boards* dan *International Reviewers*. Kedua penambahan ini melengkapi bergabungnya beberapa kolega dari luar UNTAR ke dalam *Editorial Board*. Harapannya agar JMTS dapat memperoleh peningkatan kualitas sekaligus akreditasi pada proses reakreditasi berikutnya.

JMTS berhasil mendapatkan akreditasi peringkat 4 (Sinta4) akreditasi jurnal ilmiah periode 1 pada tahun 2022.

Penerbitan jurnal ini dapat berlangsung secara maksimal berkat kontribusi berbagai pihak. Terima kasih kepada tim editor yang telah membantu proses penerbitan dan Reviewer yang telah berkenan memberikan saran perbaikan untuk menjaga kualitas jurnal. Semoga jurnal ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu Teknik Sipil.

Salam,

Tim Redaksi Jurnal Mitra Teknik Sipil

Catatan: Penerbitan untuk edisi Vol. 7 No. 4 mengalami keterlambatan dikarenakan kendala teknis dari situs OJS yang mengalami serangan *hacker* selama beberapa kali. Proses perbaikan dan pemutakhiran versi OJS dilakukan sejak November 2024 sampai dengan Januari 2025.

STUDI PERBANDINGAN NILAI *UNDRAINED SHEAR STRENGTH* TERHADAP NILAI *LIQUID LIMIT* TANAH LEMPUNG

Sherlin Angelina^{1*} dan Aniek Prihatiningsih¹

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta, Indonesia
*sherlin.325210023@stu.untar.ac.id

Masuk: 13-10-2024, revisi: 10-02-2025, diterima untuk diterbitkan: 13-02-2025

ABSTRACT

The correlation analysis between undrained shear strength (S_u) and liquid limit (LL) was conducted on clay soils sampled from North Jakarta to evaluate the potential for predicting S_u values based on LL parameters. Clay soils are known for their high plasticity, which is influenced by moisture content, making S_u and LL critical parameters in geotechnical stability analysis. In this research, S_u values were obtained using the Triaxial UU method, while LL values were determined using the Casagrande method and the fall cone test. Exponential regression analysis was used to measure the correlation between S_u and LL. Results showed that the Casagrande method generated a coefficient of determination (R^2) calculated at 0,9676, indicating a strong correlation for predicting S_u . In comparison, the fall cone test method produced a lower coefficient of determination, which is 0,5827. These results imply that LL, especially from the Casagrande method, can be used as a preliminary estimate of S_u values, allowing for time and cost efficiency by reducing the need for Triaxial UU testing. Further studies with varied samples and mineral analysis of clay soils are recommended to enhance the accuracy and reliability of these findings.

Keywords: undrained shear strength; liquid limit; clay soil; correlation

ABSTRAK

Analisis korelasi antara *undrained shear strength* (S_u) dan *liquid limit* (LL) dilakukan pada sampel tanah lempung yang diambil dari Jakarta Utara untuk mengevaluasi potensi prediksi nilai S_u berdasarkan parameter LL. Tanah lempung dikenal memiliki karakter plastisitas tinggi yang dipengaruhi oleh kadar air, sehingga parameter S_u dan LL sangat penting dalam analisis stabilitas geoteknik. Pada penelitian ini, nilai S_u diperoleh menggunakan metode Triaxial UU, sementara nilai LL diperoleh dengan metode Casagrande dan *fall cone test*. Analisis regresi eksponensial digunakan untuk mengukur korelasi antara S_u dan LL. Hasil menunjukkan bahwa metode Casagrande menghasilkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9676 yang mengindikasikan korelasi kuat untuk memprediksi S_u . Sebaliknya, metode *fall cone test* menghasilkan koefisien determinasi yang lebih rendah, yaitu 0,5827. Hasil ini menyiratkan bahwa LL, terutama dari metode Casagrande, dapat digunakan sebagai estimasi awal nilai S_u , sehingga memungkinkan efisiensi waktu dan biaya tanpa melakukan pengujian Triaxial UU. Studi lanjutan dengan variasi sampel dan analisis mineral tanah lempung disarankan untuk memperkuat keakuratan hasil ini.

Kata kunci: *undrained shear strength*; *liquid limit*; tanah lempung; korelasi

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Dalam proses perencanaan dan pelaksanaan pembangunan infrastruktur, evaluasi karakteristik parameter tanah merupakan salah satu faktor krusial untuk memastikan kestabilan dan keamanan struktur yang akan dibangun di atasnya. Salah satu jenis tanah yang sering menjadi perhatian adalah tanah lempung karena memiliki karakteristik plastisitas yang tinggi. Tanah lempung sangat dipengaruhi oleh kadar air, yang berpengaruh terhadap kekuatan tanah secara signifikan. Perubahan kekuatan ini menunjukkan pentingnya analisis parameter tanah, seperti *undrained shear strength* (S_u) dan *liquid limit* (LL). Hubungan antara S_u dan LL pada tanah lempung penting untuk dipelajari, karena kedua parameter tersebut memengaruhi perilaku tanah dalam menahan beban. Kedua parameter tersebut tidak hanya mendeskripsikan karakteristik tanah, tetapi juga membantu memprediksi perilaku tanah ketika terjadi perubahan kadar air.

Parameter S_u menunjukkan kekuatan tanah untuk menahan gaya geser tanpa terjadi drainase air dari pori-pori tanah, sehingga menjadi aspek penting dalam analisis geoteknik. Stabilitas struktur yang dibangun di atas tanah lempung sangat dipengaruhi oleh nilai S_u . Di sisi lain, LL yang menunjukkan batas kadar air di mana tanah mengalami transisi dari kondisi plastis menjadi cair juga merupakan parameter penting dalam klasifikasi tanah. Pemahaman mengenai

hubungan antara S_u dan LL dapat menjadi dasar dalam memprediksi reaksi tanah lempung terhadap perubahan kadar air yang penting untuk keberhasilan sebuah proyek infrastruktur.

Di Indonesia, khususnya di wilayah perkotaan seperti Jakarta, tanah lempung sering ditemukan sebagai lapisan tanah dasar yang mendukung berbagai proyek konstruksi, seperti gedung bertingkat hingga infrastruktur transportasi. Tanah lempung memiliki sifat yang bervariasi tergantung dari kadar air yang memberikan pengaruh terhadap kestabilan dan daya dukung tanah. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman mengenai karakteristik tanah lempung dalam kondisi jenuh untuk memastikan keamanan struktur yang dibangun di atasnya. Dalam kondisi tersebut, parameter S_u dan LL dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kekuatan dan reaksi tanah terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Metode pengujian untuk menentukan nilai S_u dan LL cukup beragam, seperti *Triaxial Unconsolidated Undrained* (UU), *Casagrande*, dan *fall cone test* yang umum digunakan di laboratorium geoteknik. Melalui kajian korelasi antara S_u dan LL , prediksi kekuatan tanah dapat diidentifikasi dengan efisien. Pendekatan tersebut tidak hanya memungkinkan efisiensi waktu dan biaya, tetapi juga mempermudah proses pengambilan keputusan dalam perencanaan serta pelaksanaan proyek infrastruktur. Dengan demikian, metode prediksi ini dapat membantu memastikan bahwa struktur yang akan dibangun di atas tanah lempung mampu menahan beban dengan stabilitas yang optimal dengan kondisi yang berubah-ubah.

Rumusan masalah

1. Bagaimana hubungan antara nilai LL dan S_u pada tanah lempung?
2. Apakah korelasi S_u dari LL dapat menghemat waktu dan biaya dalam konteks analisis geoteknik?
3. Bagaimana perbandingan korelasi nilai S_u dari LL yang diperoleh dari 2 (dua) metode pengujian LL , yaitu *Casagrande* dan *fall cone test*?

Tujuan penelitian

1. Mengidentifikasi korelasi antara nilai LL dan S_u dari hasil pengujian *Triaxial UU* pada tanah lempung.
2. Membandingkan hasil korelasi nilai S_u dari LL yang diperoleh dari 2 (dua) metode pengujian LL dengan metode *Casagrande* dan *fall cone test* untuk menentukan metode yang lebih akurat dalam memprediksi nilai S_u .
3. Menentukan metode pengujian LL yang lebih akurat sebagai alternatif untuk memperkirakan nilai S_u tanpa pengujian *Triaxial UU*.

Studi pustaka

Holtz dan Kovacs (1981) menyatakan bahwa batas-batas Atterberg merupakan batas kandungan air pada tanah yang memengaruhi perilaku tanah, yaitu mulai dari fase padat, semi padat, plastis, dan cair. Salah satu batas-batas Atterberg yaitu LL yang merupakan kandungan air pada tanah yang masih mempertahankan sifat plastis dan mulai berperilaku menjadi cair. LL dapat diperoleh dengan metode *Casagrande* maupun *fall cone test*. Tanah dengan nilai LL yang tinggi cenderung memiliki karakteristik plastis yang lebih besar dan kekuatan geser tak terdrainasi yang lebih kecil.

Budhu (2000) menjelaskan bahwa pada metode *Casagrande*, LL dihitung berdasarkan jumlah ketukan yang dibutuhkan untuk menutup alur pada tanah sepanjang 12,5 mm sebanyak 25 ketukan, sedangkan pada *fall cone test*, LL dihitung dari kedalaman penetrasi *cone* sedalam 20 mm yang jatuh pada sampel tanah selama 5 detik. Nilai S_u pada LL sekitar 1,7 kN/m² berdasarkan hasil penelitian oleh *Casagrande*, yang kemudian diadopsi oleh Wroth dan Wood (1978). Hal ini menunjukkan bahwa LL dapat menjadi parameter prediktif untuk S_u , yang relevan dalam analisis geoteknik, khususnya pada tanah dengan kadar air yang tinggi. Korelasi antara LL dan S_u memberikan panduan penting dalam analisis geoteknik, terutama pada kondisi dengan parameter tanah yang terbatas.

Metode *Casagrande* dan *fall cone test* merupakan metode yang valid untuk menentukan parameter LL , namun hasil pengujian menggunakan metode *fall cone test* cenderung lebih konsisten dibandingkan dengan *Casagrande* karena metode tersebut kurang dipengaruhi oleh teknik pelaksanaan yang digunakan pada pengujian (Díaz et al., 2021). Selain dipengaruhi oleh teknik pelaksanaan, nilai LL juga bergantung pada kandungan mineral tanah. Kandungan mineral tanah memengaruhi plastisitas dan perilaku mekanis tanah yang terlibat pada analisis kekuatan geser dan stabilitas tanah (Frankovska & Brcek, 2023; Mitchell, 1976). Crevelin dan Bicalho (2019) menyatakan bahwa tanah lempung dengan kandungan kaolinit maupun illit yang tinggi cenderung menghasilkan nilai $LL_{FC} > LL_C$, sedangkan untuk tanah dengan kandungan smektit yang tinggi dapat menghasilkan nilai $LL_C > LL_{FC}$.

Pada tanah lempung, nilai S_u berbanding lurus dengan tekanan konsolidasi vertikal. Hal ini berarti tanah yang mengalami proses konsolidasi memiliki ketahanan gaya geser yang tinggi. Parameter S_u sangat penting dalam perancangan konstruksi geoteknik, seperti stabilitas lereng dan fondasi tiang untuk memastikan keamanan dan stabilitas struktur (Huang et al., 2023). Ayadat (2021) menyatakan bahwa nilai S_u dapat diperoleh dari berbagai

metode pengujian di lapangan maupun di laboratorium, seperti *field vane test*, *laboratory vane test*, *triaxial test*, *unconfined compression test*, dan *Swedish cone test*. Pada penelitian ini, digunakan metode triaxial UU karena tidak hanya efisien, tetapi juga mampu menggambarkan keadaan asli di mana tanah lempung lunak menahan beban tanpa adanya air yang keluar dari pori-pori tanah. Metode ini mempertahankan tekanan air pori selama pengujian, sehingga mencerminkan reaksi alami tanah jenuh terhadap tekanan geser dengan akurat. Kondisi *undrained* sesuai untuk tanah lempung lunak dengan kadar air yang tinggi, sehingga hasil yang diperoleh dapat memberikan hasil yang representatif terhadap kekuatan geser tanah dalam kondisi aslinya (Khatrush & El-Gehani, 2021).

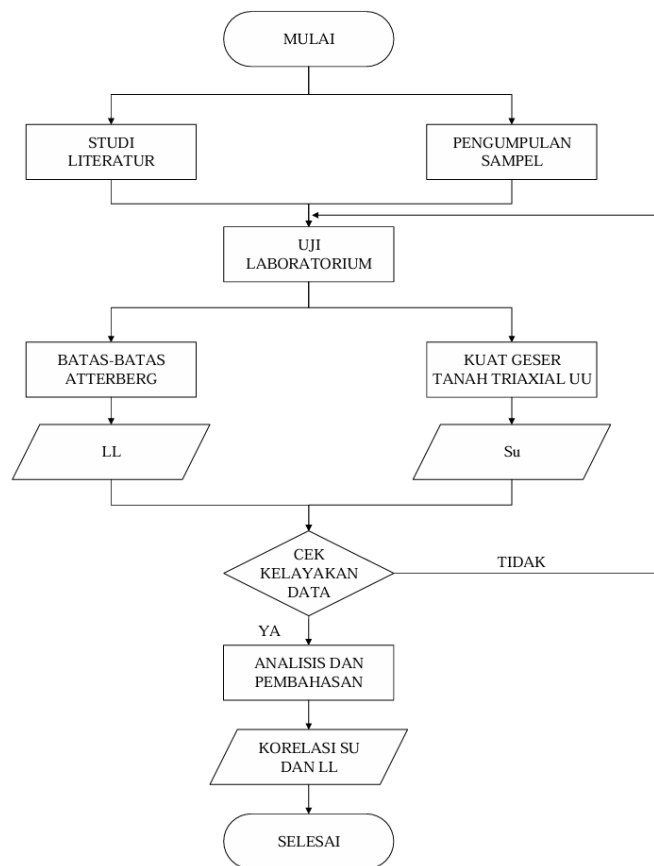
Tabel 1. Batas-batas Atterberg untuk mineral tanah lempung (Mitchell, 1976)

Mineral	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Shrinkage Limit (%)
Montmorillonite	100 – 900	50 – 100	8,5 – 15
Illite	60 – 120	35 – 60	15 – 17
Kaolinite	30 – 110	25 – 40	25 – 29

2. METODE PENELITIAN

Prosedur analisis

Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart penelitian

1. Melakukan studi literatur mengenai konsep yang berkaitan dengan LL dan Su dari berbagai sumber yang relevan, serta melakukan pengumpulan sampel tanah lempung dari beberapa lokasi di Jakarta Utara untuk diuji di laboratorium.
2. Melakukan pengujian untuk mendapatkan parameter LL menggunakan metode Casagrande dan *fall cone test*, serta mendapatkan parameter Su menggunakan metode Triaxial UU.
3. Setelah memperoleh data, dilakukan pengecekan kelayakan data. Apabila data tidak memenuhi kriteria kelayakan, dilakukan pengujian ulang atau pengujian pada sampel baru.

4. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan regresi yang melibatkan parameter LL sebagai variabel independen dan parameter Su sebagai variabel dependen. Analisis ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat korelasi antara kedua parameter tersebut, sehingga LL dapat digunakan sebagai indikator prediktif untuk memperkirakan nilai Su pada tanah lempung.

Pengumpulan sampel

Pengambilan sampel tanah untuk penelitian ini dilakukan di wilayah Jakarta Utara dengan menggunakan metode bor mesin. Pemilihan lokasi penelitian di Jakarta Utara didasarkan pada keberagaman karakteristik tanah lempung di daerah tersebut, yang memiliki variasi kadar air dan plastisitas, sehingga relevan untuk tujuan analisis korelasi antara Su dan LL. Sampel tanah diambil dari 2 (dua) lokasi yang berbeda. Dari kedua lokasi tersebut, setiap sampel tanah diambil pada kedalaman yang bervariasi, dengan total 6 (enam) sampel tanah lempung untuk memberikan data yang lebih representatif. Proses pengambilan sampel tanah *undisturbed* menggunakan bor mesin yang dilakukan sesuai standar ASTM D-1587-83. Metode ini bertujuan untuk mempertahankan struktur asli tanah sehingga parameter Su dan LL yang diukur dapat mencerminkan kondisi aslinya. Setiap sampel ditempatkan dalam wadah kedap udara untuk menjaga kelembaban dan karakteristik asli tanah sampai pengujian dilakukan di laboratorium. Jumlah sampel yang diambil dalam penelitian ini dianggap memadai untuk mencapai tujuan analisis korelasi Su dan LL, dengan catatan bahwa penelitian ini merupakan studi awal yang berfokus pada karakteristik tanah lempung di Jakarta Utara, dan studi lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih banyak dapat dilakukan untuk memperkuat hasil penelitian.

Pengujian sampel

Studi perbandingan antara Su dan LL dilakukan menggunakan metode Atterberg Limits Test yang meliputi 2 (dua) metode yaitu Casagrande dan *fall cone test*, dan Triaxial UU. Setiap pengujian didasarkan pada *American Society for Testing and Materials* (ASTM) dan *British Standard* (BS EN ISO).

Tabel 2. Standar pengujian

Jenis Pengujian	Standar	Tujuan
<i>Atterberg Limits Test</i>	ASTM D-4318-10 dan BS EN ISO 17892-6	Mengetahui nilai LL
<i>Unconsolidated Undrained Triaxial Test</i>	ASTM D-2850-15	Mengetahui nilai Su pada kondisi <i>undrained</i>

Pengolahan data

Setelah pengujian laboratorium selesai, data yang diperoleh dari pengujian batas-batas Atterberg dan pengujian kuat geser tanah diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Nilai Su dan LL yang diperoleh dicatat dan dianalisis untuk memastikan akurasi serta kelayakan data sebelum melakukan analisis korelasi. Microsoft Excel digunakan untuk menghitung dan memvisualisasikan data.

Metode analisis data

Data yang telah diolah kemudian dianalisis menggunakan metode statistik untuk menaksir hubungan antara Su dan LL. Dalam penelitian ini, digunakan 2 (dua) model regresi, yaitu regresi linier dan regresi eksponensial. LL dianggap sebagai variabel independen, sementara Su sebagai variabel dependen, untuk mengevaluasi apakah LL dapat digunakan untuk memprediksi nilai Su. Hasil analisis regresi dari kedua model dibandingkan berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) untuk mengevaluasi sejauh mana masing-masing model mampu menjelaskan hubungan antara Su dan LL. Regresi eksponensial dipilih karena menunjukkan nilai R^2 yang lebih tinggi dibandingkan regresi linier. Hasil ini kemudian diinterpretasikan untuk menilai efektivitas metode Casagrande dan *fall cone test* dalam memprediksi nilai Su.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

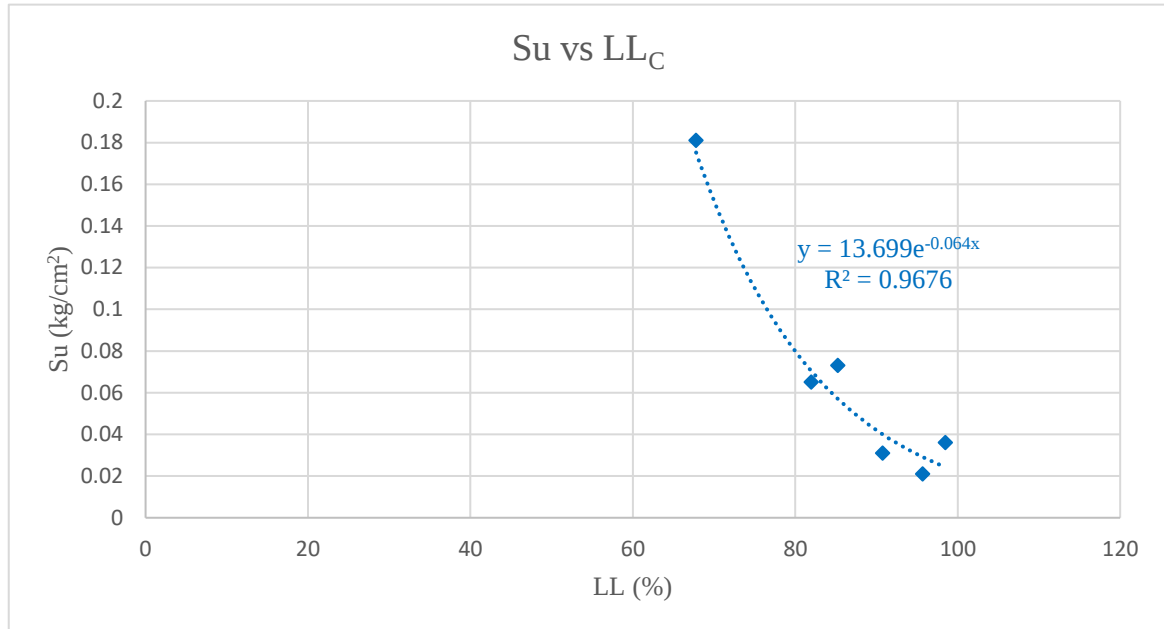
Data hasil pengujian laboratorium pada 6 (enam) sampel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian laboratorium

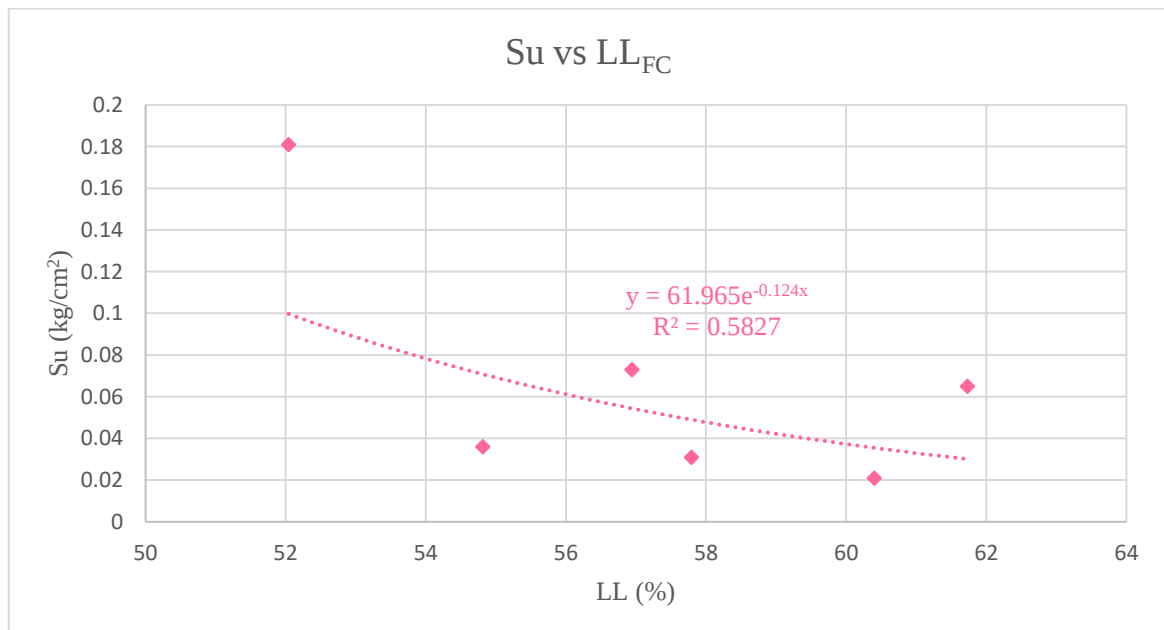
Proyek	Sampel	Kedalaman (m)	Gs	Su (kg/cm ²)	LL _C (%)	LL _{FC} (%)
A	1	2.00 – 2.50	2,67	0,021	95,654	60,401
	2	3.50 – 4.00	2,68	0,031	90,751	57,793
	3	6.50 – 7.00	2,67	0,036	98,451	54,811
	4	8.00 – 8.50	2,68	0,073	85,225	56,942

Tabel 3 (Lanjutan). Hasil pengujian laboratorium

Proyek	Sampel	Kedalaman (m)	Gs	Su (kg/cm ²)	LL _C (%)	LL _{FC} (%)
B	5	3.00 – 3.50	2,67	0,181	67,787	52,042
	6	8.00 – 8.50	2,68	0,065	81,941	61,730



Gambar 2. Grafik Su vs LL_C



Gambar 3. Grafik Su vs LL_{FC}

Berdasarkan hasil pengujian, terdapat perbedaan nilai pada LL antara metode Casagrande dan fall cone test. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan teknik pelaksanaan pada kedua metode dan dipengaruhi oleh kandungan mineral tanah. Selain itu, hasil ini juga menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai LL, maka nilai Su cenderung semakin kecil. Hal ini sesuai dengan karakteristik tanah lempung dengan plastisitas tinggi yang memiliki daya tahan geser lebih rendah.

Tabel 4. Nilai R^2 pada regresi linier dan eksponensial

Metode Regresi	R^2 untuk Su vs LL_C	R^2 untuk Su vs LL_{FC}
Linier	0,8815	0,4356
Eksponensial	0,9676	0,5827

Untuk mengevaluasi hubungan antara Su dan LL, dilakukan analisis regresi dengan 2 (dua) model, yaitu regresi linier dan eksponensial. Hasil analisis regresi ini disajikan dalam Tabel 4, yang menunjukkan perbandingan nilai R^2 untuk kedua model. Berdasarkan Tabel 4, regresi eksponensial menunjukkan nilai R^2 yang lebih tinggi dibandingkan regresi linier, baik untuk hubungan Su dengan LL_C maupun Su dengan LL_{FC} . Hal ini menunjukkan bahwa regresi eksponensial lebih akurat dalam menggambarkan hubungan antara Su dan LL. Pemilihan model eksponensial didukung oleh karakteristik hubungan antara LL dan Su yang bersifat non-linier, di mana Su cenderung menurun pada LL yang rendah dan melandai pada LL yang lebih tinggi. Hal ini mencerminkan pola eksponensial, di mana penurunan Su signifikan pada LL rendah dan melambat pada LL tinggi.

Hasil analisis regresi eksponensial menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi antara Su dan LL_C adalah 0,9676, yang berarti bahwa sekitar 96,76% nilai Su dapat dijelaskan oleh nilai LL_C . Sementara itu, nilai koefisien determinasi antara Su dan LL_{FC} hanya sebesar 0,5827 yang menunjukkan bahwa metode ini kurang akurat dalam memprediksi nilai Su. Oleh karena itu, metode Casagrande lebih andal untuk jenis tanah lempung yang diuji pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh 2 (dua) rumus untuk memperkirakan nilai Su.

$$y = 13,699e^{-0,064x} \quad (1)$$

$$y = 61,695e^{-0,124x} \quad (2)$$

dengan $y = Su$ (kg/cm²) dan $x = LL$ (%).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, terdapat korelasi yang signifikan antara Su dan LL pada tanah lempung yang diambil dari lokasi di Jakarta Utara. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode Casagrande memiliki korelasi yang kuat dalam memprediksi Su dengan R^2 sebesar 0,9676, sementara pada metode *fall cone test* menghasilkan nilai korelasi yang lebih rendah, dengan nilai R^2 sebesar 0,5827. Korelasi yang diperoleh menunjukkan bahwa pada sampel tanah yang digunakan, nilai Su dapat diprediksi dengan nilai LL, sehingga dapat digunakan sebagai estimasi awal tanpa memerlukan pengujian Triaxial UU yang memakan waktu dan biaya. Hal ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan pada tahap awal proyek geoteknik. Namun, hasil ini masih memerlukan validasi lebih lanjut untuk memastikan keandalannya pada kondisi tanah yang berbeda, seperti tanah dengan plastisitas rendah atau lokasi geografis lainnya, serta untuk mengakomodasi variasi kandungan mineral tanah dan kadar air. Penelitian lanjutan dengan sampel yang lebih beragam akan lebih menguatkan hasil temuan ini, khususnya jika melibatkan lokasi dengan karakteristik tanah yang bervariasi.

Saran

Untuk meningkatkan keandalan dan akurasi hasil, disarankan penelitian lanjutan dilakukan dengan variasi sampel yang lebih banyak dan mencakup berbagai lokasi yang memiliki tanah lempung dengan karakteristik serupa. Hal ini akan memberikan gambaran yang lebih representatif mengenai hubungan antara LL dan Su pada tanah lempung. Selain itu, analisis mineralogi tanah perlu dilakukan untuk memahami pengaruh kandungan mineral tanah yang memengaruhi nilai LL dan Su. Pengetahuan mengenai kandungan mineral akan mendukung hasil penelitian dan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif. Penelitian lanjutan ini akan memungkinkan pendekatan prediksi yang lebih akurat mengenai penggunaan LL sebagai parameter prediktif dalam menentukan nilai Su.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayadat, T. (2021). Determination of the Undrained Shear Strength of Sensitive Clay Using Some Laboratory Soil Data. *Studies in Engineering and Technology*, 8(1), 14–27. <https://doi.org/10.11114/set.v8i1.5149>
- Budhu, M. (2000). *Soil Mechanics & Foundations* (1st ed.). John Wiley & Sons Inc.
- Crevelin, L. G., & Bicalho, K. V. (2019). Comparison of the casagrande and fall cone methods for liquid limit determinations in different clay soils. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 43, 1–12. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20180105>

- Díaz, E., Pastor, J. L., Rabat, Á., & Tomás, R. (2021). Machine learning techniques for relating liquid limit obtained by Casagrande cup and fall cone test in low-medium plasticity fine grained soils. *Engineering Geology*, 294. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106381>
- Frankovska, J., & Brcek, M. (2023). Liquid limit and density of high plastic clays. *Smart Geotechnics for Smart Societies*, 340–343. <https://doi.org/10.1201/9781003299127-32>
- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. Prentice Hall.
- Huang, B., Cai, S., Li, J., Wu, K., & Yang, W. (2023). Undrained strength of clay determined from simple shear test. *Frontiers in Earth Science*, 1–13. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.1098846>
- Khatrush, S., & El-Gehani, G. (2021). Laboratory Evaluation of Undrained Shear Strength of a Soft Fine Grained Soils. *INTERNATIONAL JOURNAL of ENGINEERING TECHNOLOGIES-IJET*, 7(3), 2021.
- Mitchell, J. K. (1976). *Fundamentals of Soil Behavior*. John Wiley & Sons Inc.
- Wroth, C. P., & Wood, D. M. (1978). The correlation of index properties with some basic engineering properties of soils. *Canadian Geotechnical Journal*, 15, 137–145.