

No.39/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2025

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH LAPISAN LANAU PADA TANAH PASIR
TERHADAP POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN PENGUJIAN
*CYCLIC DIRECT SIMPLE SHEAR***



**Disusun untuk melengkapi syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Muhammad Arif Musyaffa

NIM 2101411017

Dosen Pembimbing :

Yelvi, S.T., M.T.

NIP. 197207231997022002

**PROGRAM STUDI D-IV
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Akhir berjudul:

**ANALISIS PENGARUH LAPISAN LANAU PADA TANAH PASIR
TERHADAP POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN PENGUJIAN
*CYCLIC DIRECT SIMPLE SHEAR***

yang disusun oleh Muhammad Arif Musyaffa (2101411017)
telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam
Sidang Skripsi Tahap 2

Pembimbing

Yelvi, S.T., M.T.

NIP. 197207231997022002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Akhir berjudul :

Analisis Pengaruh Lapisan Lanau pada Tanah Pasir Terhadap Potensi

Likuefaksi dengan Pengujian *Cyclic Direct Simple Shear*

yang disusun oleh **Muhammad Arif Musyaffa (2101411017)** telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi** di depan Tim Penguji pada hari Kamis, 10 Juli 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Putera Agung Maha Agung, S.T., M.T., Ph.D. NIP 196606021990031002	
Anggota	Handi Sudardja, S.T., M.Eng. NIP 196304111988031001	
Anggota	Istiatun, S.T., M.T. NIP 196605181990102001	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.
NIP. 196605181990102001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arif Musyaffa
NIM : 2101411017
Program Studi : D4 – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan
Alamat email : muhammad.arif,musyaffa.ts21@mhsw.pnj.ac.id
Judul Naskah : ANALISIS PENGARUH LAPISAN LANAU PADA TANAH PASIR TERHADAP POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN PENGUJIAN *CYCLIC DIRECT SIMPLE SHEAR*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan. Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 19 Juli 2025
Yang menyatakan,

Muhammad Arif Musyaffa



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat, rahmat dan anugerah-Nyalah penulis dapat menyelesaikan naskah proposal skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Lapisan Lanau pada Tanah Pasir terhadap Potensi Likuefaksi dengan Pengujian *Cyclic Direct Simple Shear*”. Maksud dan tujuan penyusunan naskah ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan Diploma IV Program Studi Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan laporan ini, melibatkan berbagai pihak yang memberikan kontribusi yang begitu besar dan bermanfaat bagi penulis. Oleh karena itu, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga atas segala doa, dukungan, dan motivasi yang tiada hentinya;
2. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta;
3. Ibu Yelvi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi;
4. Ibu A'isyah Salimah, S. T., M. T. yang membantu dan memberikan arahan saat pengujian laboratorium;
5. PT. Hydrocore Indonesia yang memberikan kesempatan dan mengajarkan mengenai pengujian CDSS kepada penulis;
6. Rekan-rekan nepor family, yaitu Abi, Gerald, Prana, Ikrom, Rey, Manda, Ika, Sipa dan Salma yang selalu memberikan dukungan pada Penulis
7. Rekan-rekan Prodi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan angkatan 2021, dan rekan-rekan yang memberikan semangat pada saat penyusunan skripsi ni.

Depok, 19 Juli 2025
Yang menyatakan,

Muhammad Arif Musyaffa

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tanah	6
2.1.1 Definisi Tanah	6
2.1.2 Klasifikasi Tanah.....	7
2.1.3 Karakteristik Tanah	9
2.2 Gempa Bumi	17
2.3 Likuefaksi.....	17
2.3.1 Definisi Likuefaksi.....	17
2.3.2 Analisis Potensi Likuefaksi.....	19
2.4 Uji Cyclic Direct Simple Shear.....	20

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.1	Definisi Uji <i>Cyclic Direct Simple Shear</i>	20
2.4.2	Peralatan Uji CDSS	20
2.4.3	Prosedur Umum Uji CDSS	24
2.4.4	Output Data dan Parameter Kunci Uji CDSS	28
2.5	Studi Terdahulu	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Metode Pengumpulan Data	36
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	36
3.3	Prosedur Pengujian <i>Index Properties</i>	38
3.3.1	Pengujian Berat Jenis (Gs)	38
3.3.2	Pengujian Analisis Gradasi.....	39
3.3.3	Uji <i>Atterberg Limits</i>	40
3.3.4	Uji Permeabilitas	41
3.4	Uji <i>Cyclic Direct Simple Shear</i> (CDSS).....	42
3.4.1	Justifikasi Parameter Pengujian	43
3.4.2	Tujuan Uji CDSS.....	45
3.4.3	Alat Uji CDSS	45
3.4.4	Preparasi Sampel Uji CDSS	48
3.4.5	Tahapan Pengujian CDSS	50
3.4.6	Output Data Pengujian CDSS	53
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1	Data Sampel	56
4.1.1	Data Karakteristik Material Uji.....	56
4.2	Analisis Pengujian CDSS Sampel Individual	67
4.2.1	Sampel Pasir Murni (S)	67
4.2.2	Sampel Pasir-Lanau-Pasir (S-M-S)	71



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© **Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta**

4.2.3	Sampel Lanau-Pasir-Lanau (M-S-M).....	75
4.3	Analisis Komparatif dan Pembahasan.....	79
4.3.1	Analisis Komparatif Penurunan pada Ketiga Sampel	79
4.3.2	Analisis Komparatif Grafik Perbandingan r_u vs N untuk Ketiga Sampel.....	84
4.3.3	Analisis Komparatif Perkembangan Regangan Geser Siklik.....	85
4.3.4	Implikasi Konfigurasi Stratigrafi terhadap Ketahanan Likuefaksi.....	86
BAB V PENUTUP.....		89
5.1	Kesimpulan.....	89
5.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....		91
LAMPIRAN.....		94

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Plasticity chart</i>	10
Gambar 2.2 Skema pengujian <i>falling head</i>	13
Gambar 2.3 Skema pengujian <i>constant head</i>	13
Gambar 2.4 Mekanisme likuefaksi	19
Gambar 2.5 Gradasi tanah yang dapat terlikuefaksi	19
Gambar 2.6 Diagram skema komponen uji <i>cyclic direct simple shear</i>	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3. 2 Sampel Uji CDSS	42
Gambar 3. 3 Alat uji <i>Electromechanical Dynamic Cyclic Simple Shear</i> (EMDCSS)	45
Gambar 3. 4 Komponen EMDCSS	46
Gambar 3. 5 Komponen untuk sampel EMDCSS	47
Gambar 3. 6 Display GDSLAB	48
Gambar 4.1 Grafik distribusi Pasir Lampung	57
Gambar 4.2 Grafik distribusi Pasir Lampung dalam zona tanah likuefaksi	58
Gambar 4.3 Grafik distribusi Lanau Cikeas	61
Gambar 4.4 Kurva hubungan kadar air dan jumlah ketukan	63
Gambar 4.5 Penurunan vertikal vs <i>root time</i> pada sampel S	68
Gambar 4.6 Rasio Tekanan Air Pori (r_u) vs Jumlah Siklus (N) sampel S	70
Gambar 4.7 Regangan Geser (γ) vs Jumlah Siklus (N) sampel S	70
Gambar 4.8 Loop Histeresis Tegangan-Regangan (τ vs γ) sampel S	71
Gambar 4.9 Penurunan vertikal vs <i>root time</i> pada sampel S-M-S	72
Gambar 4.10 Rasio Tekanan Air Pori (r_u) vs Jumlah Siklus (N) sampel S-M-S	74
Gambar 4.11 Regangan Geser (γ) vs Jumlah Siklus (N) sampel S-M-S	74
Gambar 4.12 Loop Histeresis Tegangan-Regangan (τ vs γ) sampel S-M-S	75
Gambar 4.13 Penurunan vertikal vs <i>root time</i> pada sampel M-S-M	76

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.14 Rasio Tekanan Air Pori (r_u) vs Jumlah Siklus (N) sampel M-S-M	77
Gambar 4.15 Regangan Geser (γ) vs Jumlah Siklus (N) sampel M-S-M	78
Gambar 4.16 Loop Histeresis Tegangan-Regangan (τ vs γ) sampel M-S-M	79
Gambar 4.17 Penurunan vertikal vs <i>root time</i> untuk ketiga sampel	80
Gambar 4.18 Grafik hubungan r_u vs N untuk ketiga sampel	84
Gambar 4.19 Grafik hubungan γ_{DA} vs N untuk ketiga sampel	85
Gambar 4.20 Hubungan jumlah siklus pemicu likuifaksi (N_L) dengan konfigurasi sampel	87





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan sistem klasifikasi tanah berdasarkan USCS	8
Tabel 2.2 Butiran Tanah berdasarkan <i>relative density</i>	12
Tabel 2.3 Nilai koefisien permeabilitas.....	14
Tabel 2.4 Studi Terdahulu	33
Tabel 3.1 Keterangan sampel uji <i>cyclic direct simple shear</i>	43
Tabel 4.1 Analisis saringan Pasir Lampung.....	56
Tabel 4.2 Karakteristik index properti Pasir Lampung	58
Tabel 4.3 Analisis saringan Lanau Cikeas.....	60
Tabel 4.4 Analisis hydrometer Lanau Cikeas.....	61
Tabel 4.5 Komposisi distribusi ukuran butir sampel Lanau Cikeas.....	62
Tabel 4.6 Hasil uji batas cair <i>Atterberg Limits</i>	62
Tabel 4.7 Hasil uji batas plastis <i>Atterberg Limits</i>	62
Tabel 4.8 Analisis berat jenis Lanau Cikeas.....	64
Tabel 4.9 Analisis uji berat isi Lanau Cikeas	64
Tabel 4.10 Analisis uji kadar air Lanau Cikeas.....	65
Tabel 4.11 Hasil uji permeabilitas <i>falling head</i> pada Sampel Lanau	66
Tabel 4.12 Karakteristik Indeks Properti Lanau Cikeas.....	67
Tabel 4.13 Rangkuman data penurunan pada sampel S.....	68
Tabel 4.14 Data hasil uji CDSS sampel Pasir Murni (S)	69
Tabel 4.15 Rangkuman data penurunan pada sampel S-M-S	72
Tabel 4.16 Data hasil uji CDSS sampel S-M-S.....	73
Tabel 4.17 Rangkuman data pada sampel M-S-M	76
Tabel 4.18 Data hasil uji CDSS sampel M-S-M	77
Tabel 4.19 Perbandingan penurunan sampel uji pada setiap tahap pembebanan.....	80

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Likuefaksi terjadi ketika tanah kehilangan kekuatan dan kekakuan akibat beban siklik seperti gempa bumi, sehingga tanah berperilaku seperti cairan (Idriss & Boulanger, 2008). Likuefaksi umumnya terjadi pada jenis tanah pasir yang longgar (*loose sand*) dan berada di dekat muka air tanah. Akibat getaran yang sangat cepat, air mulai mendesak partikel-partikel tanah, menyebabkan tanah menjadi jenuh air dan tegangan efektif menjadi nol (mendekati nol) (Wulandari & Dzakirah, 2020). Likuefaksi menjadi perhatian utama dalam rekayasa geoteknik, terutama di daerah rawan gempa, karena berpotensi besar untuk menimbulkan bencana.

Pasir merupakan tanah tanpa kohesi atau tanah gesekan karena partikel-partikelnya tidak saling menempel, memiliki kekuatan geser dan daya dukung rendah, tidak bersifat plastis, serta tidak mampu menahan air dan regangan geser antarpartikelnya dapat (Al-Saray et al., 2021). Karakteristik yang dimiliki pasir menjadikannya rentan terhadap likuefaksi. Namun, keberadaan lapisan lanau dalam tanah pasir dapat memengaruhi perilaku tanah terhadap beban siklik karena memiliki tingkat permeabilitas yang rendah atau berkebalikan dengan karakteristik pasir yang memiliki permeabilitas tinggi. Jika lapisan lanau berada diantara lapisan pasir, bisa jadi saat terjadi beban siklik tekanan air pori yang seharusnya bisa tersalurkan keluar permukaan, maka akan terjebak pada lapisan pasir. Sehingga pada lapisan pasir akan terjadi tekanan air pori berlebih yang dapat menyebabkan potensi likuefaksi meningkat.

Menurut Ecemis (2021), resistensi likuefaksi pada tanah pasir dengan lapisan lanau secara signifikan lebih besar daripada pasir tanpa lapisan lanau. Sementara itu,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

semakin banyaknya lapisan lanau pada tanah pasir menurunkan ketahanan terhadap likuefaksi pada kondisi *relative density* 60% (Park et al., 2024).

Adanya temuan yang tampak kontradiktif dalam literatur, di mana beberapa studi menunjukkan peningkatan resistansi likuefaksi sementara studi lain menunjukkan penurunan, menggarisbawahi kompleksitas interaksi antara lapisan pasir dan lanau. Perbedaan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ketebalan relatif lapisan, kontras permeabilitas antara kedua material, dan kondisi pembebanan spesifik. Fenomena di mana lapisan lanau yang memiliki permeabilitas rendah dapat berfungsi sebagai penghalang drainase (*drainage barrier*) menjadi hipotesis kunci. Hipotesis utama yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa keberadaan lapisan lanau tipis di dalam deposit pasir lepas akan secara signifikan menurunkan ketahanan likuefaksi dengan cara menjebak tekanan air pori yang terbangkitkan selama pembebanan siklik. Akumulasi tekanan air pori yang dipercepat ini akan menyebabkan hilangnya tegangan efektif secara lebih dini, sehingga memicu kegagalan deformasi pada jumlah siklus yang lebih sedikit dibandingkan dengan deposit pasir homogen. Oleh karena itu, penelitian laboratorium yang terkontrol dengan baik menggunakan pengujian *Cyclic Direct Simple Shear* (CDSS) menjadi krusial untuk mengisolasi dan memahami mekanisme fundamental ini secara lebih mendalam.

Untuk memahami lebih lanjut mengenai pengaruh lapisan lanau pada tanah pasir terhadap potensi likuefaksi, maka dilakukan penelitian dengan pengujian *Cyclic Direct Simple Shear* (CDSS). Pengujian CDSS merupakan metode yang efektif untuk mensimulasikan kondisi beban siklik yang terjadi selama gempa bumi. Pengujian CDSS dapat mengukur kekuatan siklik, jumlah siklus terhadap likuefaksi atau sifat siklik tanah, setelah konsolidasi satu arah dengan menggunakan mode pembebanan siklik (ASTM D8296-19).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah di uraikan di atas, terdapat beberapa permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh lapisan lanau pada tanah pasir terhadap jumlah siklus pembebanan yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi likuefaksi;
2. Bagaimana perbandingan respons tekanan air pori dan regangan geser siklik antara sampel pasir murni dengan sampel berlapis lanau selama pengujian CDSS.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan masalah penelitian agar penelitian tidak meluas, maka ditetapkan pembatasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Sampel yang digunakan merupakan pasir silika dari Lampung dan lanau dari Cikeas yang keduanya merupakan sampel tanah yang direkonstitusi di laboratorium;
2. Nilai *relative density* pada pasir adalah 40%;
3. Frekuensi beban gempa yang digunakan 0.1 Hz;
4. Tegangan vertikal efektif (σ_v') yang diaplikasikan adalah 50 kPa;
5. Sampel diuji dalam kondisi jenuh air;
6. Batas regangan geser amplitudo ganda (γ_{DA}) yang digunakan adalah 20%.
7. Melakukan pengujian dengan 3 jenis sampel, pasir (S), pasir-lanau-pasir (S-M-S), dan lanau-pasir-lanau (M-S-M);
8. Pengujian ketahanan likuefaksi dilakukan dengan pengujian *Cyclic Direct Simple Shear*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, terdapat tujuan yang dicapai sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh lapisan lanau pada tanah pasir terhadap jumlah siklus pembebanan yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi likuefaksi;
2. Menganalisis dan membandingkan respons tekanan air pori dan regangan geser siklik antara sampel pasir murni dengan sampel berlapis lanau selama pengujian CDSS.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan penelitian ini, digunakan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab, sehingga memberikan gambaran yang jelas dan mempermudah pembahasan, diantaranya:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan dari penelitian yang akan dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian. Tinjauan pustaka diperoleh dari buku-buku, jurnal dan sumber lain yang mendukung penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metodologi yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan. Terdapat beberapa hal yang dibahas dalam bab ini, yaitu metode pengumpulan data, tahapan penelitian, dan diagram alir penelitian.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini berisi data-data hasil pengujian untuk mendapatkan parameter yang diperlukan dan hasil pengujian *Cyclic Direct Simple Shear* beserta analisisnya.

BAB V

PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran-saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data pengujian *Cyclic Direct Simple Shear* (CDSS) dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik dua kesimpulan utama yang menjawab rumusan masalah penelitian:

1. Keberadaan dan konfigurasi lapisan lanau berpermeabilitas rendah di dalam deposit pasir lepas secara signifikan menurunkan ketahanan siklik tanah, yang tecermin dari jumlah siklus pembebanan yang dibutuhkan untuk mencapai inisiasi likuefaksi ($r_u \geq 0.9$). Secara kuantitatif, sampel pasir murni (S) memerlukan 11 siklus untuk terlikuefaksi, sementara penambahan lapisan lanau pada konfigurasi Pasir-Lanau-Pasir (S-M-S) dan Lanau-Pasir-Lanau (M-S-M) secara drastis mengurangi jumlah siklus yang dibutuhkan menjadi 3 dan 2 siklus. Hal ini menunjukkan penurunan resistansi siklik masing-masing sebesar 73% dan 82%, dengan konfigurasi M-S-M menjadi yang paling rentan.
2. Perbandingan respons dinamik menunjukkan bahwa sampel S-M-S dan M-S-M mengalami laju pembangkitan tekanan air pori dan pengembangan regangan geser siklik yang jauh lebih cepat dibandingkan sampel pasir murni (S). Mekanisme utama yang menyebabkan perbedaan respons ini adalah fungsi lapisan lanau sebagai penghalang drainase (*drainage barrier*). Kontras permeabilitas yang tajam antara pasir ($k \approx 8.25 \times 10^{-2}$ cm/s) dan lanau ($k \approx 5.58 \times 10^{-8}$ cm/s) menyebabkan tekanan air pori yang terbangkitkan selama pembebanan siklik terperangkap di dalam lapisan pasir. Akumulasi tekanan yang dipercepat ini menyebabkan hilangnya tegangan efektif secara lebih dini, yang berujung pada kegagalan deformasi pada jumlah siklus yang jauh lebih sedikit dibandingkan deposit pasir homogen.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian di masa mendatang dan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai fenomena ini, beberapa saran dapat dipertimbangkan:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan **variasi terhadap ketebalan lapisan lanau dan pasir**. Hal ini akan memberikan pemahaman mengenai sensitivitas sistem berlapis terhadap rasio ketebalan permeabel dan impermeabel.
2. Untuk membangun kurva ketahanan siklik (*cyclic resistance curve*) yang lengkap, disarankan untuk melakukan serangkaian pengujian dengan **variasi nilai *Cyclic Stress Ratio* (CSR)** yang berbeda untuk setiap konfigurasi sampel.
3. Mengingat kepadatan relatif (D_r) merupakan parameter kunci dalam ketahanan likuefaksi, penelitian lanjutan dapat **mengeksplorasi pengaruh variasi kepadatan relatif** (misalnya, 60% atau 70%) pada sampel berlapis untuk menginvestigasi interaksi antara kepadatan dan efek stratigrafi.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Saray, N. A., Shafiqu, Q. S., & Ibrahim, M. A. (2021). *Improvement of strength characteristics for sandy soils by polypropylene fibers (PPF)*, J. Phys.: Conf. Ser. 1895 012016,
- Atmojo, S. & Muhandis, I. (2019). *Sistem Informasi Geografis Bencana Gempa Bumi dengan Pendekatan PGA untuk Mitigasi Bencana*, Jurnal Ilmiah Edutic/Vol.6, No.1, Surabaya.
- Boulanger, R.W. & I. M. Idriss (2008). *Soil Liquefaction During Earthquake*, Oakland: Earthquake Engineering Research Institute.
- Das, B. M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering* (7th Edition ed.), Cengage Learning.
- Dzakirah, F. P., & Wulandari, S. (2020). *Analisis Potensi likuefaksi Pada Pesisir Pulau Oba, Maluku Utara*. Jurnal Jalan-Jembatan, Volume 37 No. 1 Januari-Juni 2020: 1-14.
- Ecemis, N. (2021). *Experimental and numerical modeling on the liquefaction potential and ground settlement of silt-interlayered stratified sands*, Soil Dynamics and Earthquake Engineering
- Ferdinand, N. (2024). *Analisis Pengaruh Helical Pile terhadap Penurunan Tanah saat Terjadi Gempa*, Skripsi, Politeknik Negeri Jakarta, Depok.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hazirbaba, K., & Stokoe, K. H. (2019). *Strain-Based assessment of liquefaction and seismic settlement of saturated sand*. Cogent Engineering, 6(1), 1573788.
- Herwandi, Marsudi, & Aprianto. (2017). *Pengaruh Gradasi dan Kepadatan Relatif (Dr) Terhadap Nilai Permeabilitas Tanah Pasir*, Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang, Universitas Tanjungpura.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Ishihara, K. (1985). *Stability of natural deposits during earthquakes*. Proceedings of the 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, San Francisco, 1, 321-376.
- Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice Hall.
- Mohammad, A. R. (2024). *Respon Beban Statik dan Siklik pada Pengujian Monotonic dan Cyclic simple shear*, Thesis, Universitas Indonesia, Depok.
- Park, S.-S., Woo, S.-W., Nguyen, T.-N., & Tran, D.-K.-L. (2024). *Effect of Silt Uniformity on The Liquefaction Resistance of Sand-Silt Mixtures*, Science Direct Soils and Foundations 64 (2024) 101507.
- Prizkanisa, S., Prakoso, W. A., & Harninto, D. S. (2020). *Literature Review: Potential of Liquefaction Hazards on Saturated Loose Sand with Shaking Table Large Scale Test*.
- Polito, C. P., Green, R. A., Lee, J., & Sada, C. T. (2021). *Effects of liquefaction definition on cyclic triaxial test results*. *Geosciences*, 5(2), 27.
- Seed, H. B., & Idriss, I. M., 1971. *Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential*, J. Soil Mechanics and Foundations Div., ASCE 97(SM9), 1249–273.
- Sudardja, H., N. Sri Respati, Yuwono, Sutikno, & P. Andikanoza (2018). *Modul Praktikum Uji Tanah*, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Depok
- Suprijanto, H., Hendrawan, A. P., & Nugraha, A. W. B. (2020). *Potential study of the liquefaction hazard at the reclamation development site of I Gusti Ngurah Rai airport, Nusa Dua region, province of Bali*, IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci. 437 012058
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice (3rd ed.)*, John Wiley & Sons, Inc., New York.



Wu, J. (2002). *Liquefaction triggering and post-liquefaction behavior of silty sands*.
(Mengutip Ishihara, 1985).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta