

TUGAS AKHIR
ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN DATA
CPT DI DESA LOLU KECAMATAN SIGI BIROMARU,
KABUPATEN SIGI



Diajukan Kepada Universitas Tadulako untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
derajat Sarjana S1 Teknik Sipil

Oleh:

AHMAD ANANTA D.
NIM. F111 18 204

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
PALU, 2025

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN DATA CPT DI DESA
LOLU KECAMATAN SIGI BIROMARU KABUPATEN SIGI

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

AHMAD ANANTA DAYANI

F11118204

SKRIPSI

Telah dipertahankan didepan Majelis Penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Pada tanggal 09 Juli 2025

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Tadulako,

Dr. Andi Arham Adam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197203231999031002

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tadulako,

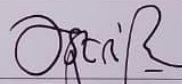
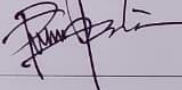
Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T.
NIP. 197509252005012011

HALAMAN PERSETUJUAN

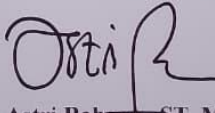
Panitia Ujian Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Tadulako yang ditetapkan berdasarkan SK Dekan Fakultas Teknik No.9754/UN.28.6/DK/2025 Tanggal 26 Juni 2025 menyatakan menyetujui Tugas Akhir yang telah dipertanggung jawabkan di hadapan Majelis Penguji pada Hari Rabu Tanggal 9 Juli 2025 oleh :

Nama : Ahmad Ananta D
No. Stambuk : F 111 18 204
Judul Skripsi : "ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN DATA CPT DI DESA LOLU KECAMATAN SIGI BIROMARU KABUPATEN SIGI

Dosen Pembimbing :

No.	Nama / NIP	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Astri Rahayu, S.T., M.T. NIP. 19670705 199702 2 001	Pembimbing I	
2.	Zet Mallisa, S.T., M.T. NIP. 19661106 199903 1 002	Pembimbing II	

Palu, 2025
Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Tadulako


Dr. Astri Rahayu, ST, MT
Nip. 19670705 199702 2 001

DECLARATION
ORIGINALITY OF FINAL PROJECT REPORT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Ananta Dayani
No. Stambuk : F 111 18 204
Fakultas/Jurusan : Teknik / S-1 Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari orang lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila pada masa mendatang diketahui bahwa pernyataan ini tidak benar adanya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan dengan segala konsekuensinya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Palu, Juni 2025

Ahmad Ananta D
F 111 18 204

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.s Al Insyirah Ayat 5)

“Barangsiapa Yang Mengerjakan Kebaikan Sekecil Apapun, Niscaya Dia Akan Melihat (Balasan) Nya.”

(Q.s Al Zalzalah Ayat 7)

PERSEMBAHAN :

Tulisan ini penulis persembahkan untuk ayahanda tercinta Mustapa D dan ibunda tercinta Sufiati D, sebagai ucapan terima kasih yang setulus hati untuk kedua orang tua penulis yang telah membesarkan, mendidik, selalu memberikan kasih sayang, memberi cinta, dukungan dan terutama do’a restu yang tulus kepada penulis. Kepada saudara penulis Fidal Apriansyah D dan Nur Izzati D serta juga kepada seluruh keluarga besar “Dayani” dan “Djafar”, teman-teman serta semua pihak yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN DATA CPT DI DESA LOLU KECAMATAN SIGI BIROMARU, KABUPATEN SIGI

Ahmad Ananta D¹, Astri Rahayu², Zet Mallisa³

ABSTRAK

Likuefaksi merupakan fenomena tanah non-koheusif yang jenuh air kehilangan daya dukungnya akibat gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah dan menentukan daya dukung tanah di desa Lolu Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data CPT dan uji laboratorium yaitu analisa gradasi butiran dan berat jenis tanah yang diolah untuk mendapatkan nilai FS berdasarkan nilai CSR dan nilai CRR. Dari hasil penelitian ini, dengan menggunakan sistem klasifikasi USCS, jenis tanah SM mengacu pada *Silty Sand*, yaitu tanah pasir dengan kandungan lanau (*silt*) yang cukup signifikan namun tidak plastis tinggi, ini sesuai dengan data PI yang rendah dan kadar lolos saringan No. 200 yang masih di bawah 12%. Dengan demikian, jenis tanah yang didapatkan dari hasil uji analisa saringan dalam tugas akhir ini adalah pasir lanau. Berdasarkan hasil uji CPT pada titik D3 menunjukkan variasi jenis tanah berdasarkan kedalaman dengan dominasi pasir berlanau hingga lempung berlanau, pada lapisan atas (hingga kedalaman sekitar 2–4 meter) cenderung berupa tanah lunak dengan nilai tahanan konus (*qc*) rendah, Pada kedalaman yang lebih dalam (lebih dari 5 meter), nilai *qc* meningkat, menunjukkan adanya lapisan tanah yang lebih padat atau kompak, jika dihubungkan dengan kurva potensi likuefaksi menurut Tsuchida untuk titik yang menunjukkan 0 – 90 % lolos berada di kurva berwarna merah yang berarti sangat berpotensi terjadinya likuefaksi, dan 90 – 100 % lolos berada didalam kurva berwarna hitam yang artinya berpotensi terjadi likuefaksi.

Kata kunci : Likuefaksi, CPT, FS, CSR, CRR, Desa Lolu Kecamatan Sigi biromaru, Kabupaten sigi.

LIQUEFACTION POTENTIAL ANALYSIS WITH CPT DATA IN LOLU VILLAGE, SIGI BIROMARU DISTRICT, SIGI REGENCY

Ahmad Ananta D¹, Astri Rahayu², Zet Mallisa³

ABSTRACT

*Liquefaction is a phenomenon of non-cohesive soil saturated with air losing its bearing capacity due to an earthquake. This study aims to determine the characteristics of the soil and determine the bearing capacity of the soil in Lolu Village, Sigi Biromaru District, Sigi Regency. The data used in this study are CPT data and laboratory tests, namely grain gradation analysis and soil specific gravity which are processed to obtain FS values based on CSR values and CRR values. From the results of this study, using the USCS classification system, the type of SM soil refers to Silty Sand, which is sandy soil with a significant silt (mud) content but is not highly plastic, this is in accordance with the low PI data and the No. 200 sieve passing rate which is still below 12%. Thus, the type of soil obtained from the results of the sieve analysis test in this final assignment is silt sand. Based on the results of the CPT test at point D3, it shows variations in soil types based on depth with a dominance of silty sand to silty clay, in the upper layer (up to a depth of around 2-4 meters) tends to be soft soil with a low cone retaining value (*qc*), At deeper depths (more than 5 meters), the *qc* value increases, indicating a denser or more compact soil layer, when connected to the liquefaction potential curve according to Tsuchida for points showing 0-90% passing on the red curve which means there is a high potential for liquefaction, and 90-100% passing is in the black curve which means there is a potential for liquefaction.*

Kata kunci : Likuefaksi, CPT, FS, CSR, CRR, Desa Lolu Kecamatan Sigi biromaru, Kabupaten sigi.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, Sang Pemilik dunia dan seisinya, tiada Tuhan selain Allah dan hanya kepada-Nyalah kita patut memohon dan berserah diri. Hanya karena nikmat kesehatan dan kesempatan dari Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penulisan hasil penelitian ini dengan judul :

“ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN DATA CPT DI DESA LOLU
KECAMATAN SIGI BIROMARU, KABUPATEN SIGI”

Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini guna untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil di Universitas Tadulako PALU.

Teriring salam dan shalawat semoga tercurahkan kepada teladan dan junjungan kita Rasulullah Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan orang-orang yang senantiasa istiqamah mengikuti jalan dakwahnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua orang tua tercinta ayahanda MUSTAPA D. dan ibunda SUFIATI D. yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, membimbing, dan senantiasa memberikan dukungan moral maupun materil, semangat, kasih sayang dan doa yang tulus kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang setinggi-tingginya kepada Ibu Dr.Astri Rahayu, ST.,MT Selaku pembimbing I dan Zet Mallisa, ST., MT Selaku Pembimbing 2 yang senantiasa dapat meluangkan waktu dan perhatian dalam memberikan arahan dan petunjuk kepada penulis, mulai dari penyusunan awal hingga pada akhirnya Proposal ini dapat terselesaikan.

Palu, 2025
Penulis

AHMAD ANANTA D.
F 111 18 204

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-2
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-2
1.5 Batasan Masalah.....	I-3
1.6 Metode Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Tanah.....	II-1
2.2 Klasifikasi Tanah.....	II-2
2.3 Sistem Klasifikasi Tanah USCS.....	II-2
2.4 Likuefaksi.....	II-6
2.5 Faktor Penyebab Likuefaksi.....	II-6
2.5.1 Karakteristik Tanah yang berpotensi Likuefaksi	II-8
2.5.2 Kriteria Likuefaksi	II-8
2.6 <i>Cone Penetration Test</i> (CPT).....	II-9
2.7 Evaluasi Likuefaksi Dengan Alat <i>Cone Penetration Test</i> (CPT).....	II-10
2.8 Menentukan Nilai <i>Factor Of Safety</i> (FS) berdasarkan Nilai <i>Cyclic Strees Ratio</i> (CSR) dan Nilai <i>Cyclic Resistance Ratio</i> (CRR).....	II-11
2.8.1 <i>Cyclic Strees Ratio</i> (CSR).....	II-11
2.8.2 <i>Cyclic Resistance Ratio</i> (CRR)	II-12

2.8.3 Tinjau Potensi Likuefaksi.....	II-14
2.8.4 <i>Liquefaction Potential Index (LPI)</i>	II-14
2.9 Analisa Saringan	II-15
BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1 `Bagan Alir Penelitian.....	III-1
3.2 Tinjauan Umum.....	III-2
3.3 Studi Literatur	III-2
3.4 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	III-3
3.5 Pengumpulan Data	III-5
3.6 Analisa Data	III-5
3.7 Pengambilan Sampel	III-6
3.7.1 Sampel Tanah Terganggu.....	III-7
3.8 Pengujian Laboratorium.....	III-7
3.8.1 Pengujian Analisa Saringan.....	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Lokasi Penelitian	IV-1
4.2 Pengujian Laboratorium.....	IV-1
4.2.1 Analisa Kadar Air dan Berat Volume	IV-1
4.2.2 Analisa Saringan.....	IV-2
4.2.3 Muka Air Tanah (MAT)	IV-6
4.3 Pengujian Lapangan	IV-7
4.3.1 <i>Data Cone Penetration Test (CPT)</i>	IV-7
4.4 Metode Perhitungan Likuefaksi	IV-9
4.4.1 Perhitungan Nilai <i>Cyclic Stress Ratio (CSR)</i> dan <i>Cyclic Resistance Ratio (CRR)</i> untuk mendapatkan nilai <i>Factor of Safety (FS)</i>	IV-9
4.4.2 Perhitungan Nilai <i>Liquefaction Potential Index (LPI)</i>	IV-19
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	1
LAMPIRAN	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah berdasarkan sistem USCS	II-5
Tabel 4.1 Pemeriksaan berat volume	IV-1
Tabel 4. 2 Pemeriksaan kadar air	IV-2
Tabel 4. 3 Hasil analisa saringan	IV-3
Tabel 4. 4 Nilai Cc dan Cu	IV-4
Tabel 4. 5 Data Muka Air Tanah (MAT).....	IV-6
Tabel 4. 6 Pengujian lapangan dengan alat CPT	IV-8
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Nilai CSR, CRR, dan FS.....	IV-11
Tabel 4. 8 Hasil perhitungan LPI titik D3	IV-20
Tabel 4. 9 Penentuan Kategori Nilai Liquefaction Potential Index (LPI)	IV-22
Tabel 4. 10 Hasil perhitungan LPI titik D5	IV-23
Tabel 4. 11 Hasil perhitungan LPI titik D7	IV-25
Tabel 4. 12 Hasil perhitungan LPI titik E3.....	IV-27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elemen Tanah Dalam Keadaan Asli dan Tiga Fase Elemen Tanah...	II-2
Gambar 2.2 Distribusi Butiran Tanah Berpotensi Likuefaksi.....	II-7
Gambar 2.3 Grafik jenis tanah berdasarkan pada hasil uji CPT	II-10
Gambar 2. 4 Alat uji Cone Penetration Test (CPT)	II-11
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitin	III-1
Gambar 3. 2 Titik Pengujian CPT.....	III-3
Gambar 3. 3 Sketsa Titik Pengujian CPT	III-4
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Analisa Saringan	IV-3
Gambar 4. 2 Grafik gabungan ukuran butiran titik D3, D5, D7, dan E3	IV-4
Gambar 4. 3 Potensi Likuefaksi Berdasarkan Grafik Tsuchida	IV-5
Gambar 4. 4 Lokasi pengambilan data MAT	IV-6
Gambar 4. 5 Grafik nilai F_s dan Q_c pada titik D5	IV-15
Gambar 4. 6 Grafik nilai F_s dan Q_c pada titik D7	IV-16
Gambar 4. 7 Grafik nilai F_s dan Q_c pada titik E3.....	IV-17
Gambar 4. 8 Grafik gabungan nilai F_s titik D3, D5, D7, dan E3.....	IV-18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Pengujian CPT titik 8	L-2
Lampiran 2 Data Hasil Pengujian CPT titik 8	L-11
Lampiran 3 Data Hasil Pengujian CPT titik 8	L-12
Lampiran 4 Data Hasil Pengujian CPT titik 9	L-14
Lampiran 5 Data Hasil Pengujian CPT titik 9	L-15
Lampiran 6 Data Hasil Pengujian CPT titik 10	L-16
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian CPT titik 10	L-18
Lampiran 8 Data Hasil Pengujian CPT titik 11	L-20
Lampiran 9 Data Hasil Pengujian CPT titik 11	L-21

DAFTAR NOTASI

Simbol / Singkatan	Arti / Keterangan
M _w	<i>Magnitudo Moment</i>
USCS	<i>Unified Soil Classification System</i> (Sistem Klasifikasi Tanah Unified)
G	<i>Gravel</i> (Tanah Berkerikil)
S	<i>Sand</i> (Tanah Berpasir)
W	<i>Well Graded</i> (Tanah Bergradasi Baik)
P	<i>Poorly Graded</i> (Tanah Bergradasi Buruk)
P _t	Tanah gambut dan tanah organik tinggi (<i>peat and highly</i>)
SM	Pasir Berlanau
SC	Pasir Berlempung
C _u	<i>Coefficient Uniform</i> (Koefisien Keseragaman)
C _c	<i>Curvature Coefficient</i> (Koefisien Gradasi)
PI	<i>Plasticity Index</i> (Indeks Plastisitas)
N-SPT	Jumlah putaran 1800 tiap 1 meter dari jumlah penetrasi(kali/cm)
CSR	<i>Cyclic Stress Ratio</i>
CRR	<i>Cyclic Resistance Ratio</i>
FS	<i>Factor Of Safety</i>
CPT	<i>Cone Penetration Test</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Likuefaksi merupakan proses perubahan sifat tanah dari keadaan padat ke keadaan cair, hal tersebut terjadi ketika tekanan air pori mengalami peningkatan. Dampak dari terjadinya peningkatan tekanan air pori, tanah akan kehilangan kuat geser secara drastis akibat turunnya tegangan efektif air pori tanah (Idriss dan Boulanger, 2008).

Ketika tanah non-kohefif jenuh air yang kehilangan kuat gesernya diguncang beban siklik (berulang teratur) yang disebabkan oleh gempa sehingga tekanan air pori akan meningkat mendekati atau melampaui tegangan vertikal. Tanah yang mengalami likuefaksi dapat membahayakan bangunan yang ada di atasnya atau sering disebut dengan kegagalan struktur tanah (Kertapati, 1998). Kejadian ini terutama berkaitan dengan kondisi tanah pasir jenuh yang memiliki kepadatan lepas atau sedang.

Gempa bumi merupakan bencana alam yang terjadi di bawah permukaan tanah yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada struktur tanah. Kerusakan pada tanah ini diakibatkan oleh besarnya energi yang dilepaskan oleh pusat gempa (*hypocenter*) berupa getaran yang merambat di permukaan bumi. Salah satu kerusakan pada struktur tanah akibat gempa bumi yaitu likuefaksi.

Kota Palu merupakan wilayah yang sering terjadi gempa bumi. Pada hari Jumat, 28 September 2018 lalu telah terjadi gempa bumi dengan kekuatan 7,4 Mw pada kedalaman 10 km (BMKG, 2018). Selain memberikan dampak Tsunami gempa ini mengakibatkan terjadinya likuefaksi di beberapa wilayah seperti Petobo, Balaroa dan Sigi. Gempa bumi tersebut terjadi karena aktivitas sesar darat yaitu sesar Palu Koro. Sesar Palu Koro merupakan sesar yang memanjang kurang lebih 240 km dari Utara Kota Palu ke Selatan Malili hingga Teluk Bone (Pakpahan et al, 2015).

Karena adanya fenomena likuefaksi di Kota Palu, sangat penting untuk mempertimbangkan potensi likuefaksi pada saat melakukan perencanaan suatu bangunan. Potensi terjadinya likuefaksi agar dapat mengetahui karakteristik tanah dan kondisi tanah. Dari beberapa daerah terdampak likuefaksi tersebut, penulis memilih daerah pada Pekerjaan Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak terdampak

Likuefaksi mengenai Penyelidikan Tanah yang berlokasi di Desa Lolu kec. Sigibiromaru Kab. Sigi

Penelitian ini, penulis melakukan pengujian meliputi pengujian lapangan *Cone Penetration Test* (CPT) dan Pengujian Laboratorium. Dengan melihat lokasi di Desa Lolu, Kecamatan Sigibiromaru dan metode analisa likuefaksi dengan alat CPT maka penulis memilih tugas akhir dengan judul **“ANALISIS POTENSI LIKUEFAKSI DENGAN DATA CPT DI DESA LOLU KECAMATAN SIGI BIROMARU, KABUPATEN SIGI”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka pokok permasalahan tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik tanah pada kawasan Desa Lolu kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi?
2. Bagaimana potensi likuefaksi berdasarkan alat CPT dan Laboratorium di Kawasan Desa Lolu kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana karakteristik tanah pada kawasan Desa Lolu kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi?.
2. Mengetahui potensi likuefaksi berdasarkan alat CPT dan Laboratorium di Kawasan Desa Lolu kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi?.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi kepada pembaca yang akan melakukan penelitian mengenai likuefaksi dengan menggunakan alat uji CPT.
2. Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai penerapan teori yang telah didapat dari mata kuliah kedalam penelitian sebenarnya.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Penelitian likuefaksi dilakukan di Desa Lolu kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi
2. Pengujian lapangan yang dilakukan menggunakan alat *Cone Penetration Test* (CPT).
3. Pengujian laboratorium

1.6 Metode Penulisan

Adapun metode penulisan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Studi Pustaka, yaitu mempelajari buku-buku literatur dan hasil pengolahan data dalam jurnal yang ada hubungannya dengan penulisan Tugas Akhir ini, untuk mengetahui tentang apa yang didapat dari hasil pengolahan data dari pengujian alat CPT.
2. Memaparkan tentang analisis data yaitu metode metode yang di terapkan dalam menganalisis data yang diperoleh dari data sekunder dan juga memaparkan analisis pengujian yaitu hasil pengolahan data, kemudian membahas hasil yang diperoleh dengan mengacu pada tinjauan pustaka.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

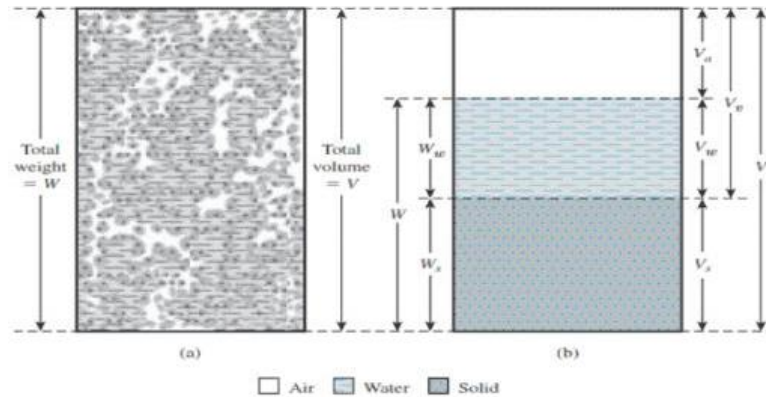
Tanah sangat penting dalam ilmu Teknik Sipil karena hal pokok dalam pembangunan suatu infrastruktur, tanah sebagai penopang beban dari bangunan yang dibangun di atasnya. Das BM, (1995) menyatakan dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Hardiyatmo, (2017) menyatakan tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung.

Darwis, (2018) menyatakan pembagian ukuran butiran adalah sebagai berikut:

- | | | |
|----|------------------------------------|--------------------------|
| 1. | Berangkal (<i>boulders</i>) | > 8 inchi (20 mm) |
| 2. | Kerakal (<i>cobbles/pebbles</i>) | 3 - 8 inchi (8-20 cm) |
| 3. | Kerikil (<i>gravel</i>) | 2 mm-3 inchi (2 mm-8 mm) |
| 4. | Pasir Kasar (<i>Course sand</i>) | 0,6 - 2 mm |
| 5. | Pasir Sedang | 0,2 – 0,6 mm |
| 6. | Pasir Halus | 0,06 – 0,2 mm |
| 7. | Lanau (<i>silt</i>) | 0,002 – 0,06 mm |
| 8. | Lempung (<i>clay</i>) | < 0,002 mm |

Tanah dari lapangan terdiri dari tiga macam bagian yakni butiran tanah, air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut, ruangan ini disebut pori (*voids*). Ketiga macam bagian ini biasanya disebut sistem tiga fase.



Gambar 2.1 Elemen Tanah Dalam Keadaan Asli dan Tiga Fase Elemen Tanah

Sumber : Das, 2010

2.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi menjadi penting dalam menentukan jenis kelompok tanah. Pengklasifikasian ini berguna untuk menggolongkan tanah berdasarkan karakteristik dan sifat fisik tanah secara singkat tanpa penjelasan terperinci. Sistem klasifikasi dibagi menjadi dua yaitu klasifikasi berdasarkan tekstur dan klasifikasi berdasarkan pemakaian. Klasifikasi berdasarkan tekstur adalah sistem klasifikasi USDA, sedangkan klasifikasi berdasarkan pemakaian yaitu sistem klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi USCS. Klasifikasi USDA biasanya digunakan untuk keperluan bidang pertanian, sedangkan sistem klasifikasi AASHTO dan USCS biasanya digunakan untuk keperluan bidang geoteknik yang berkaitan dengan teknik sipil.

Dalam penelitian ini hanya digunakan sistem klasifikasi USCS. Hal ini karena berkaitan dengan tujuan penelitian yaitu untuk stabilisasi tanah yang merupakan bagian dari bidang teknik sipil.

2.3 Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS) adalah system yang paling banyak digunakan secara internasional untuk berbagai keperluan konstruksi. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanahnya lolos dari saringan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) dan S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir. Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (*well*) untuk tanah bergradasi baik dan P (*poor*) untuk tanah bergradasi buruk. Tanah berbutir

kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC.

2. Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanahnya lolos dari saringan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut *peat*, *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L (*low*) untuk plastisitas rendah dan H (*High*) untuk plastisitas tinggi. konstruksi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

G	=	kerikil (<i>gravel</i>)
S	=	pasir (<i>sand</i>)
C	=	lempung (<i>clay</i>)
M	=	lanau (<i>silt</i>)
O	=	lanau atau lempung organik (<i>organic silt or clay</i>)
Pt	=	tanah gambut dan tanah organik tinggi (<i>peat and highly</i>)
W	=	tanah dengan gradasi baik (<i>well graded</i>)
P	=	tanah dengan gradasi buruk (<i>poorly graded</i>)
L	=	plastisitas rendah (<i>low plasticity</i>) ($LL < 50$)
H	=	plastisitas tinggi (<i>high plasticity</i>) ($LL > 50$).

Hardiyatmo, (2017) dalam buku Mekanika Tanah I, menyatakan beberapa prosedur untuk menentukan klasifikasi tanah sistem Unified adalah sebagai berikut :

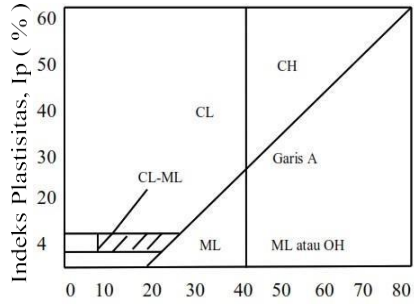
1. Tentukan apakah tanah berbutir halus, kasar atau organik tinggi dengan cara menyaringnya dengan saringan no. 200.
2. Jika tanah berupa butiran kasar :
 - a. Saring tanah tersebut dan gambarkan grafik distribusi butiran.
 - b. Tentukan persen butiran lolos saringan no. 4. Bila persentase butiran yang lolos kurang dari 50%, klasifikasikan tanah tersebut sebagai kerikil (G). Bila persen butiran yang lolos lebih dari 50% klasifikasikan sebagai pasir (S).

- c. Tentukan jumlah butiran yang lolos saringan no. 200. Jika persentase butiran yang lolos kurang dari 5%, pertimbangkan bentuk grafik distribusi butiran dengan menghitung C_u dan C_c . Jika termasuk bergradasi baik, maka klasifikasikan sebagai GW (bila kerikil) atau SW (bila pasir). Jika termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila kerikil) atau SP (bila pasir). Jika persentase butiran tanah yang lolos saringan no. 200 diantara 5 sampai 12%, tanah akan mempunyai simbol dobel dan mempunyai sifat keplastisan (GW-GM, SW-SM, dan sebagainya).
 - d. Jika persentase butiran yang lolos saringan no. 200 lebih besar 12%, harus dilakukan uji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40. Kemudian, dengan menggunakan diagram plastisitas, ditentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, GM-GC atau SM-SC).
3. Jika tanah berbutir halus:
- a. Kerjakan uji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40. Jika batas cair lebih dari 50, 9 klasifikasikan sebagai H (plastisitas tinggi) dan jika kurang dari 50, klasifikasikan sebagai L (plastisitas rendah).
 - b. Untuk H (plastisitas tinggi), jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas dibawah garis A, tentukan apakah tanah organik (OH) atau anorganik (MH). Jika plotnya jatuh di atas garis A, klasifikasikan sebagai CH.
 - c. Untuk L (plastisitas rendah), jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas dibawah garis A dan area yang diarsir, tentukan klasifikasi tanah tersebut sebagai organik (OL) atau anorganik (ML) berdasar warna, bau, atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkannya di dalam oven.
 - d. Jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas jatuh pada area yang diarsir, dekat dengan garis A atau nilai LL sekitar 50, gunakan simbol dobel (CL-ML)

Cara menentukan klasifikasi tanah berdasarkan *Unified Soil Classification System* (USCS) seperti pada Tabel berikut:

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah berdasarkan sistem USCS

Klasifikasi Umum			Simbol	Nama Jenis	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar, $\geq 50\%$ tertahan ayakan 0,074 mm	Kerikil, $\geq 50\%$ fraksi kasar tertahan ayakan 4,76 mm	Kerikil bersih	GW	Kerikil grad. baik, bercampur pasir, sedikit / tanpa butir halus.	Klasifikasi berdasarkan % butiran halus : 5% atau kurang : GW, GP, SW, SP : $\geq 12\%$: GM, GC, SM, SC: 5% sampai 12% : klasifikasi bersimbol ganda	C_u lebih besar 4 : C_c antara 1 dan 3	
			GP	Kerikil grad. buruk, bercampur pasir, sedikit/ tanpa butir halus.		Tak memenuhi kriteria GW	
		Kerikil berikut butiran halus	GM	Kerikil berlanau, camp. Kerikil pasir lanau		Batas-2 Atterberg dibawah garis A atau $PI < 4$	Yg diarsir dalam chart, klasifikasi bersimbol ganda.
			GC	Kerikil berlempung, camp. Kerikil pasir lempung		Batas-2 Atterberg diatas garis A dan $PI > 7$	
	Pasir, $> 50\%$ fraksi kasar lolos ayakan 4,76 mm	Pasir bersih	SW	Pasir grad. baik, pasir dari pecahan kerikil, sedikit/ tanpa butir halus.		C_u lebih besar 6 : C_c antara 1 dan 3	
			SP	Pasir grad. buruk, pasir dari pecahan kerikil, sedikit/ tanpa butir halus.		Tak memenuhi kriteria SW	
		Pasir berikut butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir dan lanau		Batas-2 Atterberg dibawah garis A atau $PI < 4$	Yg diarsir dalam chart, klasifikasi bersimbol ganda.
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir dan lempung		Batas-2 Atterberg diatas garis A dan $PI > 7$	

Tanah berbutir halus, 50% atau lebih	Lanau dan lempung, LL 50% atau kurang	ML	Lanau anorganik, pasir sangat halus, debu padas, debu padas, pasirhalus berlanau/berlempung.	 Indeks Plastisitas, I_p (%) Batas Cair LL (%) Garis A : $PI = 0.73 (LL - 20)$	
		CL	Lanau anorganik plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil /berpasir /berlanau, lempung kurus.		
		OL	Lanau organik/lempung organik plastisitas rendah.		
	Lanau danlempung, LL lebihdari50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomea,lanau diatomea, lanau elastis		
		CH	Lempung anorganik plastisitas tinggi, lempung gemuk.		
		OH	Lempung organik plastisitas sedang sampai tinggi		
		Tanahdengankadarorganik tinggi			PT

sumber : Hadiyatmo, 2002

2.4 Likuefaksi

Dalam peristiwa gempa bumi, umumnya diikuti oleh serangkaian guncangan dan penyesaran tanah akibat dari gelombang gempa yang sampai pada permukaan dan terkadang menimbulkan tsunami. Guncangan tanah dan penyesaran tanah pada lingkungan geologi tertentu salah satunya akan menyebabkan likuefaksi. Proses ini dapat menyebabkan bangunan rusak, retak maupun runtuh, kerusakan bangunan akibat likuefaksi ini dikatakan sebagai kegagalan tanah (Kertapati, 1998).

Likuefaksi didefinisikan sebagai transformasi material granular dari bentuk solid menjadi cair sebagai akibat dari naiknya tekanan air pori dan kehilangan tegangan efektif (Marcuson, 1978). Likuefaksi adalah fenomena dimana tanah kehilangan banyak kekuatan (*strength*) dan kekakuannya (*stiffness*) untuk waktu yang singkat namun meskipun demikian likuefaksi menjadi penyebab dari banyaknya kerusakan, kematian, dan kerugian ekonomi yang besar.

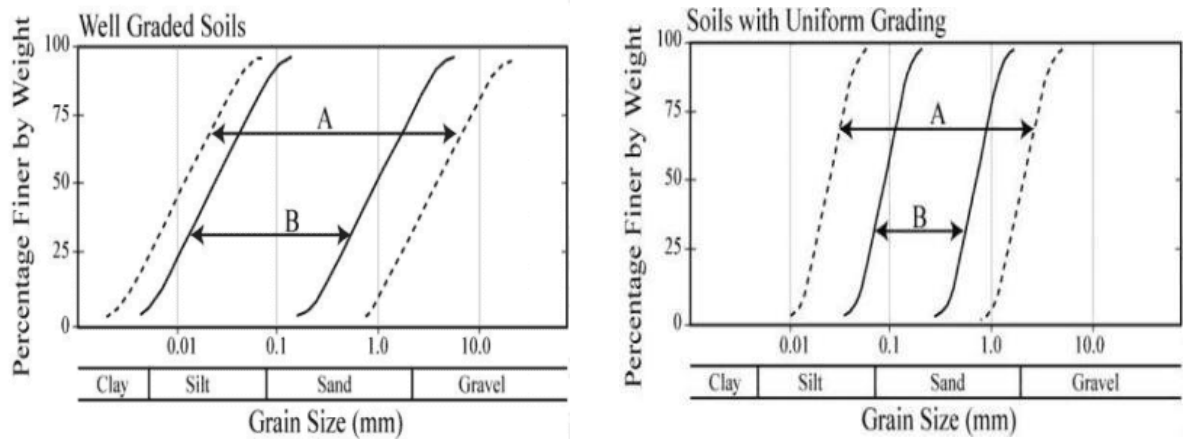
Likuefaksi merupakan fenomena hilangnya kekuatan lapisan tanah akibat getaran gempa. Likuefaksi terjadi pada tanah yang berpasir lepas (tidak padat) dan jenuh air (Towhata, 2008). Likuefaksi dapat memicu terjadinya deformasi permukaan tanah. Saat likuefaksi terjadi lapisan pasir berubah menjadi seperti cairan sehingga tak mampu menopang beban bangunan di dalam atau di atasnya. Suatu proses hilangnya kekuatan geser tanah akibat kenaikan tegangan air pori tanah yang timbul akibat beban siklis (*cyclic mobility*).

Putra (2013), mengatakan fenomena likuefaksi terjadi seiring terjadinya gempa bumi. Secara visual peristiwa likuefaksi ini ditandai munculnya lumpur pasir di permukaan tanah berupa semburan pasir (*sand boil*), rembesan air melalui rekahan tanah, atau bisa juga dalam bentuk tenggelamnya struktur bangunan di atas permukaan, penurunan muka tanah dan perpindahan lateral. Evaluasi potensi likuefaksi pada suatu lapisan tanah dapat ditentukan dari kombinasi sifat-sifat tanah (gradasi butiran dan ukuran butir), lingkungan geologi (proses pembentukan lapisan tanah, sejarah kegempaan, kedalaman muka air tanah).

2.5 Faktor Penyebab Likuefaksi

Menurut Oka (1995), distribusi butiran tanah dapat dijadikan bahan analisis pendahuluan potensi likuefaksi tanah. Panduan analisis yang diusulkan tersebut disajikan dalam suatu grafik distribusi butiran tanah yang menjelaskan kriteria

kerentanan suatu tanah rentan terhadap potensi likuefaksi. Grafik panduan analisis yang diusulkan oleh Oka (1995) dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 2.2 Distribusi Butiran Tanah Berpotensi Likuefaksi

Sumber : Oka 1995

(a) tanah bergradasi seragam

(b) tanah bergradasi baik

Catatan :

- (a) Rentang yang berpotensi likuefaksi
- (b) Rentang yang paling berpotensi likuefaksi

Menurut Oka, (1995) ada 3 faktor utama penyebab terjadinya likuefaksi, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar

Tanah berbutir ini meliputi kerikil, pasir, atau lanau dengan sedikit atau tanpa kandungan lempung. Tanah tipe ini tidak memiliki nilai kohesi (perpaduan erat/kokoh) yang berarti, sehingga tanah ini tak bisa dibentuk menggunakan tangan ketika dalam kondisi lembab dan mudah diuraikan ketika dalam kondisi kering.

2. Muka Air Tanah (MAT)

Tempat-tempat dengan permukaan air tanah yang dangkal mempunyai kecenderungan yang tinggi untuk rentan likuefaksi. Berdasarkan sejarah, kerentanan tertinggi terjadi ketika muka air tanahnya kurang dari 3 meter di bawah permukaan tanah. Hal ini biasanya teridentifikasi saat warga menggali sumur. Belum sampai tiga meter digali, airnya sudah menggenang. Air yang berada di dalam rongga-rongga antar butiran tanah inilah yang akan menimbulkan kenaikan tekanan hidrostatik yang tinggi di suatu lapisan

tanah. Dan ini menandakan kawasan tersebut rawan likuefaksi.

3. Gempa bumi

Sebagian besar kejadian likuefaksi di dunia dipicu oleh beban gempa. Secara umum nilai magnitudo gempa yang bisa memicu fenomena likuefaksi dengan dampak yang signifikan adalah gempa dengan 7 Mw atau lebih, seperti gempa yang terjadi di Palu, Sigi dan Donggala, Sulawesi Tengah, 28 September 2018.

2.5.1 Karakteristik Tanah yang berpotensi Likuefaksi

Selain pada dinding penahan tanah, likuefaksi juga seringkali merusak jembatan yang melewati badan air. Pergerakan tanah pada peristiwa likuefaksi dapat mendorong pondasi jembatan keluar sehingga jembatan kehilangan supportnya, atau menyebabkan terjadinya buckling pada pondasi jembatan. Kerusakan-kerusakan semacam ini membawa konsekuensi yang besar dalam mendesain bangunan – bangunan pada tanah pasir yang berada dekat badan air. Sebagai akibat jangka panjangnya, tentunya akan terdapat kerugian materi yang sangat besar apabila terjadi kegagalan pada struktur dibawah tanah akibat likuefaksi.

Likuefaksi umumnya terjadi pada tanah yang bergradasi seragam (*uniformly graded soil*). Sementara tanah yang bergradasi baik (*well graded soil*) umumnya mempunyai tahanan terhadap likuefaksi lebih besar dibandingkan dengan tanah yang bergradasi buruk (*poor graded soil*). Hal ini disebabkan oleh partikel-partikel kecil yang terdapat pada tanah bergradasi baik akan dapat mengisi rongga yang ada diantara partikel yang besar, sehingga potensi untuk mengalami perubahan volume pada kondisi drain akan menjadi lebih kecil akibat undrained loading (Ikhsan, 2011).

2.5.2 Kriteria Likuefaksi

Jenis-jenis tanah tidak seluruhnya berpotensi mengalami likuefaksi. Tanah dapat dikatakan memiliki potensi terjadinya likuefaksi menurut *Association of Bay Area Government, San-francisco*, yaitu :

1. Tanah memiliki sifat *Loose*/lepas, tidak terkonsolidasi atau tidak terpadatkan serta berjenis tanah pasir maupun lanau tanpa adanya banyak mengandung material lempung yang terkandung didalamnya.

2. Tanah yang berjenis pasir dan lanau tersebut bersifat jenuh air yang disebabkan oleh naiknya muka air tanah.
3. Tanah jenis tersebut mengalami beban getar yang cukup kuat dan berasal dari gempa bumi sehingga likuifaksi dapat terjadi.

Likuifaksi dapat terjadi pada tanah yang mengandung lempung dengan syarat-syarat sebagai berikut:

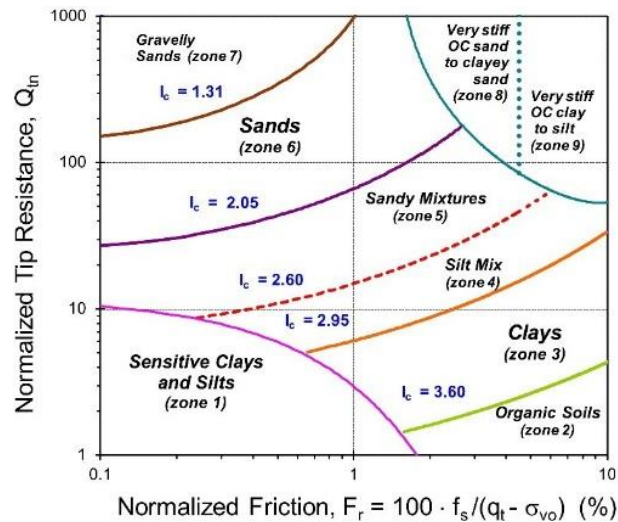
1. $S_r = 95\% - 100\%$
2. LL (Liquid Limit) $< 35\%$
3. PL (Plastic Limit) > 1
4. Water content $> 0.90 \times LL$

Keempat syarat diatas harus terpenuhi, maka liquefaction dikatakan bisa terjadi pada jenis tanah lempung diatas.

2.6 Cone Penetration Test (CPT)

Tes CPT atau yang lebih sering disebut tes sondir merupakan penetrometer statis yang dipakai secara luas di Indonesia. Alat ini berasal dari negeri Belanda dan dikenal dengan sebutan Dutch-cone Penetrometer Test. Prinsip kerja alat ini adalah menekan ujung penetrometer (konus) ke bawah dengan mesin penekan yang dijangkarkan pada tanah. Ada dua macam ujung penetrometer yang biasa dipakai, yaitu konus (*standard type*) dan bikonus (*friction sleeve atau adhesion jacket type*).

Konus ini berupa kerucut dengan sudut 60° dengan luas penampang 10cm^2 , yang dipasang pada suatu rangkaian stang dalam dan selubung luar. Pada tipe standar, hasil pengukuran berupa perlawanan ujung saja (nilai konus). Hal ini didapatkan dengan cara menekan hanya pada stang dalam saja. Gaya yang diperlukan untuk menekan ujung konus diukur dengan alat pengukur tekanan yang dipasang pada mesin penekan. Pengukuran dilakukan pada kedalaman – kedalaman tertentu yang telah ditetapkan dan biasanya dilakukan setiap kedalaman 20 cm. Setelah pengukuran pada suatu kedalaman dilakukan, maka selubung luar ditekan sampai kedalaman berikutnya, kemudian pengukuran selanjutnya dilakukan dengan cara menekan stang dalam dan gaya yang diperlukan diukur dengan membaca alat pengukur tekanan.

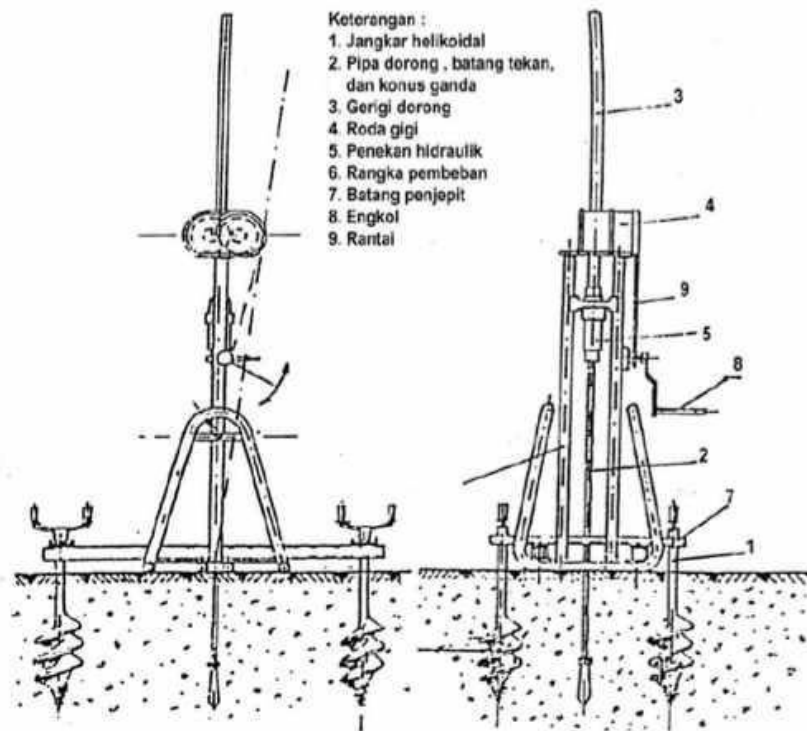


Gambar 2.3 Grafik jenis tanah berdasarkan pada hasil uji CPT

Sumber : Mayne 2014

2.7 Evaluasi Likuefaksi Dengan Alat *Cone Penetration Test (CPT)*

CPT Merupakan metode survei tanah yang juga sering dipilih di Indonesia. CPT itu sendiri pada dasarnya adalah tes dengan memasukkan penetrasi konus ke dalam tanah. Tujuan dari CPT sendiri adalah untuk membaca dan mengetahui tahanan penetrasi konus dan rintangan lekat dari tanah. Untuk survei tanah bangunan, uji CPT ini memiliki beberapa keunggulan. Umumnya uji CPT tanah ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kedalaman struktur tanah keras pada suatu lokasi tertentu. Salah satu metode penyelidikan tanah yang dilakukan di lapangan, adalah CPT merupakan metode yang digunakan untuk menentukan sifat rekayasa geoteknik tanah dan menggambarkan stratigrafi tanah. Saat ini, CPT adalah salah satu metode tanah yang paling banyak digunakan dan diterima untuk penyelidikan tanah di seluruh dunia. Dari metode penyelidikan tanah ini didapatkan nilai perlawanan penetrasi konus (q_c) dan hambatan lekat atau perlawanan geser (f_s).



Gambar 2. 4 Alat uji Cone Penetration Test (CPT)

2.8 Menentukan Nilai *Factor Of Safety* (FS) berdasarkan Nilai *Cyclic Strees Ratio* (CSR) dan Nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR)

2.8.1 *Cyclic Strees Ratio* (CSR)

CSR merupakan nilai perbandingan antara tegangan geser rata-rata yang diakibatkan oleh gempa dengan tegangan vertikal efektif di tiap lapisan. Nilai CSR pada suatu lapisan tanah sangat dipengaruhi oleh nilai percepatan gempa. Berdasarkan teori Seed dan Idriss (1971) memformulasikan persamaan untuk *Cylic Stress Ratio* sebagai berikut:

$$CSR = 0,65 \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \right) r_d \quad (2.1)$$

CSR = *Cyclic Stress Ratio*

a_{max} = Percepatan maksimum dipermukaan tanah

g = percepatan gravitasi bumi

σ_v = Tegangan vertikal evektif

σ'_v = Tegangan vertikal total

r_d = Koefisien tegangan reduksi

2.8.2 *Cyclic Resistance Ratio (CRR)*

Nilai CRR merupakan nilai ketahanan suatu lapisan tanah terhadap tegangan *cyclic*. Nilai CRR dapat diperoleh dengan beberapa cara, diantaranya berdasarkan hasil pengujian lapangan yaitu hasil pengujian CPT. Normalisasi perlawanan konus perlu dilakukan karena pada dasarnya nilai q_c yang didapatkan dari uji CPT yang dilakukan untuk mengoreksi nilai q_c yang didapatkan berdasarkan tegangan efektif overbuden tanah. Berdasarkan teori Youd dan Idriss (1997) nilai tahanan ujung terkoreksi yang akan diformulasikan, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$q_{c1N} = C_Q \chi(q_c/p_a) \quad (2.2)$$

$$C_Q = (p_a/(\sigma'_{v})) \quad (2.3)$$

Keterangan:

C_Q : Faktor Normalisasi tahanan ujung konus

N : Eksponen yang bergantung pada jenis tanah

Q_c : Tahanan ujung konus

P_a : Tekanan pada 1 atm

Perhitungan nilai ekuivalen normalisasi clean sand atau CPT (q_{c1N}) cs dihitung dengan persamaan berikut :

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c \cdot q_{c1N} \quad (2.4)$$

Dimana K_c merupakan faktor koreksi untuk karakteristik butir, didefinisikan dari persamaan berikut (Robertson and Wride, 1998) :

Untuk $I_c < 1,64$ maka :

$$K_c = 1,0$$

Untuk $I_c > 1,64$ maka :

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,89 \quad (2.5)$$

Dimana I_c pada persamaan diatas merupakan indeks perilaku tanah yang didefinisikan sebagai persamaan berikut :

$$I_c = [(3,47 - \log Q)^2 + (1,22 + \log F)^2]^{0,5}$$

Perhitungan nilai Q Untuk pair murni (*clean – sand*), nilai eksponen $n=0,5$ dan untuk tanah jenis lempung menggunakan nilai eksponen pakai $n=1$. Setelah tanah yang diuji telah diklasifikasikan jenisnya maka dihitung dengan persamaan dibawah ini (Yound dan Idriss 1997)

$$Q = [(qc - \sigma v)/pa] \chi [(pa/(\sigma''v))] \quad (2.6)$$

Keterangan :

Q = Tahanan Konus Ternormalisasi

Rasio friksi CPT (f_s) umumnya meningkat dengan meningkatnya *fines content* dan sifat plastisitas tanah, yang memungkinkan perkiraan kasar dari jenis tanah dan *fines content* dapat ditentukan dari data CPT (Robertson and Wride, 1997).

$$F = (fs/(qc - \sigma v)) \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan :

Ic : Indek Perilaku Tipe Tanah

F : *Friction Ratio*

Fs : *Friction Sleeve*

Untuk menentukan nilai CRR berdasarkan (Robertson dan Wride 1998) sebagai berikut:

1. Jika nilai $qc_{1N} < 50$.

$$CRR_{7,5} = 0,833 \times (qc_{1N}/1000) + 0,05 \quad (2.8)$$

2. Jika nilai $50 < qc_{1N} < 160$

$$CRR_{7,5} = 93 \times (qc_{1N}/1000)^3 + 0,08 \quad (2.9)$$

Dalam CRR untuk magnitude gempa bumi yang lain dapat diperkirakan menggunakan rumus berikut :

$$CRR = (CRR_{7,5}) \times (MSF)$$

Dimana nilai *Magnitude Scalling Facto* (MSF) nilai nilai yang disarankan dan disediakan dalam laporan oleh NCERR (Yound and Idris 1998)

2.8.3 Tinjau Potensi Likuefaksi

Untuk mengetahui daerah yang terjadi likuefaksi atau tidak terjadi likuefaksi dapat dilihat dari faktor keamanan dengan nilai CRR banding CSR dengan nilai kurang dari satu (berpotensi terjadinya likuefaksi) atau lebih dari satu (presentase kecil terjadi likuefaksi).

Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menentukan potensi terjadinya likuefaksi:

$$FS = CRR/CSR \quad (2.10)$$

Dimana :

$$FS = CRR/CSR < 1 \text{ (liquifaction could happen)}$$

$$FS = CRR/CSR = 1 \text{ (critical condition)}$$

$$FS = CRR/CSR > 1 \text{ (no liquifaction)}$$

Dalam mengevaluasi ketahanan tanah terhadap likuefaksi, diperlukan suatu pedoman untuk menentukan nilai referensi atau nilai batas apakah suatu tanah yang dievaluasi tersebut berpotensi terjadi likuefaksi atau tidak berpotensi likuefaksi. Nilai referensi tersebut disebut nilai FS yang merupakan nilai perbandingan antara nilai CRR (ketahanan tanah terhadap likuefaksi) dan nilai CSR (tegangan siklik yang menyebabkan likuefaksi). Jika hasil dari FS ini kurang dari satu, maka mengindikasikan bahwa tanah yang dievaluasi tersebut berpotensi terjadi likuefaksi. Secara lengkap, persamaan terhadap (FS) tersebut.

2.8.4 Liquefaction Potential Index (LPI)

Liquefaction Potential Index (LPI), merupakan metode paling umum digunakan yang dikembangkan oleh Iwasaki, dkk. (1984). Interpolasi dari analisis tersebut menghasilkan kontur batas-batas zona dengan potensi likuefaksi rendah (*low*), potensi likuefaksi tinggi (*high*) dan potensi likuefaksi sangat tinggi (*very high*). LPI didefinisikan sebagai berikut :

$$LPI = \int_0^{20mm} Fw(z)dz$$

Dimana :

LPI = Nilai Liquefaction Potential Index (tanpa dimensi)

F = Potensi kejadian likuefaksi, ditentukan dengan persamaan:

$$F = (1 - FS) \text{ untuk } FS < 1, \text{ dan } F = 0 \text{ untuk } FS > 1$$

W(z) = Faktor bobot kedalaman, $w(z) = 10 - 0,5z$; dengan z

adalah kedalaman yang ditinjau, maksimum sampai 20 meter

LPI = 0, kejadian likuefaksi berpotensi sangat rendah,

$0 < \text{LPI} < 5$, kejadian likuefaksi berpotensi rendah,

$5 < \text{LPI} < 15$, kejadian likuefaksi berpotensi tinggi,

LPI > 15, kejadian likuefaksi berpotensi sangat tinggi.

2.9 Analisa Sarigan

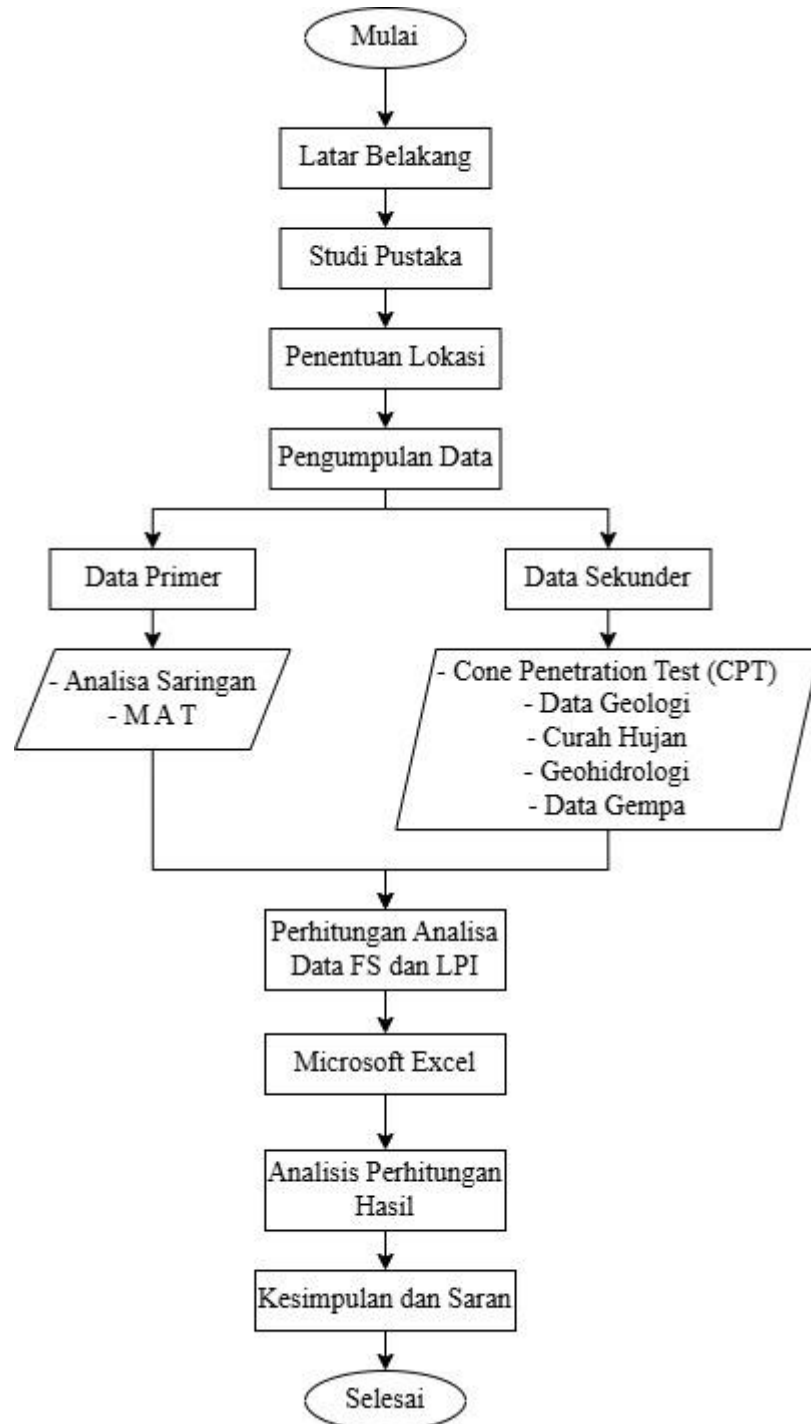
Menurut Tsuchida (1970) hasil analisis saringan butiran pada tanah yang diketahui memiliki tanah yang *liquifiable* dan *non-liquifiable* saat terjadi gempa kuat. Semakin kecil ukuran butir berpengaruh terhadap tahanan gesek dan sifat kohesi tanah. Kemudian, mengusulkan kisaran gradasi ukuran butir yang mencakup tanah yang berpotensi likuefaksi dan paling dapat terjadi likuefaksi. Kurva distribusi ukuran butiran tanah yang dapat membedakan tanah yang memiliki potensi terhadap likuefaksi dan tidak berpotensi terhadap likuefaksi untuk tanah dengan koefisien keseragaman yang besar (C_u) > 3.5.

Uji hidrometer (*Hydrometer Analysis*) merupakan uji penentuan distribusi ukuran butir tanah untuk tanah yang berbutir halus. Pengujian ini menggunakan prinsip kecepatan pengendapan butiran pada larutan suspensi tanah. Hukum Stokes digunakan sebagai dasar pengujian, dimana tanah yang ukuran butirannya lebih besar akan mengendap lebih cepat dibandingkan tanah yang butirannya lebih kecil. Analisis terhadap komposisi bukan butiran tanah ini juga dapat digunakan untuk mengetahui potensi kehancuran tanah (Kushartomo & Sidharta, 2022).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitin

3.2 Tinjauan Umum

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang Pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui kondisi tanah dilapangan pada Kawasan tersebut dan data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dipergunakan sebagai dasar untuk merencanakan konstruksi pondasi atau konstruksi yang berhubungan dengan geoteknik.

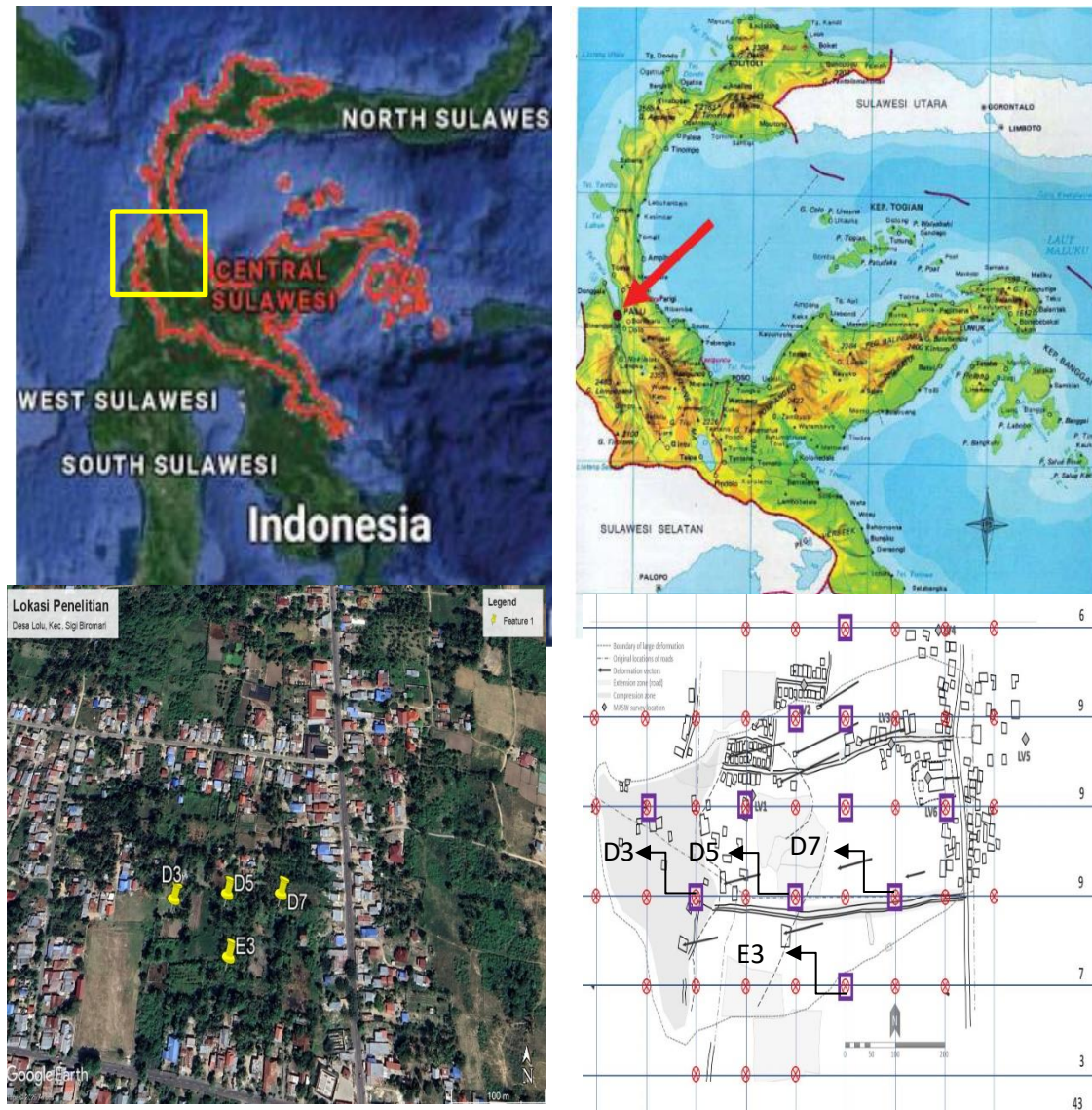
Penyelidikan dan pengujian tanah bertujuan untuk mendapatkan data-data riil tanah dilapangan. Untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi tanah, kedalaman tanah keras sebagai informasi untuk keperluan penilaian kelayakan bangunan yang

3.3 Studi Literatur

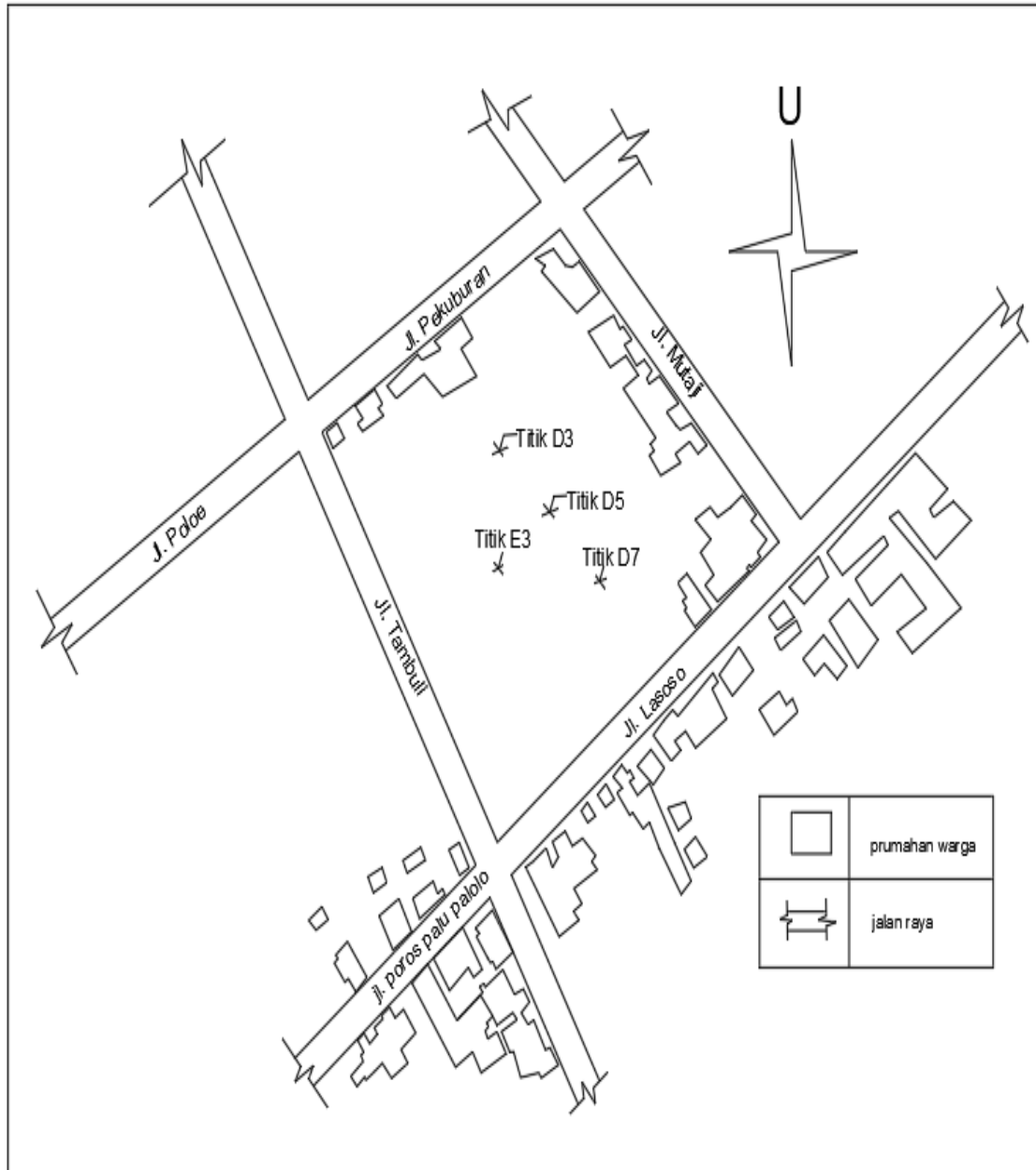
Literatur yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini berdasarkan kajian hasil penelitian para ahli yang telah melaksanakan penelitian tentang potensi likuefaksi di daerah Kota Palu dengan tambahan beberapa literatur yang relevan dengan isi pembahasan memiliki persamaan permasalahan tanah likuefaksi yang berada di daerah Kota Palu. Literatur yang digunakan berupa jurnal, paper, diktat, makalah, laporan data dari pemerintah dan beberapa tambahan literatur lainnya. Dengan didapatkannya beberapa literatur tersebut digunakan sebagai salah satu dasar materi dalam penyusunan landasan teori dan sebagai acuan dalam penentuan metode yang akan digunakan dalam menganalisa besarnya likuefaksi yang terjadi di daerah Kota Palu Sulawesi Tengah.

3.4 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Sulawesi Tengah Desa Lolu Kecamatan Sigibiromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah.



Gambar 3. 2 Titik Pengujian CPT
(Sumber : Google Earth 2025)



Gambar 3. 3 Sketsa Titik Pengujian CPT

3.5 Pengumpulan Data

Untuk melakukan analisis permasalahan yang ada, maka diperlukan adanya data lapangan. Dimana data yang diperoleh harus didapatkan di lapangan secara langsung dengan cara mengadakan beberapa tindakan penelitian dengan metode yang telah ditentukan agar dapat mengetahui kondisi tanah secara langsung di lapangan. Metode pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.

Data primer adalah sebuah hasil data yang diperoleh dengan langsung di tempat yang ingin dilakukan penelitian dengan cara melakukan beberapa tindakan penelitian di lapangan maupun melakukan pengajuan pertanyaan ke warga yang berada di daerah penelitian.

Data sekunder adalah sebuah hasil data yang didapatkan secara tidak langsung. Dalam kata lain data ini diperoleh dari beberapa hasil penelitian, paper, journal, maupun informasi-informasi yang berkaitan dengan lokasi penelitian dengan dasar data-data yang didapatkan tersebut relevan dan ilmiah.

1. Data Primer

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan data primer, yaitu pengambilan sampel tanah terganggu. Setelah itu melakukan pengujian di laboratorium untuk mendapatkan hasil berupa distribusi ukuran butiran dan muka air tanah (MAT), untuk memantau perubahan tinggi muka air tanah terhadap stabilitas tanah dan bangunan.

2. Data Sekunder

Pada penelitian ini, data sekunder yang diperlukan berupa data hasil pengujian CPT, data Geologi, data Curah hujan, Geohidrologi, dan data Gempa.

3.6 Analisa Data

1. Analisis data hasil pengujian di laboratorium yaitu meliputi pengujian:

- a) Analisa Saringan
- b) Muka Air Tanah (MAT)

Pada pengujian ini, akan diperoleh distribusi ukuran butiran dari tanah yang diteliti. Hasil dari pengujian Analisa saringan akan dijadikan acuan untuk menentukan klasifikasi tanah menggunakan sistem USCS.

2. Apabila analisis data hasil pengujian di laboratorium telah selesai, selanjutnya hasil dari pengujian analisa saringan yang diperoleh berupa grafik distribusi ukuran butiran kemudian dihubungkan dengan kurva potensi likuefaksi (Tsuchida, 1970). Metode Tsuchida digunakan untuk mengetahui potensi likuefaksi dengan data distribusi ukuran butiran. Apabila sampel terdapat pada bagian dalam kurva, berarti sangat berpotensi mengalami likuefaksi. Tetapi jika berada diluar kurva maka tidak berpotensi mengalami likuefaksi (Lokanta dkk, 2018).
3. Selanjutnya untuk data sekunder hasil analisis pada pengujian menggunakan alat uji CPT dapat menunjukkan indikasi tanah yang berpotensi likuefaksi melalui nilai q_c dan F_s yang diperoleh. Setelah analisis data hasil pengujian lapangan dan laboratorium selesai dilakukan, kemudian data tersebut dihitung menggunakan beberapa metode. Pada metode faktor keamanan (FS) melalui perbandingan CRR dan CSR, dari hasil tersebut dapat dijadikan acuan dalam mengevaluasi potensi likuefaksi. Kemudian yang terakhir adalah menghubungkan hasil data primer dengan data sekunder yang telah tersedia. Dari hasil tersebut, maka akan diperoleh karakteristik dari tanah yang diteliti likuefaksi di Desa Lolu Kecamatan Sigi biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah.

3.7 Pengambilan Sampel

Sebelum pengambilan sampel tanah dilakukan, terlebih dahulu peneliti melakukan survei ke lokasi untuk kemudian menetapkan titik pengambilan sampel sesuai dengan titik koordinat untuk dilakukannya pengambilan sampel tanah terganggu. Untuk sampel tanah terganggu, akan diambil tepat dititik tempat dilakukannya pengujian CPT. Sampel tanah yang akan diambil 4 (empat) titik pengujian, dengan setiap titik diambil masing-masing 1 (satu) sampel tanah. Adapun sampel tanah terganggu berjumlah 4 (empat). Jadi, jumlah keseluruhan sampel tanah yang akan dievaluasi yaitu sebanyak 4 (empat) sampel tanah.

Untuk sampel tanah terganggu digunakan untuk pengujian analisa saringan yang kemudian diuji di laboratorium, hasil dari pengujian tersebut akan digunakan dalam pengklasifikasian tanah menggunakan sistem USCS.

3.7.1 Sampel Tanah Terganggu

Prosedur Pengambilan sampel terganggu yaitu

1. Bersihkan titik Lokasi pengambilan sampel
2. Kemudian cangkul atau sekop sampel tersebut dan masukkan kedalam plastik sampel/karung

3.8 Pengujian Laboratorium

3.8.1 Pengujian Analisa Saringan

1. **ASTM C136:** Metode uji standar untuk menilai distribusi ukuran partikel dalam bahan granular. ASTM International, organisasi yang menetapkan standar internasional di berbagai industri, mengembangkan metode ini.
2. **SNI 03-1968-1990:** Metode pengujian untuk analisis saringan agregat halus dan kasar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang terletak di Kota Palu dan di Desa Lolu Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi. Terdapat 4 titik pengujian lapangan yaitu CPT, serta pengambilan sampel tanah terganggu.

4.2 Pengujian Laboratorium

Pengambilan sampel tanah terganggu dimulai dengan mempersiapkan alat yang dibutuhkan, seperti sekop, ember atau kantong sampel, sarung tangan, dan alat ukur kedalaman jika diperlukan. Setelah itu, bersihkan area permukaan tanah dari rumput atau material lain yang mengganggu. Gunakan sekop untuk menggali tanah hingga kedalaman yang diinginkan (biasanya 10-30 cm) dan ambil sampel dari beberapa titik berbeda dalam area yang sama untuk memastikan sampel yang representatif. Sampel tanah yang diambil kemudian ditempatkan dalam ember atau kantong yang telah disiapkan, serta memberi label pada wadah sampel. Setelah pengambilan sampel selesai, simpan sampel tanah dalam wadah tertutup untuk menghindari kontaminasi lebih lanjut. Terakhir, bersihkan semua alat yang digunakan agar siap untuk digunakan kembali pada pengambilan sampel berikutnya.

4.2.1 Analisa Kadar Air dan Berat Volume

Dalam pengujian berat isi tanah, digunakan sampel tanah tak terganggu yang diambil pada kedalaman sekitar 0,30 meter dibawah permukaan tanah pada setiap titiknya. Nilai berat isi tanah ini kemudian digunakan untuk menghitung tegangan efektif tanah dalam mencari nilai FS untuk mengevaluasi potensi likuefaksi. Hasil pengujian berat isi tanah di laboratorium dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pemeriksaan berat volume

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME TITIK D3				
No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
A	Tinggi contoh	cm	1.50	
B	Diameter contoh	cm	5.00	
C	Volume contoh	cm ³	29.45	
D	Berat cetakan	gr	47.78	

E	Berat cetakan + contoh basah	gr	95.52	95.25
F	Berat contoh basah = E - D	gr	47.74	47.47
	Berat volume basah	gr/cm ³	1.62	1.61
	Berat volume kering	gr/cm ³	0.00	0.00
	Berat volume basah rata-rata	gr/cm ³	1.62	
	Berat volume kering rata-rata	gr/cm ³	0.00	

Tabel 4. 2 Pemeriksaan kadar air

PEMERIKSAAN KADAR AIR				
No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
G	Cawan + contoh basah	gr	49.90	51.43
H	Cawan + contoh kering	gr	46.92	48.14
I	Berat cawan	gr	14.33	13.90
J	Berat air = G - H	gr	2.98	3.29
K	Berat contoh kering = H - I	gr	32.59	34.24
L	Kadar air	%	9.14	9.61
	Kadar Air rata-rata	%	9.38	

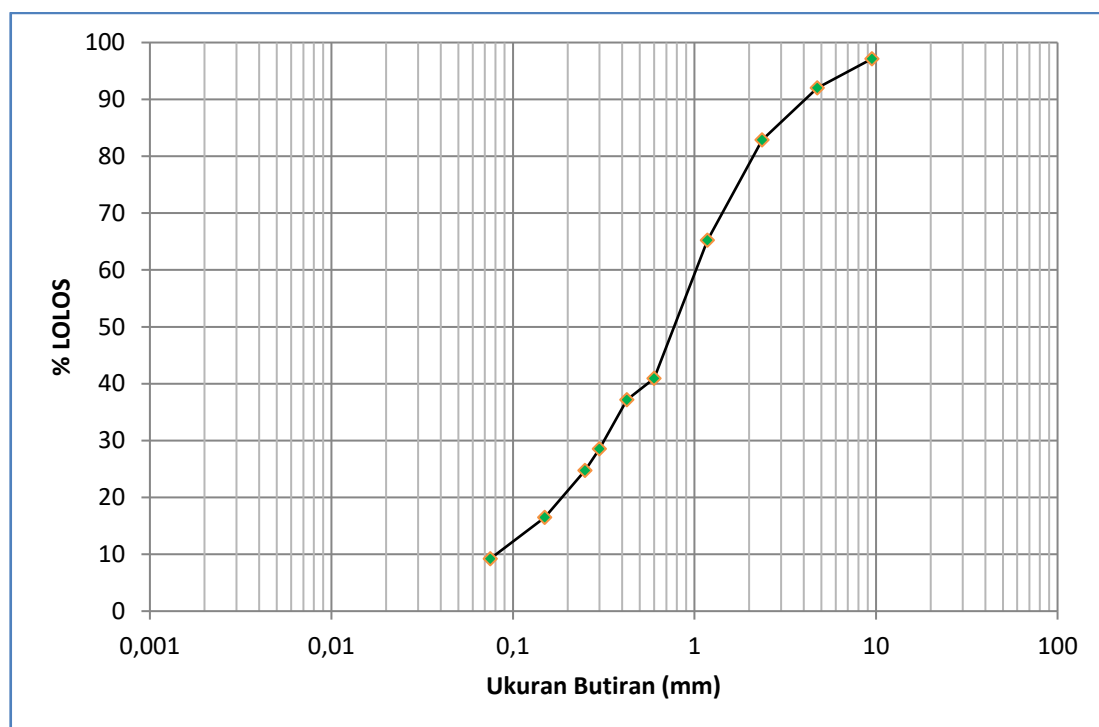
Adapun hasil pemeriksaan kadar air dan berat volume pada titik D5, D7, dan E3, dapat dilihat pada lampiran

4.2.2 Analisa Saringan

Sampel tanah yang diambil dari 4 (empat) titik lokasi, penelitian ini merupakan sampel tanah terganggu. Setiap sampel tanah ini terlebih dahulu dioven pada suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam dan kemudian ditimbang seberat 1500 gram. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan saringan nomor 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", 4, 8, 20, 40, 60, 80, 100, dan 200. Saringan tersebut kemudian digetarkan menggunakan mesin sieve shaker. Adapun bentuk grafik dari hasil dari pengujian analisa ukuran butiran yang terdiri dari empat sampel tanah tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dan untuk jenis tanah yang diperoleh dari pengujian ini dapat ditunjukkan pada Tabel 4.1, Dan untuk hasil uji analisa gradasi butiran dapat dilihat pada Lampiran 1 sampai 4.

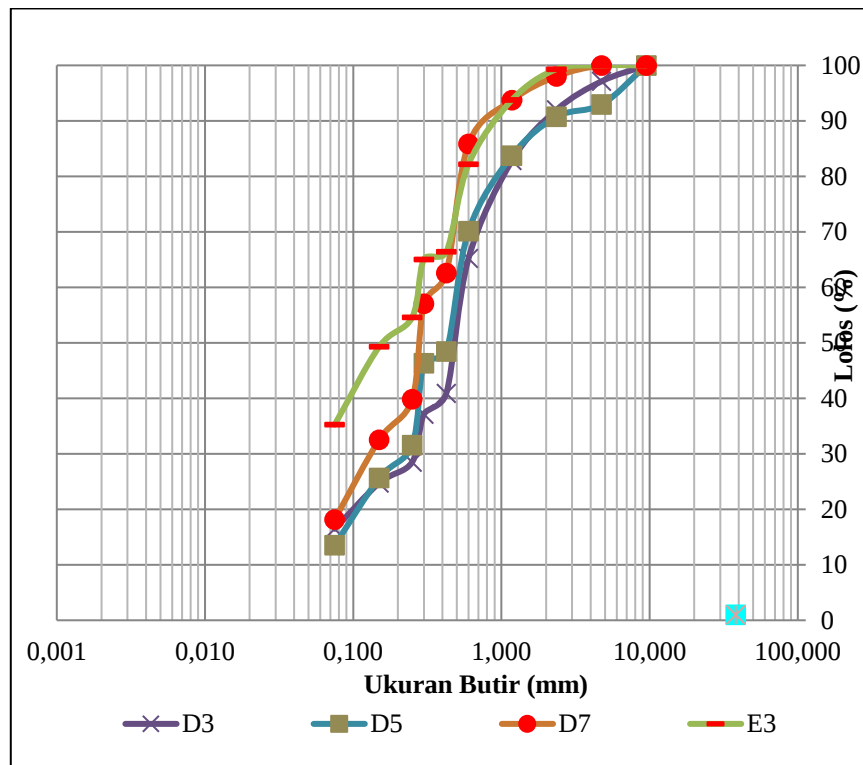
Tabel 4. 3 Hasil analisa saringan

Berat contoh kering sebelum disaring :			500.00	gram	TITIK D3
Sieve No.	Bukaan (mm)	Berat tertahan, gram	Kumulatif tertahan, gram	% tertahan	% lolos
		-	-	-	100.00
#3/8 "	9.500	14.3	14.30	2.86	97.14
#4	4.750	25.7	40.00	8.00	92.00
#8	2.360	45.7	85.70	17.14	82.86
#16	1.180	88.20	173.90	34.78	65.22
#30	0.600	121.50	295.40	59.08	40.92
#40	0.425	18.80	314.20	62.84	37.16
#50	0.300	43.20	357.40	71.48	28.52
#60	0.250	18.80	376.20	75.24	24.76
#100	0.150	41.40	417.60	83.52	16.48
#200	0.075	36.30	453.90	90.78	9.22
PAN		46.1	500.00	100.00	0.00



Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Analisa Saringan

Gambar 4.1 menunjukkan grafik hasil pengujian Analisa ukuran butiran titik D3, dimana didapatkan nilai $C_u 12,62 > 3$ = Lempung, dan nilai $C_c 1,22 (1-3)$ = pasir bergradsai baik.



Gambar 4. 2 Grafik gabungan ukuran butiran titik D3, D5, D7, dan E3

Tabel 4. 4 Nilai Cc dan Cu

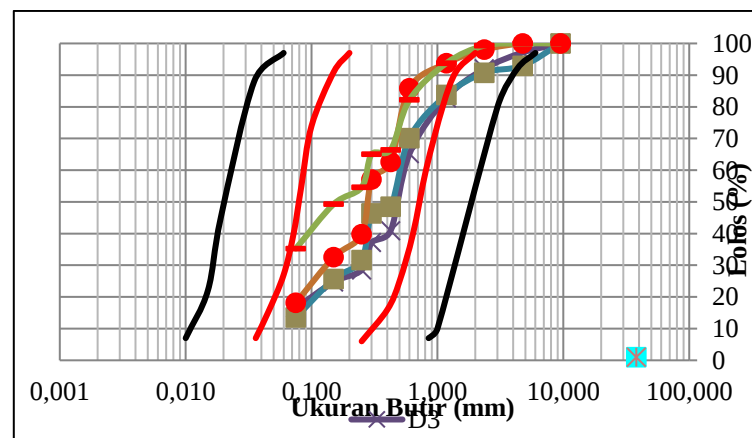
Titik	D10 (mm)	D30 (mm)	D60 (mm)	Cu	Cc
D3	0.08	0.32	1.02	12.62	1.22
D5	0.11	0.29	0.86	7.84	0.86
D7	0.09	0.23	0.51	5.97	1.19
E3	0.08	0.12	0.36	4.78	0.51

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan analisis distribusi ukuran butiran tanah pada keempat titik pengambilan sampel (D3, D5, D7, dan E3), dilakukan perhitungan nilai *Coefficient of Uniformity* (Cu) dan *Coefficient of Curvature* (Cc) untuk setiap sampel. Nilai Cu dan Cc yang diperoleh kemudian diklasifikasikan menggunakan sistem USCS. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada titik D3, nilai Cu sebesar 12,63 dan nilai Cc sebesar 1,23. Berdasarkan kriteria USCS, nilai Cu

> 6 dan C_c berada di antara 1–3, sehingga tanah pada titik D3 diklasifikasikan sebagai pasir bergradasi baik (SW). Sementara itu, pada titik D5, D7, dan E3, nilai C_u masing-masing sebesar 7,84, 5,97, dan 4,79 dengan nilai C_c masing-masing sebesar 0,86, 1,19, dan 0,52. Pada titik D5, meskipun nilai $C_u > 6$, nilai $C_c < 1$ sehingga termasuk pasir bergradasi buruk (SP). Pada titik D7 dan E3, baik nilai C_u maupun C_c tidak memenuhi kriteria pasir bergradasi baik, sehingga kedua titik tersebut juga diklasifikasikan sebagai pasir bergradasi buruk (SP). Secara umum, hasil klasifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar sampel tanah pada lokasi penelitian adalah pasir bergradasi buruk (SP), kecuali pada titik D3 yang termasuk pasir bergradasi baik (SW). Kondisi ini mengindikasikan bahwa mayoritas tanah di lokasi penelitian memiliki gradasi butiran yang tidak merata, yang berpotensi meningkatkan kerentanan terhadap likuefaksi, terutama pada tanah pasir lepas dan jenuh air.

4.2.3 Analisa Grafik Tsuchida

Dalam penentuan potensi likuefaksi ini digunakan data analisa butiran berdasarkan metode Tsuchida (1970), untuk menentukan faktor keamanan likuefaksi. Hasil Pengujian analisis ukuran butiran dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik tanah yang ditinjau. Karakteristik tanah tersebut dapat digunakan untuk mengetahui apakah tanah yang ditinjau berpotensi likuefaksi atau tidak berpotensi likuefaksi. Hasil yang telah dilakukan mengenai analisis ukuran butiran tersebut yang dikorelasikan dengan kurva distribusi ukuran butiran dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Potensi Likuefaksi Berdasarkan Grafik Tsuchida

Berdasarkan Gambar 4.3 mengenai kurva hasil pengujian Analisis ukuran butiran menurut Tsuchida (1970), diperoleh bahwa semua titik yang sudah ditentukan,

dapat dilihat yang lolos 0 – 90 % dalam batas kurva berwarna merah yang artinya sangat berpotensi terjadi likuefaksi, kemudian yang lolos 90 – 100 % masuk dalam anatar kurva berwarna merah dan hitam , yang artinya berpotensi terjadi likuefaksi.

Untuk mengetahui karakteristik tanah yang ditinjau, digunakan hasil pengujian analisis ukuran butiran. Jika ditinjau berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS, maka diperoleh semua sampel pada titik pengujian yang ditinjau masuk dalam kategori tanah berbutir kasar. Hal ini karena pada semua titik pengujian, diperoleh tanah yang lolos saringan nomor 200 adalah kurang dari 50%. Adapun jenis tanah pada titik D3, D5, D7 dn E3 adalah *sand poor* (SP) atau pasir bergradasi buruk.

4.2.4 Muka Air Tanah (MAT)

Mengenai data muka air tanah di dapatkan dari Data CPT diperoleh dari data primer Ada 4 titik yang berada dilokasi yang digunakan untuk sampel dalam penelitian ini yaitu titik D3, D5, D7 dan E3.

Tabel 4. 5 Data Muka Air Tanah (MAT)

NO	Nama Titik	Muka Air Tanah (m)
1	D 3	- 1.5
2	D 5	- 1.3
3	D7	- 1.3
4	E 3	- 1.5



Gambar 4. 4 Lokasi pengambilan data MAT

Pengambilan sampel MAT berdasarkan hasil dari wawancara terhadap warga sekitar, dari hasil wawancara pada titik D3 dan E3 memberikan keterangan bahwa

kedalaman -1.5 m, untuk mendapatkan sumber air di kealaman tanah, sedangkan pada titik D5 dan D7 sumber air tanah terdapat pada kedalaman -1.3 m.

4.3 Pengujian Lapangan

4.3.1 Data Cone Penetration Test (CPT)

Data *Cone Penetration Test* (CPT) diperoleh dari data sekunder yang bersumber dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tadulako, 2021 di Desa Lolu Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi. Ada 4 titik dilokasi pengujian yang digunakan untuk sampel dalam penelitian ini yaitu titik D3 D5, D7 dan E3. Berikut data hasil uji bor pada titik D3 dapat dilihat gambar 4.1 dan gambar 4.2 kemudian untuk untuk hasil uji pada tiap titik dapat pada Lampiran.

Tabel 4. 6 Pengujian lapangan dengan alat CPT

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN		Analisis Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Cone Penetration (CPT)						
LOKASI		Desa Lolu, kec.Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi						
NO. SONDIR		Titik 8 (delapan) D3						
ELEVASI		± 0,00 dari permukaan tanah setempat						
MUKA AIR TANAH		- 6,40 m	Tanggal 118-Nov-2021					
JUMLAH KEDALAMAN		11 m	Dikerjaka Ir. Imran, ST.MT,IPM					
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})		1.005	Dihitung Ahmad Ananta Dayani					
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})		0.091	Diperiksa Dr. Astri Rahayu, ST. MT.					
Kedalaman	Pembacaan Perlawanan	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser	Perlawanan Geser	Perlawanan Konus	Perlawanan Geser Lokal	L_f $f_s \times 20$	Geseran Total	R_f (f_s/q_c)
	d	T_w	K_w ($T_w - C_w$)	q_c $C_w \cdot A_{pc}$	f_s $K_w \cdot A_{ps}$		T_f ΣL_f	
	(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	x100 (%)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	25	30	5	25.125	0.453	9.060	9.060	1.803
0.40	35	40	5	35.175	0.453	9.060	18.121	1.288
0.60	20	25	5	20.100	0.453	9.060	27.181	2.254
0.80	10	17	7	10.050	0.634	12.684	39.865	6.311
1.00	15	21	6	15.075	0.544	10.872	50.738	3.606
1.20	28	34	6	28.140	0.544	10.872	61.610	1.932
1.40	80	92	12	80.400	1.087	21.745	83.355	1.352
1.60	120	133	13	120.600	1.178	23.557	106.911	0.977
1.80	160	172	12	160.800	1.087	21.745	128.656	0.676
2.00	180	195	15	180.900	1.359	27.181	155.837	0.751
2.20	200	215	15	201.000	1.359	27.181	183.018	0.676
2.40	170	185	15	170.850	1.359	27.181	210.199	0.795
2.60	150	165	15	150.750	1.359	27.181	237.379	0.902
2.80	100	110	10	100.500	0.906	18.121	255.500	0.902
3.00	70	80	10	70.350	0.906	18.121	273.621	1.288
3.20	40	45	5	40.200	0.453	9.060	282.681	1.127
3.40	35	40	5	35.175	0.453	9.060	291.741	1.288
3.60	30	35	5	30.150	0.453	9.060	300.801	1.503
3.80	45	50	5	45.225	0.453	9.060	309.862	1.002
4.00	60	65	5	60.300	0.453	9.060	318.922	0.751
4.20	95	103	8	95.475	0.725	14.496	333.418	0.759
4.40	80	87	7	80.400	0.634	12.684	346.103	0.789
4.60	78	84	6	78.390	0.544	10.872	356.975	0.693
4.80	45	55	10	45.225	0.906	18.121	375.096	2.003
5.00	45	54	9	45.225	0.815	16.309	391.404	1.803
5.20	50	60	10	50.250	0.906	18.121	409.525	1.803
5.40	50	62	12	50.250	1.087	21.745	431.270	2.164
5.60	70	77	7	70.350	0.634	12.684	443.954	0.902
5.80	85	90	5	85.425	0.453	9.060	453.014	0.530
6.00	60	65	5	60.300	0.453	9.060	462.074	0.751
6.20	50	55	5	50.250	0.453	9.060	471.135	0.902
6.40	60	70	10	60.300	0.906	18.121	489.255	1.503
6.60	70	80	10	70.350	0.906	18.121	507.376	1.288
6.80	40	50	10	40.200	0.906	18.121	525.496	2.254
7.00	35	45	10	35.175	0.906	18.121	543.617	2.576
7.20	25	35	10	25.125	0.906	18.121	561.738	3.606
7.40	20	30	10	20.100	0.906	18.121	579.858	4.508
7.60	15	25	10	15.075	0.906	18.121	597.979	6.010
7.80	20	35	15	20.100	1.359	27.181	625.160	6.761
8.00	25	40	15	25.125	1.359	27.181	652.340	5.409
8.20	40	55	15	40.200	1.359	27.181	679.521	3.381
8.40	55	70	15	55.275	1.359	27.181	706.702	2.459
8.60	60	80	20	60.300	1.812	36.241	742.943	3.005
8.80	60	80	20	60.300	1.812	36.241	779.184	3.005
9.00	85	105	20	85.425	1.812	36.241	815.426	2.121
9.20	100	120	20	100.500	1.812	36.241	851.667	1.803
9.40	120	140	20	120.600	1.812	36.241	887.908	1.503
9.60	160	185	25	160.800	2.265	45.301	933.209	1.409
9.80	165	190	25	165.825	2.265	45.301	978.511	1.366
10.00	185	210	25	185.925	2.265	45.301	1023.812	1.218
10.20	195	220	25	195.975	2.265	45.301	1069.113	1.156
10.40	200	230	30	201.000	2.718	54.362	1123.475	1.352
10.60	200	235	35	201.000	3.171	63.422	1186.897	1.578
10.80	200	245	45	201.000	4.077	81.543	1268.440	2.028
11.00		>250						

4.4 Metode Perhitungan Likuefaksi

4.4.1 Perhitungan Nilai *Cyclic Stress Ratio (CSR)* dan *Cyclic Resistance Ratio (CRR)* untuk mendapatkan nilai *Factor of Safety (FS)*

Dalam menghitung nilai faktor keamanan (FS), diperlukan nilai CSR dan nilai CRR sebagai nilai hasil perbandingan yang akan menjadi parameter dalam menentukan apakah suatu tanah tersebut berpotensi likuefaksi atau tidak berpotensi likuefaksi. Dalam mengevaluasi potensi likuefaksi ini, digunakan nilai CPT. Berikut merupakan contoh perhitungan pada D3 dalam mencari nilai FS pada kedalaman 2,40 meter (lapisan permukaan).

Diketahui:

Kedalaman	=	2,40	m
Selisih kedalaman	=	0,2	
σ_{vo} sebelumnya	=	40,263	
σ'_{vo} sebelumnya	=	18,681	
Berat volume tanah (γ)	=	19,168	
Berat volume air (γ_w)	=	9,81	
Berat volume tanah efektif (γ')	=	$\gamma - \gamma_w = 9,358$	
Magnitudo (M_w)	=	7,4	SR
Amaks	=	0,33 g = 2,943	m/s ²
Percepatan gravitasi (g)	=	9,81	m/s ²
q_c	=	17085	kN/m ²
P_a	=	100	kN/m ²
F_s	=	133,32	kN/m ²

a. Menghitung nilai tegangan efektif σ_{vo}

$$\begin{aligned}\sigma_{vo} &= (\gamma \cdot h_1) + \sigma_{vo} \text{ sebelumnya} \\ &= 19,168 \times 0,2 + 40,263 \\ &= 44,096 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

b. Menghitung nilai tegangan overburden σ'_{vo}

$$\begin{aligned}\sigma'_{vo} &= \sigma'_{vo} \text{ sebelumnya} + (\gamma' \cdot H_1) \\ &= 18,681 + 9,358 \times 0,2 \\ &= 20,552 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

- c. Menghitung nilai reduksi tegangan (rd)

$$\begin{aligned} rd &= 1 - (0,00765 \cdot z) \\ &= 1 - 0,00765 \times 2,40 \\ &= 0.9816 \text{ m} \end{aligned}$$

- d. Menghitung *Cyclic Stress Ratio* (CSR)

$$\begin{aligned} CSR &= \frac{A_{maks}}{g} \times \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \times rd \\ &= \frac{2,943}{9,81} \times \frac{44,096}{20,552} \times 0,9816 \\ &= 0,6318 \end{aligned}$$

- e. Menghitung nilai Q

$$\begin{aligned} Q &= \frac{qc - \sigma_{vo}}{\sigma'_{v0}} \\ &= \frac{17085 - 44,096}{20,55243379} \\ &= 829,14 \end{aligned}$$

- f. Menghitung nilai rasio friksi yang ternormalisir

$$\begin{aligned} F &= \frac{fs}{qc - \sigma_{vo}} \times 100 \% \\ &= \frac{133,32}{17085 - 44,096} \times 100 \% \\ &= 0,7824 \end{aligned}$$

- g. Menghitung nilai indeks perilaku tanah (Ic)

$$\begin{aligned} Ic &= [(3,47 - \log Q)^2 + (1,22 + \log F)^2]^n \\ &= 1,2425 \end{aligned}$$

- h. Menghitung nilai Kc

$$\begin{aligned} Kc &= -0,431 \cdot Ic^4 + 5,581 \cdot Ic^3 - 21,63 \cdot Ic^2 + 33,75Ic - 17,88 \\ &= 0,4066 \end{aligned}$$

- i. Menghitung nilai tahanan ujung terkoreksi (qc1N)

$$\begin{aligned} qc1N &= \left(\frac{qc}{pa} \right) \times \left(\frac{pa}{\sigma'_{vo}} \right)^{0.5} \\ &= \left(\frac{17085}{100} \right) \times \left(\frac{100}{20,552} \right)^{0.5} \\ &= 376,86 \end{aligned}$$

- j. Menghitung nilai tahanan ujung terkoreksi pada kondisi fraksi halus
- $$(qc1N)_{cs} = k_c \times qc1N$$
- $$= 0,4066 \times 376,86$$
- k. Menghitung nilai Chyclic Resistance Ratio (CRR) Nilai CRR dengan M=7,5

$$CRR_{7,5} = 93 \times \left(\frac{qc1N}{1000} \right)^3 + 0,08$$

$$= 5,0577$$

Penentuan nilai MSF

$$MSF = 6,9 \exp \frac{-M}{4} - 0,058$$

$$= 6,9 \exp \frac{-7,4}{4} - 0,058$$

$$= 1,0269$$

- l. Menghitung nilai Factor of Safety (FS)

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

$$= \frac{5,194}{0,6318}$$

$$= 8,2203 \geq 1 \text{ (Tidak berpotensi likuefaksi)}$$

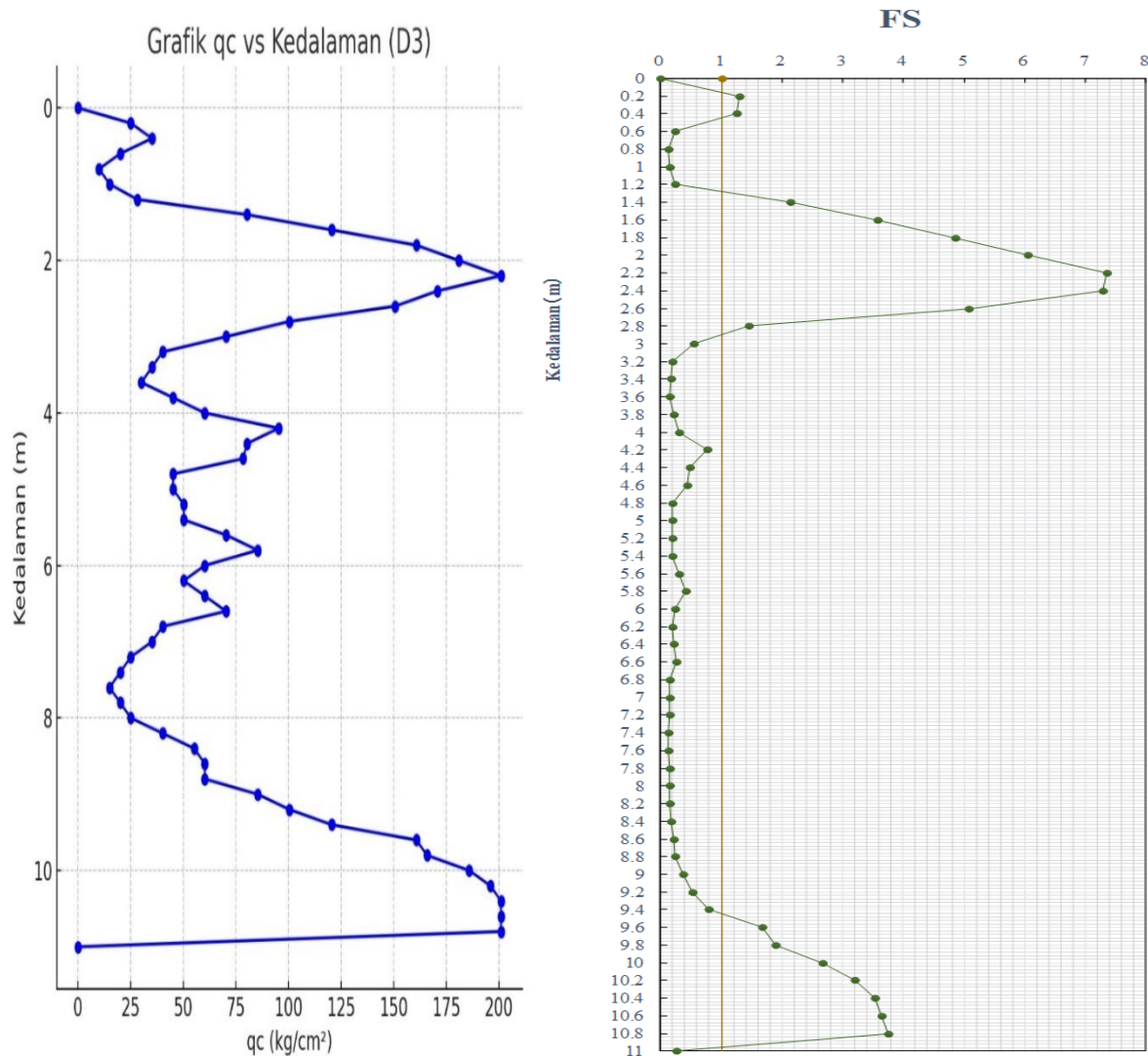
Adapun hasil dari perhitungan yang didapatkan diatas yaitu pada kedalaman 2,40 m dititik D3 tidak terjadi likuefaksi karena nilai FS = 8,2203 dimana ≥ 1 sehingga aman.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Nilai CSR, CRR, dan FS

Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	CSR	CRR	FS	Potensi Likuifaksi
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0.20	25.13	0.68	0.87	1.29	Tidak Terlikuifaksi
0.40	35.18	0.68	0.85	1.26	Tidak Terlikuifaksi
0.60	20.10	0.68	0.16	0.24	Terlikuifaksi
0.80	10.05	0.67	0.09	0.13	Terlikuifaksi
1.00	15.08	0.67	0.10	0.15	Terlikuifaksi
1.20	28.14	0.67	0.16	0.23	Terlikuifaksi
1.40	80.40	0.66	1.40	2.13	Tidak Terlikuifaksi

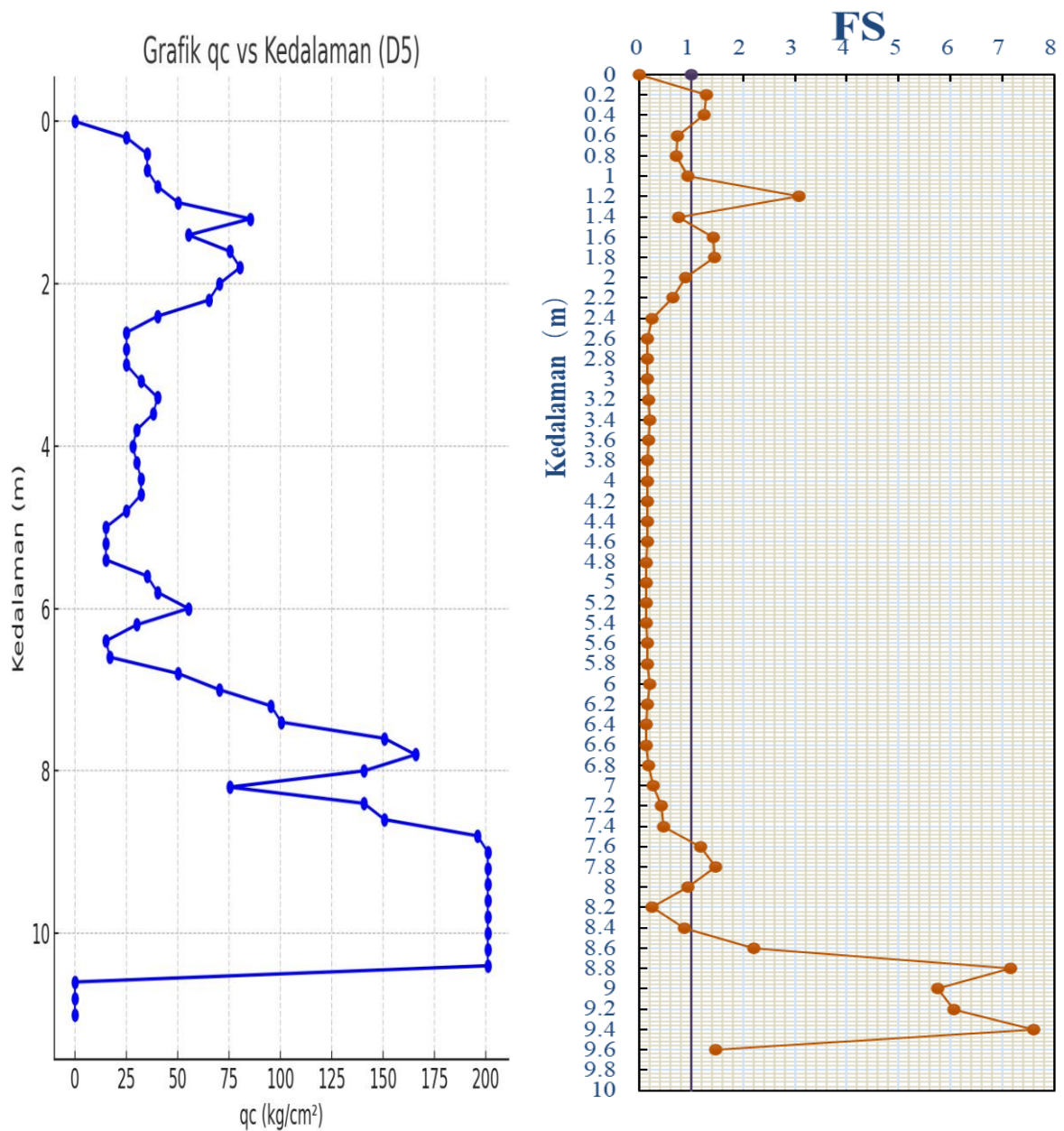
Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	CSR	CRR	FS	Potensi Likuifaksi
1.60	120.60	0.65	3.63	5.58	Tidak Terlikuifaksi
1.80	160.80	0.65	7.01	10.86	Tidak Terlikuifaksi
2.00	180.90	0.64	8.35	13.04	Tidak Terlikuifaksi
2.20	201.00	0.64	9.76	15.35	Tidak Terlikuifaksi
2.40	170.85	0.63	5.23	8.28	Tidak Terlikuifaksi
2.60	150.75	0.63	3.19	5.07	Tidak Terlikuifaksi
2.80	100.50	0.63	0.90	1.44	Tidak Terlikuifaksi
3.00	70.35	0.63	0.34	0.54	Terlikuifaksi
3.20	40.20	0.63	0.13	0.20	Terlikuifaksi
3.40	35.18	0.63	0.11	0.17	Terlikuifaksi
3.60	30.15	0.63	0.10	0.16	Terlikuifaksi
3.80	45.23	0.63	0.13	0.21	Terlikuifaksi
4.00	60.30	0.63	0.19	0.30	Terlikuifaksi
4.20	95.48	0.63	0.48	0.77	Terlikuifaksi
4.40	80.40	0.63	0.30	0.49	Terlikuifaksi
4.60	78.39	0.63	0.28	0.44	Terlikuifaksi
4.80	45.23	0.63	0.12	0.19	Terlikuifaksi
5.00	45.23	0.62	0.12	0.18	Terlikuifaksi
5.20	50.25	0.62	0.12	0.20	Terlikuifaksi
5.40	50.25	0.62	0.12	0.20	Terlikuifaksi
5.60	70.35	0.62	0.19	0.30	Terlikuifaksi
5.80	85.43	0.62	0.26	0.42	Terlikuifaksi
6.00	60.30	0.62	0.14	0.23	Terlikuifaksi
6.20	50.25	0.62	0.12	0.19	Terlikuifaksi
6.40	60.30	0.62	0.14	0.22	Terlikuifaksi
6.60	70.35	0.62	0.16	0.27	Terlikuifaksi
6.80	40.20	0.62	0.10	0.16	Terlikuifaksi
7.00	35.18	0.61	0.09	0.15	Terlikuifaksi
7.20	25.13	0.61	0.09	0.14	Terlikuifaksi
7.40	20.10	0.61	0.08	0.14	Terlikuifaksi
7.60	15.08	0.61	0.08	0.14	Terlikuifaksi
7.80	20.10	0.61	0.08	0.14	Terlikuifaksi
8.00	25.13	0.61	0.09	0.14	Terlikuifaksi
8.20	40.20	0.61	0.09	0.15	Terlikuifaksi
8.40	55.28	0.60	0.11	0.18	Terlikuifaksi
8.60	60.30	0.55	0.12	0.21	Terlikuifaksi
8.80	60.30	0.50	0.12	0.23	Terlikuifaksi
9.00	85.43	0.46	0.17	0.37	Terlikuifaksi

Kedalaman (m)	qc (kg/cm²)	CSR	CRR	FS	Potensi Likuifaksi
9.20	100.50	0.43	0.23	0.52	Terlikuifaksi
9.40	120.60	0.41	0.33	0.80	Terlikuifaksi
9.60	160.80	0.39	0.65	1.68	Tidak Terlikuifaksi
9.80	165.83	0.37	0.70	1.89	Tidak Terlikuifaksi
10.00	185.93	0.35	0.94	2.67	Tidak Terlikuifaksi
10.20	195.98	0.34	1.08	3.19	Tidak Terlikuifaksi
10.40	201.00	0.33	1.16	3.54	Tidak Terlikuifaksi
10.60	201.00	0.32	1.16	3.65	Tidak Terlikuifaksi
10.80	201.00	0.31	1.17	3.75	Tidak Terlikuifaksi
11.00	0.00	0.31	0.08	0.27	Terlikuifaksi



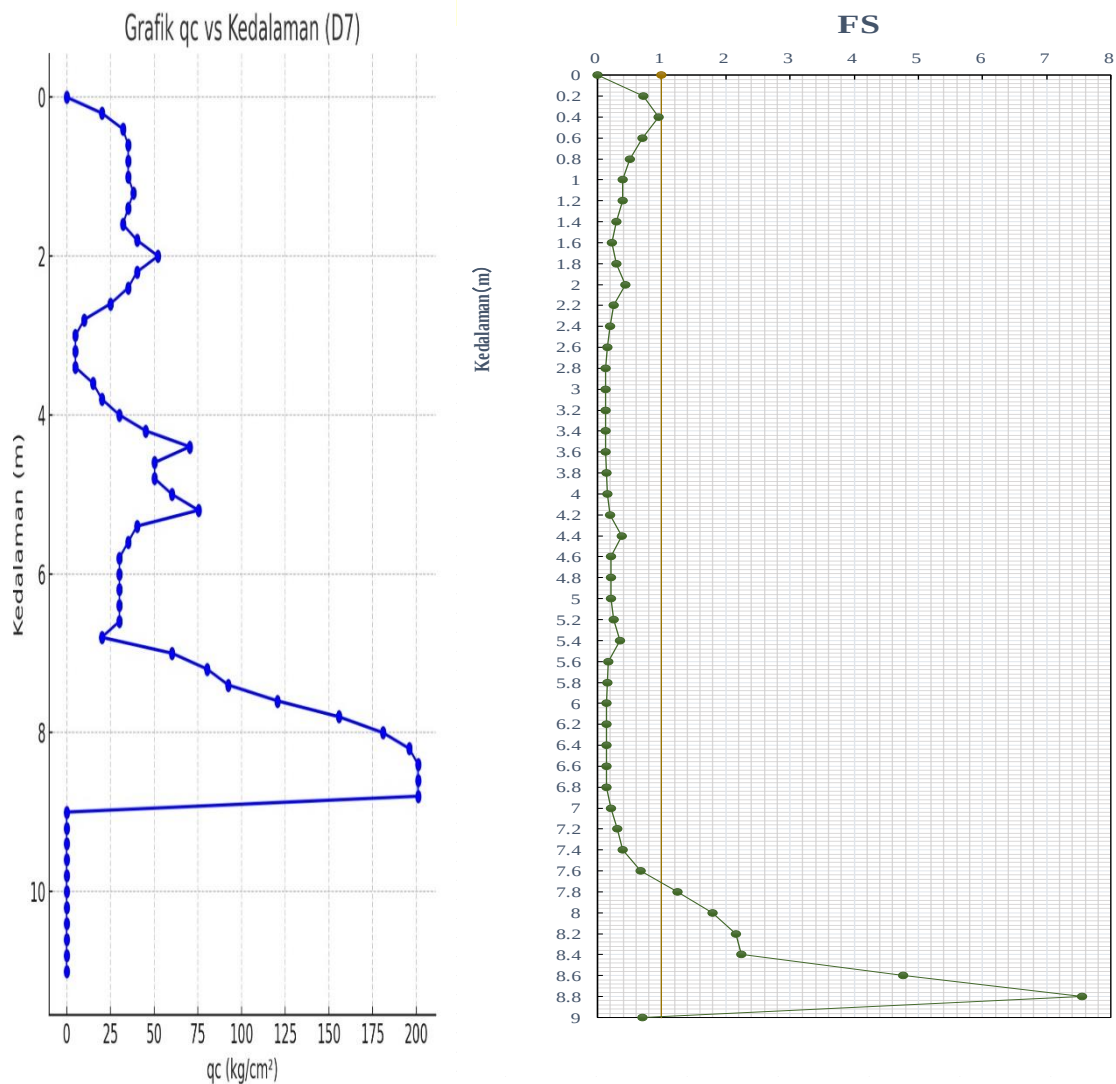
Gambar 4. 4 Grafik nilai Fs dan Qc pada titik D3

Pada titik D3, nilai qc mengalami kenaikan secara signifikan mulai dari permukaan hingga kedalaman sekitar 2 meter, dari 0 sampai lebih dari 200 kg/cm², lalu relatif stabil dan tinggi hingga kedalaman 11 meter. Nilai Fs pada lapisan permukaan (hingga 2 meter) sempat rendah (bahkan <1 pada beberapa lapisan), lalu naik drastis di bawah 2 meter, menandakan lapisan tanah lebih padat dan lebih aman dari likuefaksi pada kedalaman lebih dalam. Lapisan dangkal (0–2 meter) berpotensi likuefaksi karena nilai Fs < 1 dan qc relatif rendah. Pada kedalaman lebih dalam, potensi likuefaksi sangat kecil karena nilai qc dan Fs tinggi.



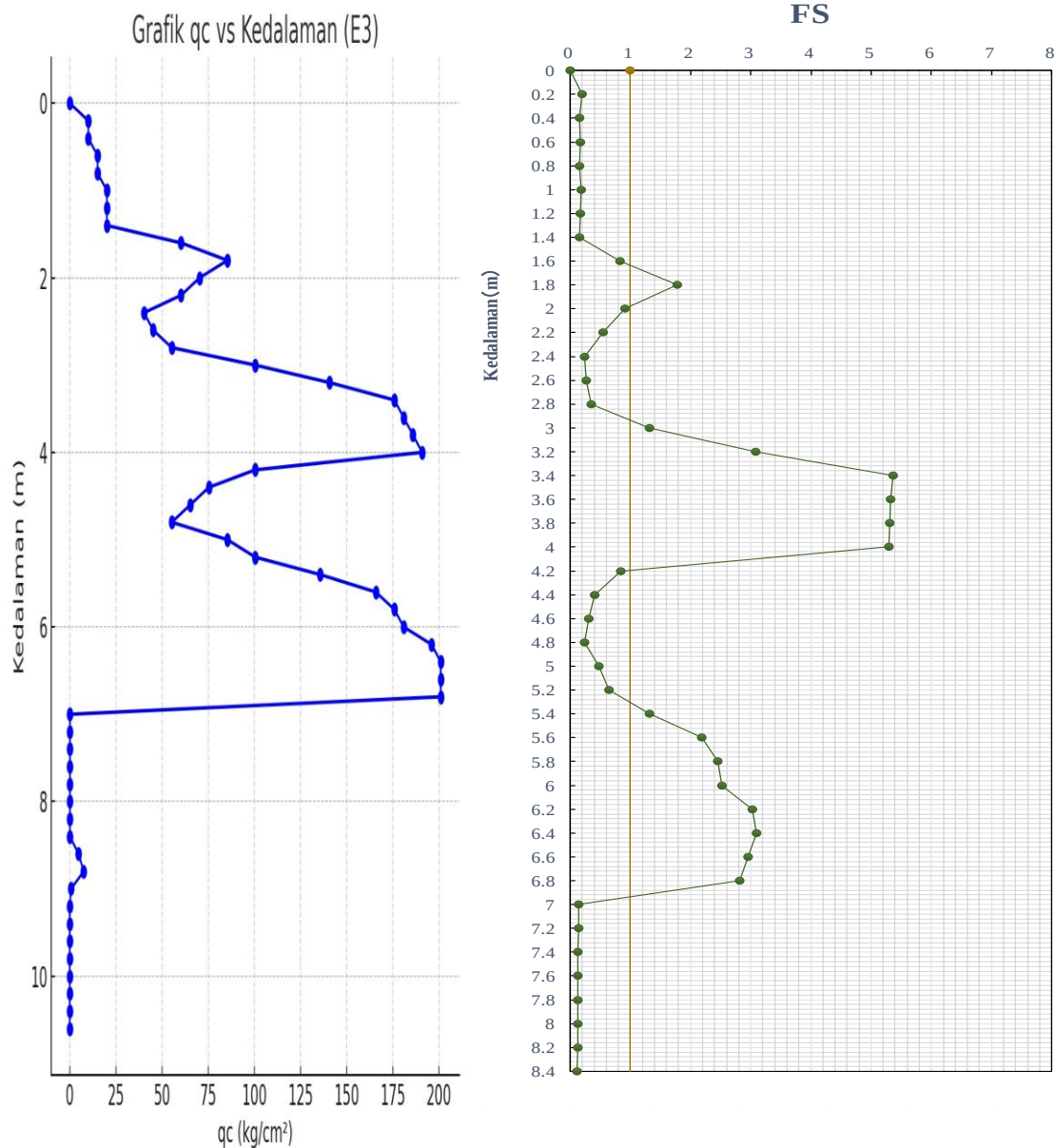
Gambar 4. 5 Grafik nilai F_s dan Q_c pada titik D5

Pada titik D5, q_c juga cenderung meningkat dengan bertambahnya kedalaman, dengan beberapa fluktuasi pada lapisan tengah. Nilai F_s di permukaan sampai sekitar 2–3 meter sebagian besar <1 , dan mulai meningkat (>1) pada kedalaman lebih dalam. Lapisan dangkal (0–3 meter) masih berpotensi likuefaksi karena nilai $F_s < 1$ dan q_c rendah, terutama pada lapisan-lapisan dengan nilai F_s di bawah 1. Di bawah kedalaman tersebut, potensi likuefaksi menurun seiring meningkatnya q_c dan F_s .



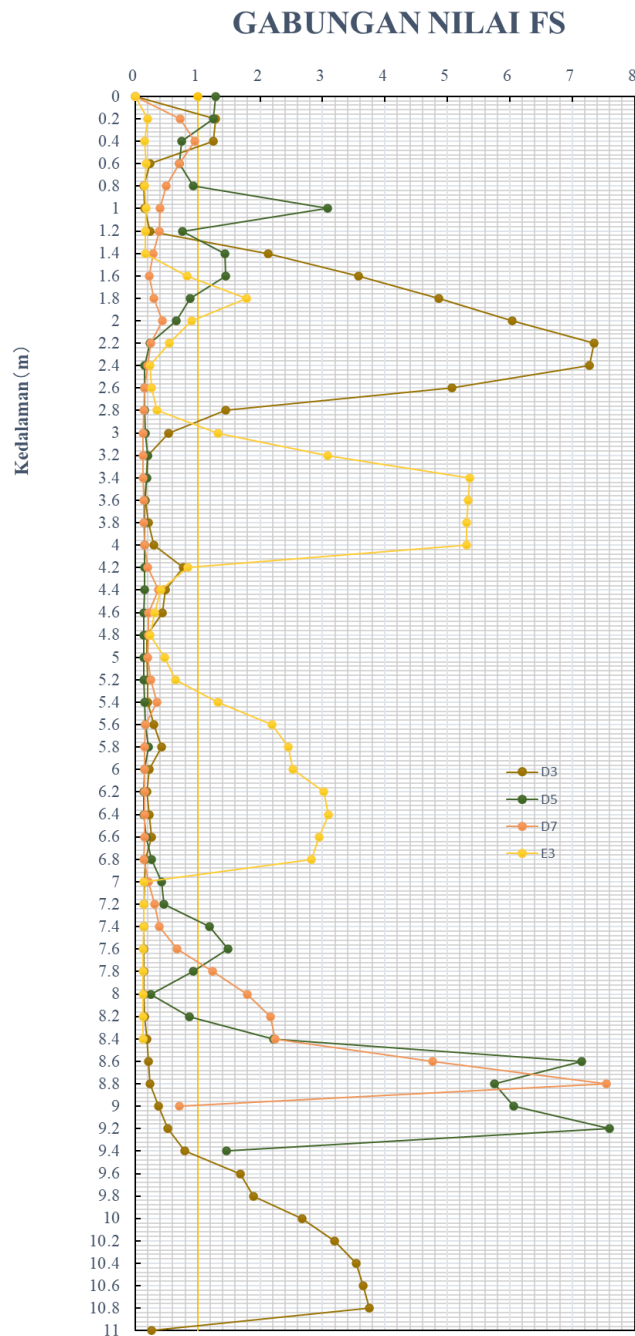
Gambar 4. 6 Grafik nilai Fs dan Qc pada titik D7

Pada titik D7, nilai qc relatif rendah hingga kedalaman sekitar 2 meter (umumnya di bawah 50 kg/cm²), kemudian meningkat secara bertahap. Nilai Fs pada kedalaman 0–3 meter hampir seluruhnya di bawah 1, bahkan mendekati 0,1 pada beberapa lapisan, menandakan tanah sangat lepas dan jenuh air. Di kedalaman >3 meter, baik qc maupun Fs mulai meningkat. Lapisan tanah pada titik D7 hingga kedalaman 3 meter sangat berpotensi likuefaksi (Fs < 1). Pada lapisan lebih dalam, kondisi tanah membaik dan potensi likuefaksi menurun.



Gambar 4. 7 Grafik nilai Fs dan Qc pada titik E3

Pada titik E3, nilai qc pada kedalaman 0–3 meter juga tergolong rendah, sedangkan nilai Fs di kedalaman yang sama hampir seluruhnya di bawah 1, bahkan mendekati 0 pada beberapa titik. Pada kedalaman lebih dari 3 meter, nilai qc naik secara signifikan dan Fs juga meningkat (>1 pada banyak lapisan). Lapisan dangkal pada titik E3 sangat rentan likuefaksi karena nilai $F_s < 1$ dan qc rendah. Di bawah 3 meter, potensi likuefaksi turun seiring meningkatnya nilai qc dan F_s .



Gambar 4. 8 Grafik gabungan nilai Fs titik D3, D5, D7, dan E3

Berdasarkan gabungan grafik di atas pada titik D3, pada kedalaman 0.2-0.4, 1.4-2.8 dan 9.6-10.8 m tidak berpotensi likuefaksi, karena memiliki nilai F_s lebih dari 1, sedangkan pada kedalaman 0.6-1.2 dan 3.0-9.4 m berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai F_s kurang dari 1, pada titik D5, pada kedalaman 0.2-0.4, 1.2, 1.6-1.8, 7.6-7.8, dan 8.6-9.6 m tidak berpotensi likuefaksi, karena memiliki nilai F_s lebih dari

1, sedangkan pada kedalaman 0.6-1.0 , 1.4, 2.0-7.4, dan 8.0-8.4 m berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai F_s kurang dari 1, pada titik D7, pada kedalaman 7.8-8.8 m, tidak berpotensi likuefaksi, karena memiliki nilai F_s lebih dari 1, dan pada kedalaman 0.2-7.6 m berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai F_s kurang dari 1, dan pada titik E3 pada kedalaman 1.8, 3.0-4.0, dan 5.4-6.8 m, tidak berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai F_s lebih dari 1, dan pada kedalaman 0.2-1.6, 2.0-2.8, 4.2-5.2, dan 7.0-8.4 m, berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai F_s kurang dari 1.

4.4.2 Perhitungan Nilai *Liquefaction Potential Index* (LPI).

Nilai LPI dapat digunakan untuk mengevaluasi potensi likuefaksi, selain itu juga dapat memberikan gambaran mengenai besarnya kejadian likuefaksi atas ketidakpastian yang diberikan oleh nilai F_s . Berdasarkan data hasil perhitungan nilai F_s sebelumnya, berikut merupakan contoh perhitungan pada P1 dalam mencari nilai LPI pada kedalaman 0 – 2,40 meter (lapisan permukaan).

Kedalaman lapisan (z) = 2,40 m

$F_s = 8,2203$ (karena $F_s > 1$, maka $F = 0$)

1. Menghitung nilai LPI

$$LPI = \int_0^{20mm} Fw(z)dz$$

$$LPI = \int_0^{20mm} 0 \times 0,23 dz$$

$$LPI = 0$$

Adapun hasil dari perhitungan yang didapatkan diatas pada titik D3 berdasarkan nilai $LPI = 28,54$ yaitu sangat tinggi berpotensi Likuefaksi. Untuk data hasil perhitungan potensi likuefaksi secara keseluruhan di titik D3, dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 4. 8 Hasil perhitungan LPI titik D3

LPI TITIK D3							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
0.00	0.00	0.0 0	0.00	10.00	1.00	0.00	Sangat Rendah
0.20	1.29	0.1 0	0.20	9.95	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.40	1.26	0.2 0	0.40	9.90	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.60	0.24	0.3 0	0.60	9.85	0.76	4.51	Sedang
0.80	0.13	0.4 0	0.80	9.80	0.87	6.80	Tinggi
1.00	0.15	0.5 0	1.00	9.75	0.85	8.32	Tinggi
1.20	0.23	0.6 0	1.20	9.70	0.77	8.91	Tinggi
1.40	2.13	0.7 0	1.40	9.65	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.60	5.58	0.8 0	1.60	9.60	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.80	10.86	0.9 0	1.80	9.55	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.00	13.04	1.0 0	2.00	9.50	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.20	15.35	1.1 0	2.20	9.45	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.40	8.28	1.2 0	2.40	9.40	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.60	5.07	1.3 0	2.60	9.35	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.80	1.44	1.4 0	2.80	9.30	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.00	0.54	1.5 0	3.00	9.25	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.20	0.20	1.6 0	3.20	9.20	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.40	0.17	1.7 0	3.40	9.15	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.60	0.16	1.8 0	3.60	9.10	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.80	0.21	1.9 0	3.80	9.05	1.00	34.39	Sangat Tinggi
4.00	0.30	2.0 0	4.00	9.00	2.00	72.00	Sangat Tinggi
4.20	0.77	2.1 0	4.20	8.95	3.00	112.77	Sangat Tinggi

LPI TITIK D3							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
4.40	0.49	2.2 0	4.40	8.90	4.00	156.64	Sangat Tinggi
4.60	0.44	2.3 0	4.60	8.85	5.00	203.55	Sangat Tinggi
4.80	0.19	2.4 0	4.80	8.80	6.00	253.44	Sangat Tinggi
5.00	0.18	2.5 0	5.00	8.75	7.00	306.25	Sangat Tinggi
5.20	0.20	2.6 0	5.20	8.70	8.00	361.92	Sangat Tinggi
5.40	0.20	2.7 0	5.40	8.65	9.00	420.39	Sangat Tinggi
5.60	0.30	2.8 0	5.60	8.60	10.00	481.60	Sangat Tinggi
5.80	0.42	2.9 0	5.80	8.55	11.00	545.49	Sangat Tinggi
6.00	0.23	3.0 0	6.00	8.50	12.00	612.00	Sangat Tinggi
6.20	0.19	3.1 0	6.20	8.45	13.00	681.07	Sangat Tinggi
6.40	0.22	3.2 0	6.40	8.40	14.00	752.64	Sangat Tinggi
6.60	0.27	3.3 0	6.60	8.35	15.00	826.65	Sangat Tinggi
6.80	0.16	3.4 0	6.80	8.30	16.00	903.04	Sangat Tinggi
7.00	0.15	3.5 0	7.00	8.25	17.00	981.75	Sangat Tinggi
7.20	0.14	3.6 0	7.20	8.20	18.00	1062.72	Sangat Tinggi
7.40	0.14	3.7 0	7.40	8.15	19.00	1145.89	Sangat Tinggi
7.60	0.14	3.8 0	7.60	8.10	20.00	1231.20	Sangat Tinggi
7.80	0.14	3.9 0	7.80	8.05	21.00	1318.59	Sangat Tinggi
8.00	0.14	4.0 0	8.00	8.00	22.00	1408.00	Sangat Tinggi
8.20	0.15	4.1 0	8.20	7.95	23.00	1499.37	Sangat Tinggi
8.40	0.18	4.2 0	8.40	7.90	24.00	1592.64	Sangat Tinggi
8.60	0.21	4.3 0	8.60	7.85	25.00	1687.75	Sangat Tinggi
8.80	0.23	4.4 0	8.80	7.80	26.00	1784.64	Sangat Tinggi

LPI TITIK D3							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
9.00	0.37	4.5 0	9.00	7.75	27.00	1883.25	Sangat Tinggi
9.20	0.52	4.6 0	9.20	7.70	28.00	1983.52	Sangat Tinggi
9.40	0.80	4.7 0	9.40	7.65	29.00	2085.39	Sangat Tinggi
9.60	1.68	4.8 0	9.60	7.60	30.00	2188.80	Sangat Tinggi
9.80	1.89	4.9 0	9.80	7.55	31.00	2293.69	Sangat Tinggi
10.00	2.67	5.0 0	10.00	7.50	32.00	2400.00	Sangat Tinggi
10.20	3.19	5.1 0	10.20	7.45	33.00	2507.67	Sangat Tinggi
10.40	3.54	5.2 0	10.40	7.40	34.00	2616.64	Sangat Tinggi
10.60	3.65	5.3 0	10.60	7.35	35.00	2726.85	Sangat Tinggi
10.80	3.75	5.4 0	10.80	7.30	36.00	2838.24	Sangat Tinggi
11.00	0.27	5.5 0	11.00	7.25	37.00	2950.75	Sangat Tinggi
LPI = $\Sigma F \cdot W(z) \cdot H_i$						28.54	Sangat Tinggi

Kategori menurut Iwasaki (1982) dalam penentuan kategori potensi likuefaksi berdasarkan nilai LPI dari perhitungan nilai F_s , dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 4. 9 Penentuan Kategori Nilai *Liquefaction Potential Index* (LPI)

Nilai LPI	Tingkat Potensi Likuefaksi
LPI = 0	Sangat Rendah
$0 < LPI \leq 2$	Rendah
$2 < LPI \leq 5$	Sedang
$5 < LPI \leq 15$	Tinggi
LPI > 15	Sangat Tinggi

Hasil rekapitulasi perhitungan pada titik D3, pada kedalaman 0.2-0.4, 1.4-3.6 m, sangat rendah berpotensi likuefaksi karena nilai LPI sama dengan 0, sedangkan pada kedalaman 0.60 m, termasuk dalam kategori sedang untuk potensi likuefaksi

karena memiliki nilai LPI lebih dari 2 dan kurang dari 5, pada kedalaman 0.8-1.2 m, termasuk dalam kategori tinggi untuk berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 5 dan kurang dari 15, sedangkan pada kedalaman 3.8-11.0 m, termasuk dalam kategori sangat tinggi untuk berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 15.

Tabel 4. 10 Hasil perhitungan LPI titik D5

LPI TITIK D5							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	Sangat Rendah
0.20	1.29	0.10	0.20	9.95	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.40	1.26	0.20	0.40	9.90	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.60	0.74	0.30	0.60	9.85	0.26	1.54	Rendah
0.80	0.71	0.40	0.80	9.80	0.29	2.30	Sedang
1.00	0.93	0.50	1.00	9.75	0.07	0.72	Rendah
1.20	3.09	0.60	1.20	9.70	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.40	0.76	0.70	1.40	9.65	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.60	1.43	0.80	1.60	9.60	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.80	1.45	0.90	1.80	9.55	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.00	0.88	1.00	2.00	9.50	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.20	0.65	1.10	2.20	9.45	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.40	0.24	1.20	2.40	9.40	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.60	0.15	1.30	2.60	9.35	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.80	0.15	1.40	2.80	9.30	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.00	0.15	1.50	3.00	9.25	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.20	0.17	1.60	3.20	9.20	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.40	0.20	1.70	3.40	9.15	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.60	0.18	1.80	3.60	9.10	0.00	0.00	Sangat Rendah

3.80	0.15	1.90	3.80	9.05	1.00	34.39	Sangat Tinggi
4.00	0.15	2.00	4.00	9.00	2.00	72.00	Sangat Tinggi
4.20	0.15	2.10	4.20	8.95	3.00	112.77	Sangat Tinggi
4.40	0.15	2.20	4.40	8.90	4.00	156.64	Sangat Tinggi
4.60	0.15	2.30	4.60	8.85	5.00	203.55	Sangat Tinggi
4.80	0.14	2.40	4.80	8.80	6.00	253.44	Sangat Tinggi
5.00	0.13	2.50	5.00	8.75	7.00	306.25	Sangat Tinggi
5.20	0.13	2.60	5.20	8.70	8.00	361.92	Sangat Tinggi
5.40	0.13	2.70	5.40	8.65	9.00	420.39	Sangat Tinggi
5.60	0.15	2.80	5.60	8.60	10.00	481.60	Sangat Tinggi
5.80	0.16	2.90	5.80	8.55	11.00	545.49	Sangat Tinggi
6.00	0.21	3.00	6.00	8.50	12.00	612.00	Sangat Tinggi
6.20	0.14	3.10	6.20	8.45	13.00	681.07	Sangat Tinggi
6.40	0.13	3.20	6.40	8.40	14.00	752.64	Sangat Tinggi
6.60	0.14	3.30	6.60	8.35	15.00	826.65	Sangat Tinggi
6.80	0.18	3.40	6.80	8.30	16.00	903.04	Sangat Tinggi
7.00	0.26	3.50	7.00	8.25	17.00	981.75	Sangat Tinggi
7.20	0.42	3.60	7.20	8.20	18.00	1062.72	Sangat Tinggi
7.40	0.46	3.70	7.40	8.15	19.00	1145.89	Sangat Tinggi
7.60	1.19	3.80	7.60	8.10	20.00	1231.20	Sangat Tinggi
7.80	1.48	3.90	7.80	8.05	21.00	1318.59	Sangat Tinggi
8.00	0.93	4.00	8.00	8.00	22.00	1408.00	Sangat Tinggi
8.20	0.25	4.10	8.20	7.95	23.00	1499.37	Sangat Tinggi
8.40	0.87	4.20	8.40	7.90	24.00	1592.64	Sangat Tinggi
8.60	2.21	4.30	8.60	7.85	25.00	1687.75	Sangat Tinggi
8.80	7.15	4.40	8.80	7.80	26.00	1784.64	Sangat Tinggi

9.00	10.75	4.50	9.00	7.75	27.00	1883.25	Sangat Tinggi
9.20	14.07	4.60	9.20	7.70	28.00	1983.52	Sangat Tinggi
9.40	17.59	4.70	9.40	7.65	29.00	2085.39	Sangat Tinggi
9.60	1.46	4.80	9.60	7.60	30.00	2188.80	Sangat Tinggi
LPI = $\Sigma F \cdot W(z) \cdot H_i$						4.56	Sedang

Hasil rekapitulasi perhitungan pada titik D5, pada kedalaman 0.2-0.4, 1.2-3.6 m, sangat rendah berpotensi likuefaksi karena nilai LPI sama dengan 0, sedangkan pada kedalaman 0.60 dan 1.0 m, termasuk dalam kategori rendah untuk potensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 0 dan kurang dari 2, pada kedalaman 0.8 m, termasuk dalam kategori sedang untuk berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 2 dan kurang dari 5, sedangkan pada kedalaman 3.8-9.6 m, termasuk dalam kategori sangat tinggi untuk berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 15.

Tabel 4. 11 Hasil perhitungan LPI titik D7

LPI TITIK D7							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	Sangat Rendah
0.20	0.72	0.10	0.20	9.95	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.40	0.96	0.20	0.40	9.90	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.60	0.70	0.30	0.60	9.85	0.30	1.75	Rendah
0.80	0.50	0.40	0.80	9.80	0.50	3.93	Sedang
1.00	0.39	0.50	1.00	9.75	0.61	5.92	Tinggi
1.20	0.39	0.60	1.20	9.70	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.40	0.29	0.70	1.40	9.65	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.60	0.23	0.80	1.60	9.60	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.80	0.29	0.90	1.80	9.55	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.00	0.44	1.00	2.00	9.50	0.00	0.00	Sangat Rendah

2.20	0.25	1.10	2.20	9.45	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.40	0.20	1.20	2.40	9.40	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.60	0.15	1.30	2.60	9.35	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.80	0.13	1.40	2.80	9.30	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.00	0.13	1.50	3.00	9.25	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.20	0.13	1.60	3.20	9.20	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.40	0.13	1.70	3.40	9.15	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.60	0.13	1.80	3.60	9.10	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.80	0.14	1.90	3.80	9.05	1.00	34.39	Sangat Tinggi
4.00	0.15	2.00	4.00	9.00	2.00	72.00	Sangat Tinggi
4.20	0.20	2.10	4.20	8.95	3.00	112.77	Sangat Tinggi
4.40	0.37	2.20	4.40	8.90	4.00	156.64	Sangat Tinggi
4.60	0.21	2.30	4.60	8.85	5.00	203.55	Sangat Tinggi
4.80	0.21	2.40	4.80	8.80	6.00	253.44	Sangat Tinggi
5.00	0.20	2.50	5.00	8.75	7.00	306.25	Sangat Tinggi
5.20	0.25	2.60	5.20	8.70	8.00	361.92	Sangat Tinggi
5.40	0.35	2.70	5.40	8.65	9.00	420.39	Sangat Tinggi
5.60	0.16	2.80	5.60	8.60	10.00	481.60	Sangat Tinggi
5.80	0.15	2.90	5.80	8.55	11.00	545.49	Sangat Tinggi
6.00	0.14	3.00	6.00	8.50	12.00	612.00	Sangat Tinggi
6.20	0.14	3.10	6.20	8.45	13.00	681.07	Sangat Tinggi
6.40	0.14	3.20	6.40	8.40	14.00	752.64	Sangat Tinggi
6.60	0.14	3.30	6.60	8.35	15.00	826.65	Sangat Tinggi
6.80	0.14	3.40	6.80	8.30	16.00	903.04	Sangat Tinggi
7.00	0.21	3.50	7.00	8.25	17.00	981.75	Sangat Tinggi
7.20	0.31	3.60	7.20	8.20	18.00	1062.72	Sangat Tinggi

7.40	0.39	3.70	7.40	8.15	19.00	1145.89	Sangat Tinggi
7.60	0.67	3.80	7.60	8.10	20.00	1231.20	Sangat Tinggi
7.80	1.24	3.90	7.80	8.05	21.00	1318.59	Sangat Tinggi
8.00	1.80	4.00	8.00	8.00	22.00	1408.00	Sangat Tinggi
8.20	2.16	4.10	8.20	7.95	23.00	1499.37	Sangat Tinggi
8.40	2.24	4.20	8.40	7.90	24.00	1592.64	Sangat Tinggi
8.60	4.76	4.30	8.60	7.85	25.00	1687.75	Sangat Tinggi
8.80	7.55	4.40	8.80	7.80	26.00	1784.64	Sangat Tinggi
9.00	0.71	4.50	9.00	7.75	27.00	1883.25	Sangat Tinggi
LPI = $\Sigma F \cdot W(z) \cdot H_i$						11.59	Tinggi

Hasil rekapitulasi perhitungan pada titik D7, pada kedalaman 0.2-0.4, 1.2-3.6 m, sangat rendah berpotensi likuefaksi karena nilai LPI sama dengan 0, sedangkan pada kedalaman 0.60 m, termasuk dalam kategori rendah untuk potensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 0 dan kurang dari 2, pada kedalaman 0.8 m, termasuk dalam kategori sedang untuk berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 2 dan kurang dari 5, pada kedalaman 1.0 m, termasuk dalam kategori tinggi untuk potensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 5 dan kurang dari 15, sedangkan pada kedalaman 3.8-9.0 m, termasuk dalam kategori sangat tinggi untuk berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 15.

Tabel 4. 12 Hasil perhitungan LPI titik E3

LPI TITIK E3							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	Sangat Rendah
0.20	0.20	0.10	0.20	9.95	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.40	0.15	0.20	0.40	9.90	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.60	0.17	0.30	0.60	9.85	0.83	4.90	Sedang
0.80	0.15	0.40	0.80	9.80	0.85	6.63	Tinggi
1.00	0.18	0.50	1.00	9.75	0.82	8.03	Tinggi
1.20	0.16	0.60	1.20	9.70	0.00	0.00	Sangat Rendah

1.40	0.16	0.70	1.40	9.65	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.60	0.83	0.80	1.60	9.60	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.80	1.79	0.90	1.80	9.55	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.00	0.90	1.00	2.00	9.50	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.20	0.55	1.10	2.20	9.45	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.40	0.24	1.20	2.40	9.40	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.60	0.27	1.30	2.60	9.35	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.80	0.35	1.40	2.80	9.30	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.00	1.32	1.50	3.00	9.25	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.20	3.08	1.60	3.20	9.20	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.40	5.36	1.70	3.40	9.15	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.60	5.33	1.80	3.60	9.10	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.80	5.31	1.90	3.80	9.05	1.00	34.39	Sangat Tinggi
4.00	5.30	2.00	4.00	9.00	2.00	72.00	Sangat Tinggi
4.20	0.84	2.10	4.20	8.95	3.00	112.77	Sangat Tinggi
4.40	0.41	2.20	4.40	8.90	4.00	156.64	Sangat Tinggi
4.60	0.30	2.30	4.60	8.85	5.00	203.55	Sangat Tinggi
4.80	0.23	2.40	4.80	8.80	6.00	253.44	Sangat Tinggi
5.00	0.47	2.50	5.00	8.75	7.00	306.25	Sangat Tinggi
5.20	0.65	2.60	5.20	8.70	8.00	361.92	Sangat Tinggi
5.40	1.32	2.70	5.40	8.65	9.00	420.39	Sangat Tinggi
5.60	2.19	2.80	5.60	8.60	10.00	481.60	Sangat Tinggi
5.80	2.45	2.90	5.80	8.55	11.00	545.49	Sangat Tinggi
6.00	2.52	3.00	6.00	8.50	12.00	612.00	Sangat Tinggi
6.20	3.02	3.10	6.20	8.45	13.00	681.07	Sangat Tinggi
6.40	3.09	3.20	6.40	8.40	14.00	752.64	Sangat Tinggi
6.60	2.95	3.30	6.60	8.35	15.00	826.65	Sangat Tinggi
6.80	2.82	3.40	6.80	8.30	16.00	903.04	Sangat Tinggi
7.00	0.14	3.50	7.00	8.25	17.00	981.75	Sangat Tinggi
7.20	0.14	3.60	7.20	8.20	18.00	1062.72	Sangat Tinggi
7.40	0.13	3.70	7.40	8.15	19.00	1145.89	Sangat Tinggi
7.60	0.13	3.80	7.60	8.10	20.00	1231.20	Sangat Tinggi
7.80	0.13	3.90	7.80	8.05	21.00	1318.59	Sangat Tinggi
8.00	0.12	4.00	8.00	8.00	22.00	1408.00	Sangat Tinggi
8.20	0.12	4.10	8.20	7.95	23.00	1499.37	Sangat Tinggi
8.40	0.12	4.20	8.40	7.90	24.00	1592.64	Sangat Tinggi
LPI = $\Sigma F \cdot W(z) \cdot H_i$						19.56	Sangat Tinggi

Hasil rekapitulasi perhitungan pada titik E3, pada kedalaman 0.2-0.4, 1.2-3.6 m, sangat rendah berpotensi likuefaksi karena nilai LPI sama dengan 0, sedangkan pada kedalaman 0.60 m, termasuk dalam kategori sedang untuk potensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 2 dan kurang dari 5, pada kedalaman 0.8-1.0 m,

termasuk dalam kategori tinggi untuk potensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 5 dan kurang dari 15, sedangkan pada kedalaman 3.8-8.4 m, termasuk dalam kategori sangat tinggi untuk berpotensi likuefaksi karena memiliki nilai LPI lebih dari 15.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian lapangan dan pengujian laboratorium terhadap semua titik pengujian pada Desa Lolu Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil analisa saringan pada seluruh titik (D3, D5, D7, dan E3) menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian diklasifikasikan sebagai pasir bergradasi buruk (SP) menurut sistem USCS, dengan kandungan butiran halus $<50\%$. Hal ini didukung oleh nilai C_u dan C_c hasil perhitungan, serta sebaran butiran yang masuk dalam kriteria tanah berbutir kasar.
2.
 - a Berdasarkan grafik distribusi ukuran butiran dan pembandingan dengan kurva Tsuchida (1970), seluruh sampel menunjukkan % lolos butiran pada rentang 0–90% berada dalam batas kurva merah (sangat berpotensi likuefaksi), dan 90–100% berada di antara kurva merah dan hitam (masih berpotensi likuefaksi).
 - b Hasil analisis CPT menunjukkan nilai q_c dan F_s yang bervariasi pada setiap kedalaman dan titik uji. Pada umumnya, lapisan dangkal (0–3 meter) pada semua titik memiliki nilai $F_s < 1$ dan q_c rendah, menandakan potensi likuefaksi tinggi.
 - c Pada kedalaman lebih dari 3 meter, nilai q_c dan F_s meningkat, sehingga potensi likuefaksi menurun. Namun, pada beberapa lapisan di kedalaman menengah, masih terdapat interval dengan nilai $F_s < 1$, sehingga tetap perlu diwaspadai.
 - d Berdasarkan perhitungan Liquefaction Potential Index (LPI), pada titik D3 kedalaman 3,0–9,4 meter termasuk kategori sangat tinggi untuk potensi likuefaksi ($LPI > 15$). Pada titik-titik lain, terdapat variasi kategori, mulai dari rendah hingga sangat tinggi, tergantung pada nilai LPI di tiap lapisan.

1.2 Saran

Mengingat sebagian besar tanah di lokasi penelitian tergolong dalam kategori lanauan berpasir dengan daya dukung rendah pada beberapa titik, maka disarankan untuk melakukan perbaikan tanah, seperti pemadatan berulang, stabilisasi kimia (menggunakan semen atau kapur), atau penggunaan geotekstil untuk meningkatkan stabilitas tanah dasar jika akan dilakukan Pembangunan pada area tersebut. Untuk meningkatkan akurasi analisis potensi likuefaksi, disarankan agar penelitian selanjutnya menggunakan kombinasi metode uji in-situ seperti (*Cone Penetration Test*) CPT, (*Standard Penetration Test*) SPT, dan uji laboratorium tanah (uji gradasi, kadar air, berat jenis, dan batas konsistensi) secara lebih menyeluruh di semua titik pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D1586 dan SNI 03-4148, (1996). Standard penetration test and split barrel sampling of soil dan metode pengujian penetrasi dengan alat SPT. Universitas Bina Darma
- BMKG, (2018). Gempa Bumi. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
- Bowles.E., (1998). Engineering Properties of Soil and Their Measurements, Mc Graw Hill Book Company.
- Darwis, (2018). Dasar-Dasar Mekanika Tanah. Yogyakarta Pena Indis
- Das, BM. (1995). Principles of Fondation Engineering Sixth Edition, Thomson. United States.
- Das, BM. (2010). Principles of Fondation Engineering Seventh Edition. Thomson. United Stated.
- Hardiyatmo, H. C. (2017). Mekanika Tanah I Edisi ke Tujuh. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Idriss I.M., dan Boulanger R.W. (2008). Soil Liquefaction During Earthquake. Earthquake Engineering Reseach Institute (EERI) Publication No. MNO-12 California.
- Ikhsan, R. (2011). Analisis Potensi Likuefaksi Dari Data Cpt Dan Spt Dengan Studi Kasus PLTU Ende Nusa Tenggara Timur.
- Kertapati, E.K. (1998). Penggunaan Metode Pemetaan Liquefaction Severity Index (LSI) untuk Meringankan Bencana Gempa Bumi Di Indonesia: dengan Studi Kasus di Sulawesi Utara. Prosiding Geoteknik di Indonesia Menjelang Millenium ke-3,14-15 Januari, Bandung.
- Marcuson, W.F. III (1978). Definition of Term Related to Liquefaction. Jurnal of Geotechnical Engineering (104), pp 1197-200.

- Oka, F. (1995). "Soil Mechanics Lecture", Morika Publishing Company,. Tokyo, Japan.
- Pakpahan, S. (2015). Analisis Kegempaan di Zona Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah. *jurnal lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol.6 No. 3, Desember 2015 : 253-264, 6, 253-264.
- Putra,A.T.J. (2013). Pemetaan Kerentanan Daerah Potensi Likuefaksi, Akibat Gempa Bumi Tektonik Studi Kasus Daerah Desa Panjangrejo dan Sekitarnya, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewah Jakarta.Naskah Publikasi.Universitas Diponegoro.
- Skempton, A.W. (1986). Standard Penetration Test Procedures and the Effect in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging and Over-Consolidation. *Geotechnique*, 36, 425-447
- Terzaghi, K. and Peck, R.B. (1948) *Soil Mechanics in Engineering Practice*. John Wiley.
- Towhata, I. (2008). *Geotechnical Earthquake Engineering*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bowles, J.E. (1991). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. McGraw-Hill Book Company.
- Boulanger, R.W. dan Idriss, I.M. (2014). *CPT and SPT Based Liquefaction Triggering Procedures*. Center for Geotechnical Modeling, University of California, Davis.
- Das, B.M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering* Edisi ke-7. Cengage Learning.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press.
- Idriss, I.M. dan Boulanger, R.W. (2008). *Soil Liquefaction during Earthquakes*. Earthquake Engineering Research Institute.
- Liao, S.S.C. dan Whitman, R.V. (1986). Overburden correction factors for SPT in sand. *Journal of Geotechnical Engineering*, 112(3), 373–377.

- Robertson, P.K. dan Campanella, R.G. (1983). Interpretation of Cone Penetration Tests — Part I: Sand. *Canadian Geotechnical Journal*, 20(4), 718–733.
- Seed, H.B. dan Idriss, I.M. (1971). Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. *Journal of Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*.
- SNI 8460:2017. *Metode Uji Penetrasi Konus (CPT) untuk Penyelidikan Tanah*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Youd, T.L. dan Idriss, I.M. (2001). Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 127(4), 297–313.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasilanalisa kadar air dan berat volume**PEMERIKSAAN KADAR AIR DAN BERAT VOLUME**

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik D3	TANGGAL	

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME TITIK D3

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
A	Tinggi contoh	cm	1,50	
B	Diameter contoh	cm	5,00	
C	Volume contoh	cm ³	29,45	
D	Berat cetakan	gr	47,78	
E	Berat cetakan + contoh basah	gr	95,52	95,25
F	Berat contoh basah = E - D	gr	47,74	47,47
Berat volume basah		gr/cm ³	1,62	1,61
Berat volume kering		gr/cm ³	1,48	1,47
Berat volume basah rata-rata		gr/cm ³	1,62	
Berat volume kering rata-rata		gr/cm ³	1,48	

PEMERIKSAAN KADAR AIR

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
G	Cawan + contoh basah	gr	49,90	51,43
H	Cawan + contoh kering	gr	46,92	48,14
I	Berat cawan	gr	14,33	13,90
J	Berat air = G - H	gr	2,98	3,29
K	Berat contoh kering = H - I	gr	32,59	34,24
L	Kadar air	%	9,14	9,61
Kadar Air rata-rata		%	9,38	

PEMERIKSAAN KADAR AIR DAN BERAT VOLUME

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik D5	TANGGAL	

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
A	Tinggi contoh	cm	1,50	
B	Diameter contoh	cm	5,00	
C	Volume contoh	cm ³	29,45	
D	Berat cetakan	gr	47,78	
E	Berat cetakan + contoh basah	gr	95,71	95,32
F	Berat contoh basah = E - D	gr	47,93	47,54
Berat volume basah		gr/cm ³	1,63	1,61
Berat volume kering		gr/cm ³	1,45	1,44
Berat volume basah rata-rata		gr/cm ³	1,62	
Berat volume kering rata-rata		gr/cm ³	1,44	

PEMERIKSAAN KADAR AIR

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
G	Cawan + contoh basah	gr	42,92	47,86
H	Cawan + contoh kering	gr	39,53	43,85
I	Berat cawan	gr	11,49	12,34
J	Berat air = G - H	gr	3,39	4,01
K	Berat contoh kering = H - I	gr	28,04	31,51
L	Kadar air	%	12,09	12,73
Kadar Air rata-rata		%	12,41	

PEMERIKSAAN KADAR AIR DAN BERAT VOLUME

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik D7	TANGGAL	

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
A	Tinggi contoh	cm	1,50	
B	Diameter contoh	cm	5,00	
C	Volume contoh	cm ³	29,45	
D	Berat cetakan	gr	47,78	
E	Berat cetakan + contoh basah	gr	97,20	97,30
F	Berat contoh basah = E - D	gr	49,42	49,52
Berat volume basah		gr/cm ³	1,68	1,68
Berat volume kering		gr/cm ³	1,44	1,44
Berat volume basah rata-rata		gr/cm ³	1,68	
Berat volume kering rata-rata		gr/cm ³	1,44	

PEMERIKSAAN KADAR AIR

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
G	Cawan + contoh basah	gr	45,18	34,17
H	Cawan + contoh kering	gr	40,29	31,12
I	Berat cawan	gr	12,32	11,20
J	Berat air = G - H	gr	4,89	3,05
K	Berat contoh kering = H - I	gr	27,97	19,92
L	Kadar air	%	17,48	15,31
Kadar Air rata-rata		%	16,40	

PEMERIKSAAN KADAR AIR DAN BERAT VOLUME

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik E3	TANGGAL	

PEMERIKSAAN BERAT VOLUME

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
A	Tinggi contoh	cm	1,50	
B	Diameter contoh	cm	5,00	
C	Volume contoh	cm ³	29,45	
D	Berat cetakan	gr	47,78	
E	Berat cetakan + contoh basah	gr	96,24	96,58
F	Berat contoh basah = E - D	gr	48,46	48,80
Berat volume basah		gr/cm ³	1,65	1,66
Berat volume kering		gr/cm ³	1,36	1,37
Berat volume basah rata-rata		gr/cm ³	1,65	
Berat volume kering rata-rata		gr/cm ³	1,36	

PEMERIKSAAN KADAR AIR

No.	URAIAN	Satuan	Sampel	
			1	2
G	Cawan + contoh basah	gr	36,50	37,74
H	Cawan + contoh kering	gr	32,49	32,85
I	Berat cawan	gr	12,32	11,20
J	Berat air = G - H	gr	4,01	4,89
K	Berat contoh kering = H - I	gr	20,17	21,65
L	Kadar air	%	19,88	22,59
Kadar Air rata-rata		%	21,23	

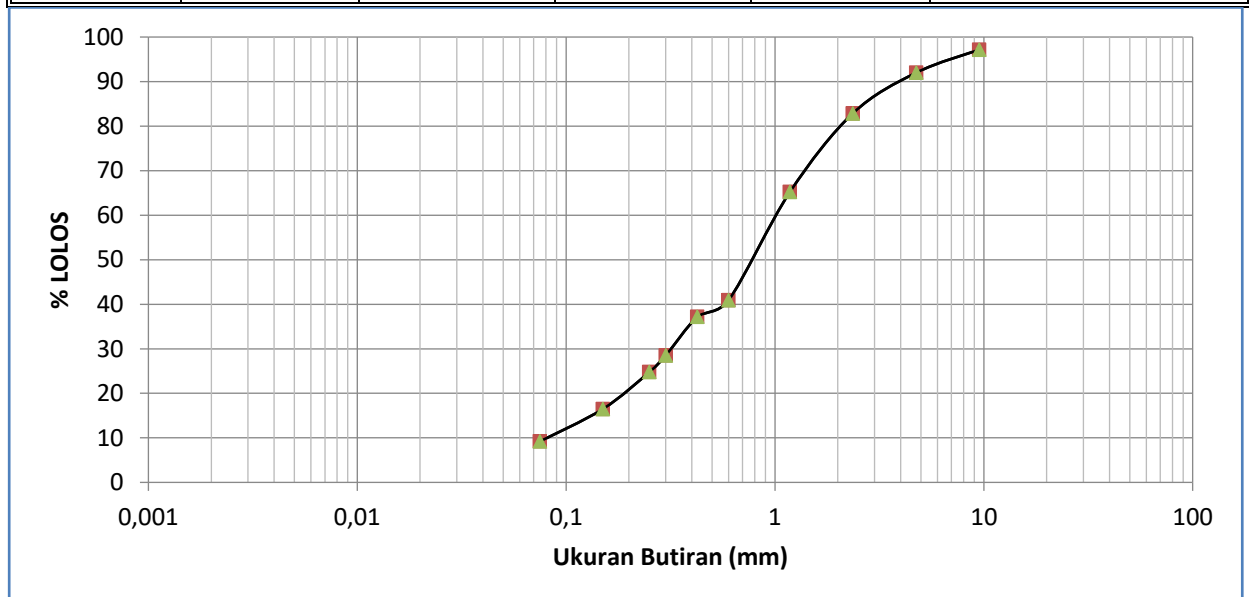
Lampiran 2 Data hasil Analisa sarinagan

PEMERIKSAAN DISTRIBUSI UKURAN BUTIR

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik D3	TANGGAL	

Berat contoh kering sebelum disaring : 500,00 gram TITIK D3

Sieve No.	Bukaan (mm)	Berat tertahan, gram	Kumulatif tertahan, gram	% tertahan	% lolos
		-	-	-	100,00
#3/8 "	9,500	14,3	14,30	2,86	97,14
#4	4,750	25,7	40,00	8,00	92,00
#8	2,360	45,7	85,70	17,14	82,86
#16	1,180	88,20	173,90	34,78	65,22
#30	0,600	121,50	295,40	59,08	40,92
#40	0,425	18,80	314,20	62,84	37,16
#50	0,300	43,20	357,40	71,48	28,52
#60	0,250	18,80	376,20	75,24	24,76
#100	0,150	41,40	417,60	83,52	16,48
#200	0,075	36,30	453,90	90,78	9,22
PAN		46,1	500,00	100,00	0,00

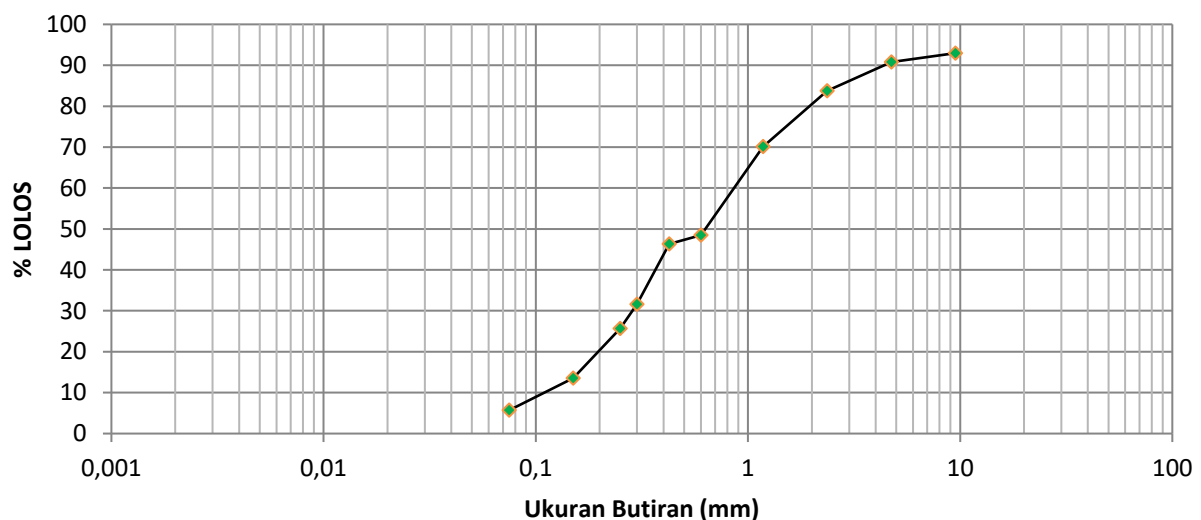


PEMERIKSAAN DISTRIBUSI UKURAN BUTIR

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik D5	TANGGAL	

Berat contoh kering sebelum disaring : 500,00 gram

Sieve No.	Bukaan (mm)	Berat tertahan, gram	Kumulatif tertahan, gram	% tertahan	% lolos
		-	-	-	100,00
#3/8 "	9,500	35,2	35,20	7,04	92,96
#4	4,750	11,0	46,20	9,24	90,76
#8	2,360	35,1	81,30	16,26	83,74
#16	1,180	68,0	149,30	29,86	70,14
#30	0,600	108,4	257,70	51,54	48,46
#40	0,425	10,5	268,20	53,64	46,36
#50	0,300	73,8	342,00	68,40	31,60
#60	0,250	29,7	371,70	74,34	25,66
#100	0,150	60,6	432,30	86,46	13,54
#200	0,075	39,2	471,50	94,30	5,70
PAN		28,5	500,00	100,00	0,00

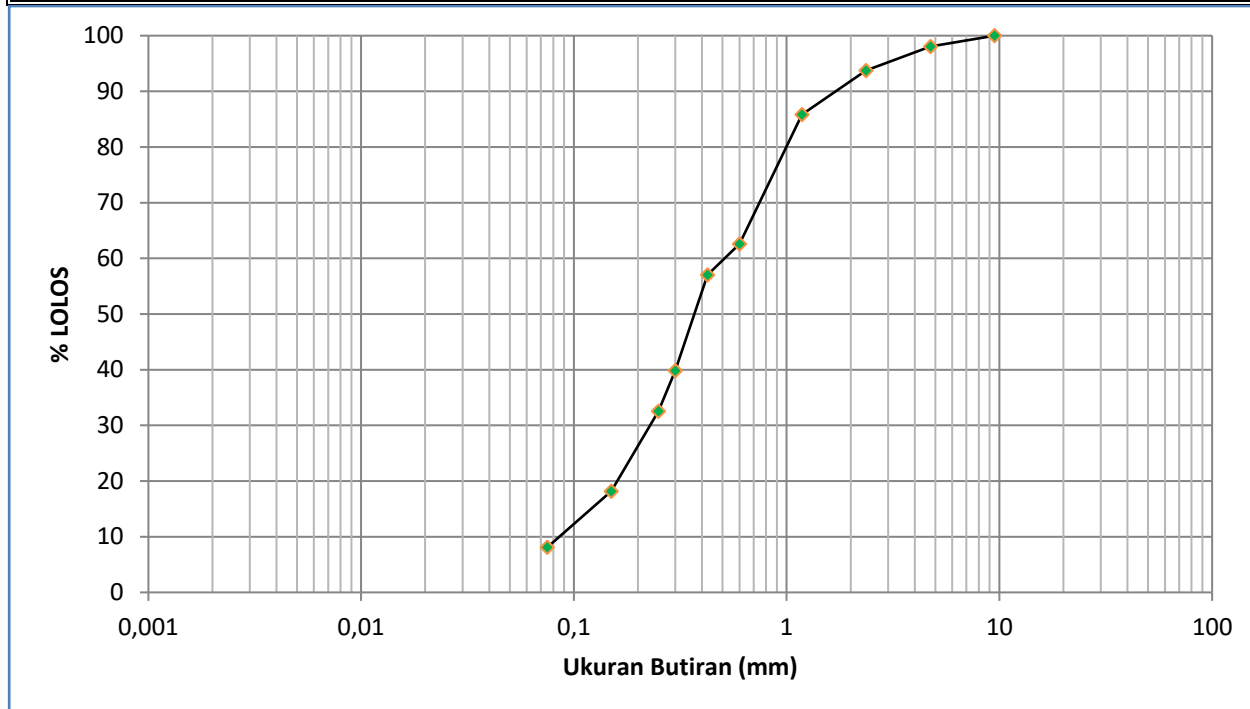


PEMERIKSAAN DISTRIBUSI UKURAN BUTIR

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik D7	TANGGAL	

Berat contoh kering sebelum disaring : 500,00 gram

Sieve No.	Bukaan (mm)	Berat tertahan, gram	Kumulatif tertahan, gram	% tertahan	% lolos
		-	-	-	100,00
#3/8 "	9,500	0,0	0,00	0,00	100,00
#4	4,750	9,8	9,80	1,96	98,04
#8	2,360	21,5	31,30	6,26	93,74
#16	1,180	39,5	70,80	14,16	85,84
#30	0,600	116,2	187,00	37,40	62,60
#40	0,425	27,7	214,70	42,94	57,06
#50	0,300	86,1	300,80	60,16	39,84
#60	0,250	36,4	337,20	67,44	32,56
#100	0,150	71,9	409,10	81,82	18,18
#200	0,075	50,4	459,50	91,90	8,10
PAN		40,5	500,00	100,00	0,00

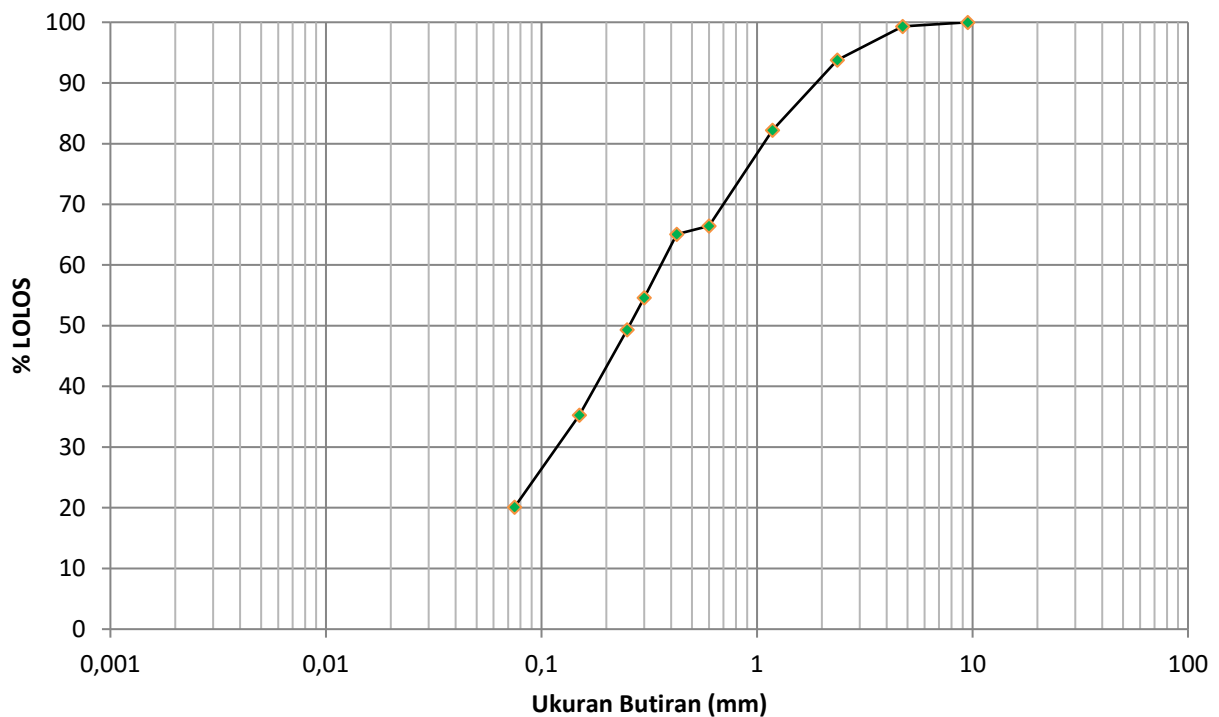


PEMERIKSAAN DISTRIBUSI UKURAN BUTIR

PROYEK	Penelitian Tugas Akhir	DIKERJAKAN	Ahmad Ananata D.
PEKERJAAN	Penelitian Tugas Akhir	DIHITUNG	Ahmad Ananata D.
LOKASI	Desa Lolu Kab.Sigi	DIPERIKSA	Dr. Astri Rahayu, ST. MT.
NO.	Titik E3	TANGGAL	

Berat contoh kering sebelum disaring : 500,00 gram

Sieve No.	Bukaan (mm)	Berat tertahan, gram	Kumulatif tertahan, gram	% tertahan	% lolos
		-	-	-	100,00
#3/8 "	9,500	0,0	0,00	0,00	100,00
#4	4,750	3,4	3,40	0,68	99,32
#8	2,360	27,6	31,00	6,20	93,80
#16	1,180	57,90	88,90	17,78	82,22
#30	0,600	79,00	167,90	33,58	66,42
#40	0,425	6,80	174,70	34,94	65,06
#50	0,300	52,30	227,00	45,40	54,60
#60	0,250	26,40	253,40	50,68	49,32
#100	0,150	70,30	323,70	64,74	35,26
#200	0,075	75,80	399,50	79,90	20,10
PAN		100,5	500,00	100,00	0,00



Lampiran 1 Data Hasil Pengujian CPT titik 8



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN		Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Rerdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi						
LOKASI		Desa Lolu Kec. Sigibiomaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah						
NO. SONDIR		Titik 8 (Delapan)						
ELEVASI		± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat						
MUKA AIR TANAH		- 6,40 m	Tanggal Tes		18-Nov-2021			
JUMLAH KEDALAMAN		11 m	Dikerjakan		Ir. Imran, ST. MT, IPM			
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})			1,005	Dihitung		Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng		
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})			0,091	Diperiksa		Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng		
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawanan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawanan Geser K_w ($T_w - C_w$) (kg/cm ²)	Perlawanan Konus q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	Perlawanan Geser Lokal f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	L_f $f_s \times 20$ (kg/cm)	Geseran Total T_f ΣL_f (kg/cm)	R_f (f_s/q_c) x100 (%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	25	30	5	25,125	0,453	9,060	9,060	1,803
0,40	35	40	5	35,175	0,453	9,060	18,121	1,288
0,60	20	25	5	20,100	0,453	9,060	27,181	2,254
0,80	10	17	7	10,050	0,634	12,684	39,865	6,311
1,00	15	21	6	15,075	0,544	10,872	50,738	3,606
1,20	28	34	6	28,140	0,544	10,872	61,610	1,932
1,40	80	92	12	80,400	1,087	21,745	83,355	1,352
1,60	120	133	13	120,600	1,178	23,557	106,911	0,977
1,80	160	172	12	160,800	1,087	21,745	128,656	0,676
2,00	180	195	15	180,900	1,359	27,181	155,837	0,751
2,20	200	215	15	201,000	1,359	27,181	183,018	0,676
2,40	170	185	15	170,850	1,359	27,181	210,199	0,795
2,60	150	165	15	150,750	1,359	27,181	237,379	0,902
2,80	100	110	10	100,500	0,906	18,121	255,500	0,902
3,00	70	80	10	70,350	0,906	18,121	273,621	1,288
3,20	40	45	5	40,200	0,453	9,060	282,681	1,127
3,40	35	40	5	35,175	0,453	9,060	291,741	1,288
3,60	30	35	5	30,150	0,453	9,060	300,801	1,503
3,80	45	50	5	45,225	0,453	9,060	309,862	1,002
4,00	60	65	5	60,300	0,453	9,060	318,922	0,751
4,20	95	103	8	95,475	0,725	14,496	333,418	0,759
4,40	80	87	7	80,400	0,634	12,684	346,103	0,789
4,60	78	84	6	78,390	0,544	10,872	356,975	0,693
4,80	45	55	10	45,225	0,906	18,121	375,096	2,003
5,00	45	54	9	45,225	0,815	16,309	391,404	1,803

Lampiran 2 Data Hasil Pengujian CPT titik 8



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN	Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Rerdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi							
LOKASI	Desa Lolu Kec. Sigibiromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah							
NO. SONDIR	Titik 8 (Delapan)							
ELEVASI	± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat							
MUKA AIR TANAH	- 6,40 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021					
JUMLAH KEDALAMAN	11 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM					
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})	1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng					
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})	0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng					
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawananan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawananan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawananan Geser K_w ($T_w - C_w$) (kg/cm ²)	Perlawananan Konus q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	Perlawananan Geser Lokal f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	L_f $f_s \times 20$ (kg/cm)	Geseran Total T_f ΣL_f (kg/cm)	R_f (f_s/q_c) x100 (%)
5,20	50	60	10	50,250	0,906	18,121	409,525	1,803
5,40	50	62	12	50,250	1,087	21,745	431,270	2,164
5,60	70	77	7	70,350	0,634	12,684	443,954	0,902
5,80	85	90	5	85,425	0,453	9,060	453,014	0,530
6,00	60	65	5	60,300	0,453	9,060	462,074	0,751
6,20	50	55	5	50,250	0,453	9,060	471,135	0,902
6,40	60	70	10	60,300	0,906	18,121	489,255	1,503
6,60	70	80	10	70,350	0,906	18,121	507,376	1,288
6,80	40	50	10	40,200	0,906	18,121	525,496	2,254
7,00	35	45	10	35,175	0,906	18,121	543,617	2,576
7,20	25	35	10	25,125	0,906	18,121	561,738	3,606
7,40	20	30	10	20,100	0,906	18,121	579,858	4,508
7,60	15	25	10	15,075	0,906	18,121	597,979	6,010
7,80	20	35	15	20,100	1,359	27,181	625,160	6,761
8,00	25	40	15	25,125	1,359	27,181	652,340	5,409
8,20	40	55	15	40,200	1,359	27,181	679,521	3,381
8,40	55	70	15	55,275	1,359	27,181	706,702	2,459
8,60	60	80	20	60,300	1,812	36,241	742,943	3,005
8,80	60	80	20	60,300	1,812	36,241	779,184	3,005
9,00	85	105	20	85,425	1,812	36,241	815,426	2,121
9,20	100	120	20	100,500	1,812	36,241	851,667	1,803
9,40	120	140	20	120,600	1,812	36,241	887,908	1,503
9,60	160	185	25	160,800	2,265	45,301	933,209	1,409
9,80	165	190	25	165,825	2,265	45,301	978,511	1,366
10,00	185	210	25	185,925	2,265	45,301	1023,812	1,218

Lampiran 3 Data Hasil Pengujian CPT titik 8



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN		Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Rerdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi						
LOKASI		Desa Lolu Kec. Sigibiromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah						
NO. SONDIR		Titik 8 (Delapan)						
ELEVASI		± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat						
MUKA AIR TANAH		- 6,40 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021				
JUMLAH KEDALAMAN		11 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM				
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})		1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng				
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})		0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng				
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawanan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawanan Geser K_w (T _w -C _w) (kg/cm ²)	Perlawanan Konus q_c C _w .A _{pc} . (kg/cm ²)	Perlawanan Geser Lokal f_s K _w .A _{ps} . (kg/cm ²)	L _f f _s x 20 (kg/cm)	Geseran Total T_f Σ L _f (kg/cm)	R_f (f _s /q _c) x100 (%)
10,20	195	220	25	195,975	2,265	45,301	1069,113	1,156
10,40	200	230	30	201,000	2,718	54,362	1123,475	1,352
10,60	200	235	35	201,000	3,171	63,422	1186,897	1,578
10,80	200	245	45	201,000	4,077	81,543	1268,440	2,028
11,00		>250						
11,20								
11,40								
11,60								
11,80								
12,00								
12,20								
12,40								
12,60								
12,80								
13,00								
13,20								
13,40								
13,60								
13,80								
14,00								
14,20								
14,40								
14,60								
14,80								
15,00								

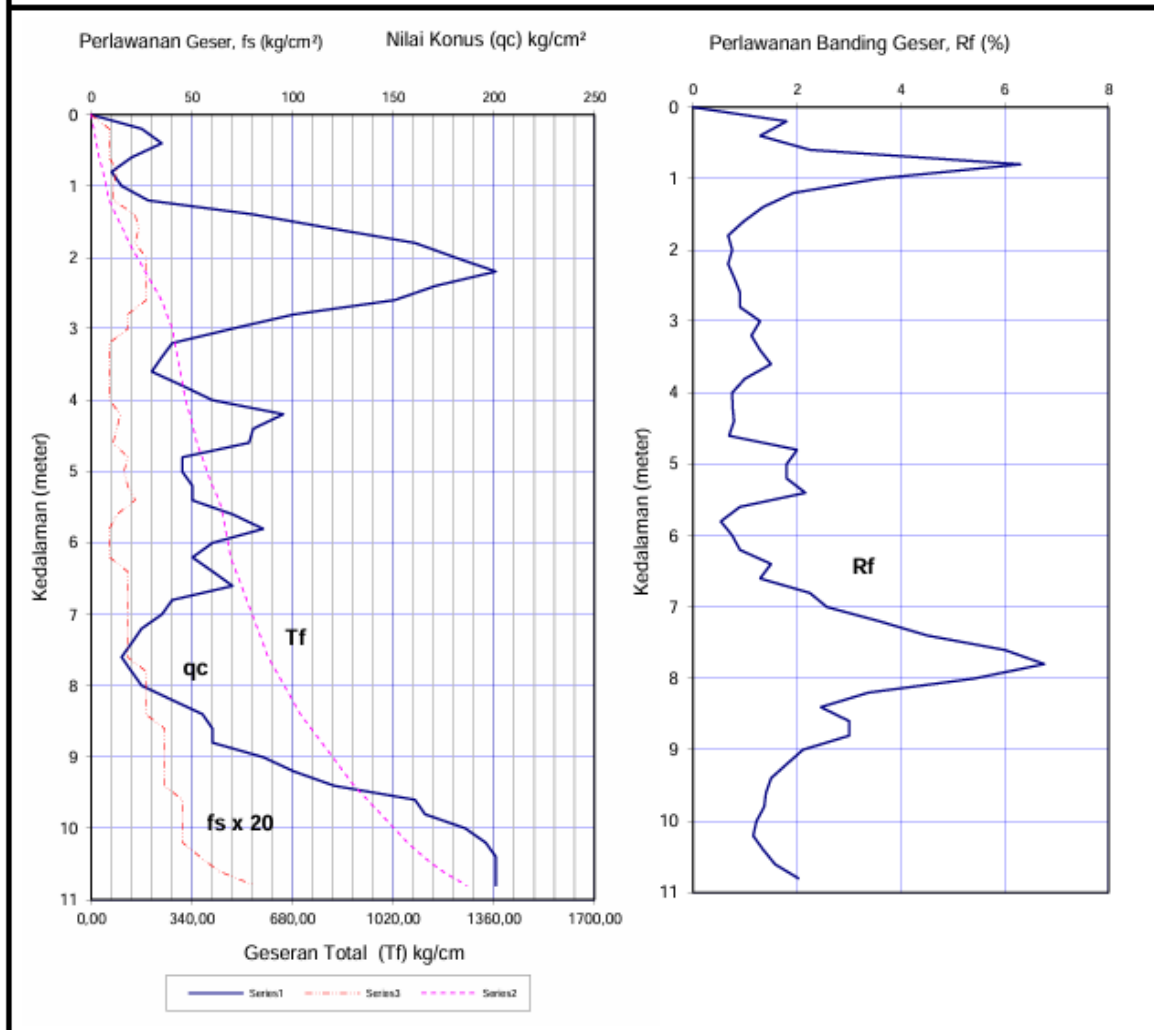
Lampiran 4 Data Hasil Pengujian CPT titik 8



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

GRAFIK HASIL SONDIR

PEKERJAAN	Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Terdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi		
LOKASI	Desa Lolu Kec. Sigibiromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah		
NO. SONDIR	Titik 8 (Delapan)		
ELEVASI	± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat		
MUKA AIR TANAH	- 6,40 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021
JUMLAH KEDALAMAN	11 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM
Piston/Cone Area Ratio (Apc)	1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng
Piston/Sleeve Area Ratio (Aps)	0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng



Lampiran 5 Data Hasil Pengujian CPT titik 9



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN	Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Rerdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi							
LOKASI	Desa Lolu Kec. Sigibiromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah							
NO. SONDIR	Titik 9 (Sembilan)							
ELEVASI	± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat							
MUKA AIR TANAH	- 6,40 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021					
JUMLAH KEDALAMAN	9,6 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM					
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})	1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng					
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})	0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng					
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawanan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawanan Geser K_w ($T_w - C_w$) (kg/cm ²)	Perlawanan Konus q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	Perlawanan Geser Lokal f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	L_f $f_s \times 20$ (kg/cm)	Geseran Total T_f ΣL_f (kg/cm)	R_f (f_s/q_c) x100 (%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	25	30	5	25,125	0,453	9,060	9,060	1,803
0,40	35	40	5	35,175	0,453	9,060	18,121	1,288
0,60	35	40	5	35,175	0,453	9,060	27,181	1,288
0,80	40	50	10	40,200	0,906	18,121	45,301	2,254
1,00	50	60	10	50,250	0,906	18,121	63,422	1,803
1,20	85	95	10	85,425	0,906	18,121	81,543	1,061
1,40	55	65	10	55,275	0,906	18,121	99,663	1,639
1,60	75	85	10	75,375	0,906	18,121	117,784	1,202
1,80	80	90	10	80,400	0,906	18,121	135,904	1,127
2,00	70	80	10	70,350	0,906	18,121	154,025	1,288
2,20	65	75	10	65,325	0,906	18,121	172,145	1,387
2,40	40	45	5	40,200	0,453	9,060	181,206	1,127
2,60	25	30	5	25,125	0,453	9,060	190,266	1,803
2,80	25	30	5	25,125	0,453	9,060	199,326	1,803
3,00	25	30	5	25,125	0,453	9,060	208,387	1,803
3,20	32	38	6	32,160	0,544	10,872	219,259	1,690
3,40	40	46	6	40,200	0,544	10,872	230,131	1,352
3,60	38	45	7	38,190	0,634	12,684	242,816	1,661
3,80	30	36	6	30,150	0,544	10,872	253,688	1,803
4,00	28	34	6	28,140	0,544	10,872	264,560	1,932
4,20	30	40	10	30,150	0,906	18,121	282,681	3,005
4,40	32	39	7	32,160	0,634	12,684	295,365	1,972
4,60	32	39	7	32,160	0,634	12,684	308,050	1,972
4,80	25	32	7	25,125	0,634	12,684	320,734	2,524
5,00	15	22	7	15,075	0,634	12,684	333,418	4,207

Lampiran 6 Data Hasil Pengujian CPT titik 9



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN		Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Terdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi						
LOKASI		Desa Lolu Kec. Sigibromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah						
NO. SONDIR		Titik 9 (Sembilan)						
ELEVASI		± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat						
MUKA AIR TANAH		- 6,40 m	Tanggal Tes		18-Nov-2021			
JUMLAH KEDALAMAN		9,6 m	Dikerjakan		Ir. Imran, ST. MT, IPM			
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})		1,005	Dihitung		Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng			
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})		0,091	Diperiksa		Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng			
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawananan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawananan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawananan Geser K_w ($T_w - C_w$) (kg/cm ²)	Perlawananan Konus q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	Perlawananan Geser Lokal f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	L_f $f_s \times 20$ (kg/cm)	Geseran Total T_f ΣL_f (kg/cm)	R_f (f_s/q_c) $\times 100$ (%)
5,20	15	24	9	15,075	0,815	16,309	349,727	5,409
5,40	15	25	10	15,075	0,906	18,121	367,848	6,010
5,60	35	45	10	35,175	0,906	18,121	385,968	2,576
5,80	40	50	10	40,200	0,906	18,121	404,089	2,254
6,00	55	65	10	55,275	0,906	18,121	422,209	1,639
6,20	30	40	10	30,150	0,906	18,121	440,330	3,005
6,40	15	25	10	15,075	0,906	18,121	458,450	6,010
6,60	17	27	10	17,085	0,906	18,121	476,571	5,303
6,80	50	60	10	50,250	0,906	18,121	494,691	1,803
7,00	70	80	10	70,350	0,906	18,121	512,812	1,288
7,20	95	105	10	95,475	0,906	18,121	530,933	0,949
7,40	100	110	10	100,500	0,906	18,121	549,053	0,902
7,60	150	165	15	150,750	1,359	27,181	576,234	0,902
7,80	165	180	15	165,825	1,359	27,181	603,415	0,820
8,00	140	155	15	140,700	1,359	27,181	630,596	0,966
8,20	75	95	20	75,375	1,812	36,241	666,837	2,404
8,40	140	165	25	140,700	2,265	45,301	712,138	1,610
8,60	150	175	25	150,750	2,265	45,301	757,440	1,503
8,80	195	220	25	195,975	2,265	45,301	802,741	1,156
9,00	200	235	35	201,000	3,171	63,422	866,163	1,578
9,20	200	240	40	201,000	3,624	72,482	938,645	1,803
9,40	200	245	45	201,000	4,077	81,543	1020,188	2,028
9,60		>250		0,000				
9,80								
10,00								

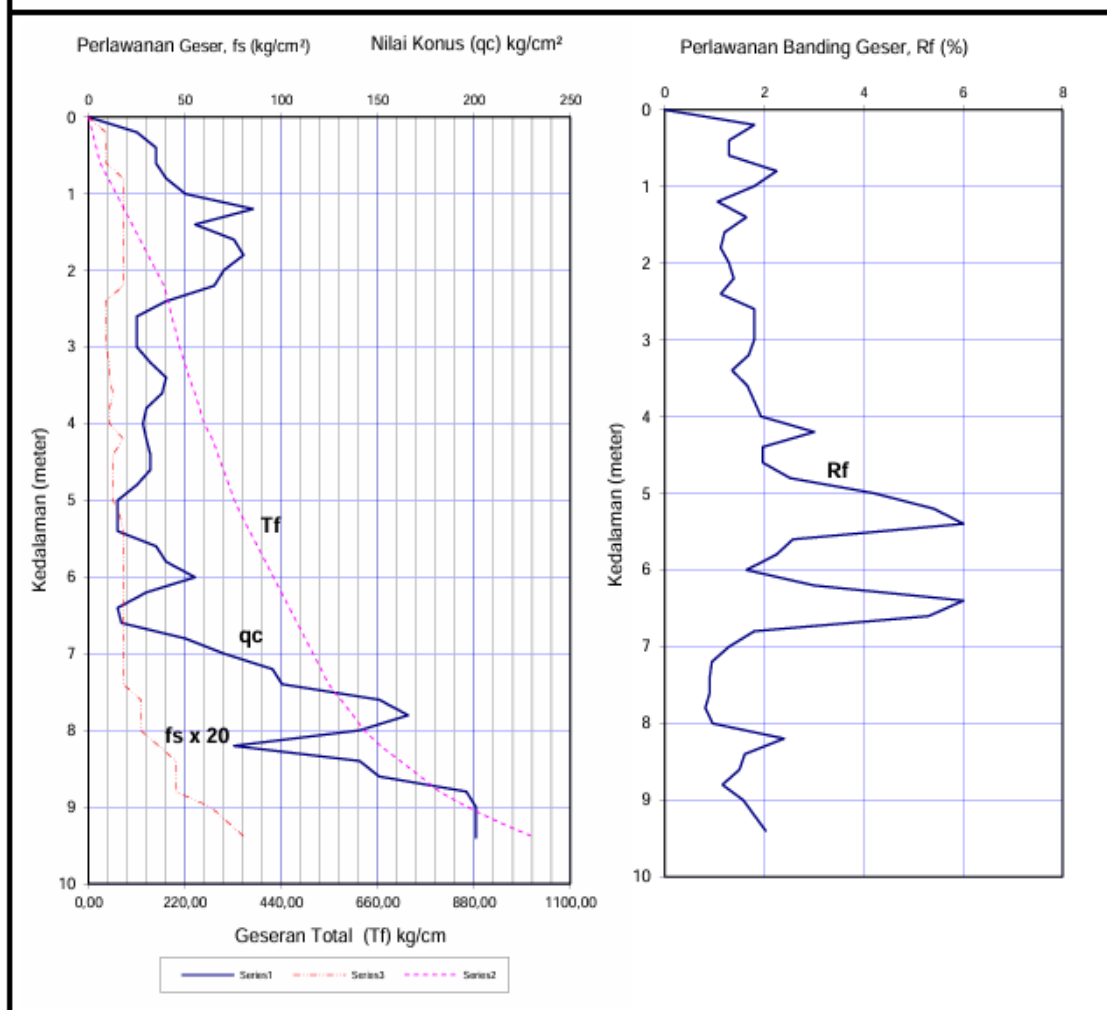
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian CPT titik 9



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

GRAFIK HASIL SONDIR

PEKERJAAN	Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Terdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi		
LOKASI	Desa Lolu Kec. Sigibromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah		
NO. SONDIR	Titik 9 (Sembilan)		
ELEVASI	± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat		
MUKA AIR TANAH	- 6,40 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021
JUMLAH KEDALAMAN	9,6 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM
Piston/Cone Area Ratio (Apc)	1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng
Piston/Sleeve Area Ratio (Aps)	0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng



Lampiran 8 Data Hasil Pengujian CPT titik 10



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN		Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Terdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi						
LOKASI		Desa Lolu Kec. Sigibomaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah						
NO. SONDIR		Titik 10 (Sepuluh)						
ELEVASI		± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat						
MUKA AIR TANAH		- 6,60 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021				
JUMLAH KEDALAMAN		9 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM				
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})		1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng				
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})		0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng				
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawanan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawanan Geser K_w ($T_w \cdot C_w$) (kg/cm ²)	Perlawanan Konus q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	Perlawanan Geser Lokal f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	L_f $f_s \times 20$ (kg/cm)	Geseran Total T_f ΣL_f (kg/cm)	R_f (f_s/q_c) x100 (%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	20	25	5	20,100	0,453	9,060	9,060	2,254
0,40	32	40	8	32,160	0,725	14,496	23,557	2,254
0,60	35	45	10	35,175	0,906	18,121	41,677	2,576
0,80	35	45	10	35,175	0,906	18,121	59,798	2,576
1,00	35	45	10	35,175	0,906	18,121	77,918	2,576
1,20	38	46	8	38,190	0,725	14,496	92,415	1,898
1,40	35	43	8	35,175	0,725	14,496	106,911	2,061
1,60	32	45	13	32,160	1,178	23,557	130,468	3,662
1,80	40	47	7	40,200	0,634	12,684	143,152	1,578
2,00	52	63	11	52,260	0,997	19,933	163,085	1,907
2,20	40	46	6	40,200	0,544	10,872	173,957	1,352
2,40	35	42	7	35,175	0,634	12,684	186,642	1,803
2,60	25	30	5	25,125	0,453	9,060	195,702	1,803
2,80	10	13	3	10,050	0,272	5,436	201,138	2,705
3,00	5	8	3	5,025	0,272	5,436	206,574	5,409
3,20	5	8	3	5,025	0,272	5,436	212,011	5,409
3,40	5	8	3	5,025	0,272	5,436	217,447	5,409
3,60	15	19	4	15,075	0,362	7,248	224,695	2,404
3,80	20	26	6	20,100	0,544	10,872	235,567	2,705
4,00	30	36	6	30,150	0,544	10,872	246,440	1,803
4,20	45	54	9	45,225	0,815	16,309	262,748	1,803
4,40	70	80	10	70,350	0,906	18,121	280,869	1,288
4,60	50	60	10	50,250	0,906	18,121	298,989	1,803
4,80	50	60	10	50,250	0,906	18,121	317,110	1,803
5,00	50	60	10	50,250	0,906	18,121	335,230	1,803

Lampiran 9 Data Hasil Pengujian CPT titik 10



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN		Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Rerdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi						
LOKASI		Desa Lolu Kec. Sigibiomaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah						
NO. SONDIR		Titik 10 (Sepuluh)						
ELEVASI		± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat						
MUKA AIR TANAH		- 6,60 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021				
JUMLAH KEDALAMAN		9 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM				
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})		1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng				
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})		0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng				
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawanan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawanan Geser K_w ($T_w - C_w$) (kg/cm ²)	Perlawanan Konus q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	Perlawanan Geser Lokal f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	L_f f_s x 20 (kg/cm)	Geseran Total T_f ΣL_f (kg/cm)	R_f (f _s /q _c) x100 (%)
5,20	60	68	8	60,300	0,725	14,496	349,727	1,202
5,40	75	84	9	75,375	0,815	16,309	366,035	1,082
5,60	40	50	10	40,200	0,906	18,121	384,156	2,254
5,80	35	45	10	35,175	0,906	18,121	402,277	2,576
6,00	30	45	15	30,150	1,359	27,181	429,457	4,508
6,20	30	45	15	30,150	1,359	27,181	456,638	4,508
6,40	30	45	15	30,150	1,359	27,181	483,819	4,508
6,60	30	45	15	30,150	1,359	27,181	511,000	4,508
6,80	20	35	15	20,100	1,359	27,181	538,181	6,761
7,00	60	72	12	60,300	1,087	21,745	559,926	1,803
7,20	80	93	13	80,400	1,178	23,557	583,482	1,465
7,40	92	105	13	92,460	1,178	23,557	607,039	1,274
7,60	120	140	20	120,600	1,812	36,241	643,280	1,503
7,80	155	175	20	155,775	1,812	36,241	679,521	1,163
8,00	180	210	30	180,900	2,718	54,362	733,883	1,503
8,20	195	225	30	195,975	2,718	54,362	788,245	1,387
8,40	200	235	35	201,000	3,171	63,422	851,667	1,578
8,60	200	240	40	201,000	3,624	72,482	924,149	1,803
8,80	200	245	45	201,000	4,077	81,543	1005,691	2,028
9,00		>250						
9,20								
9,40								
9,60								
9,80								
10,00								

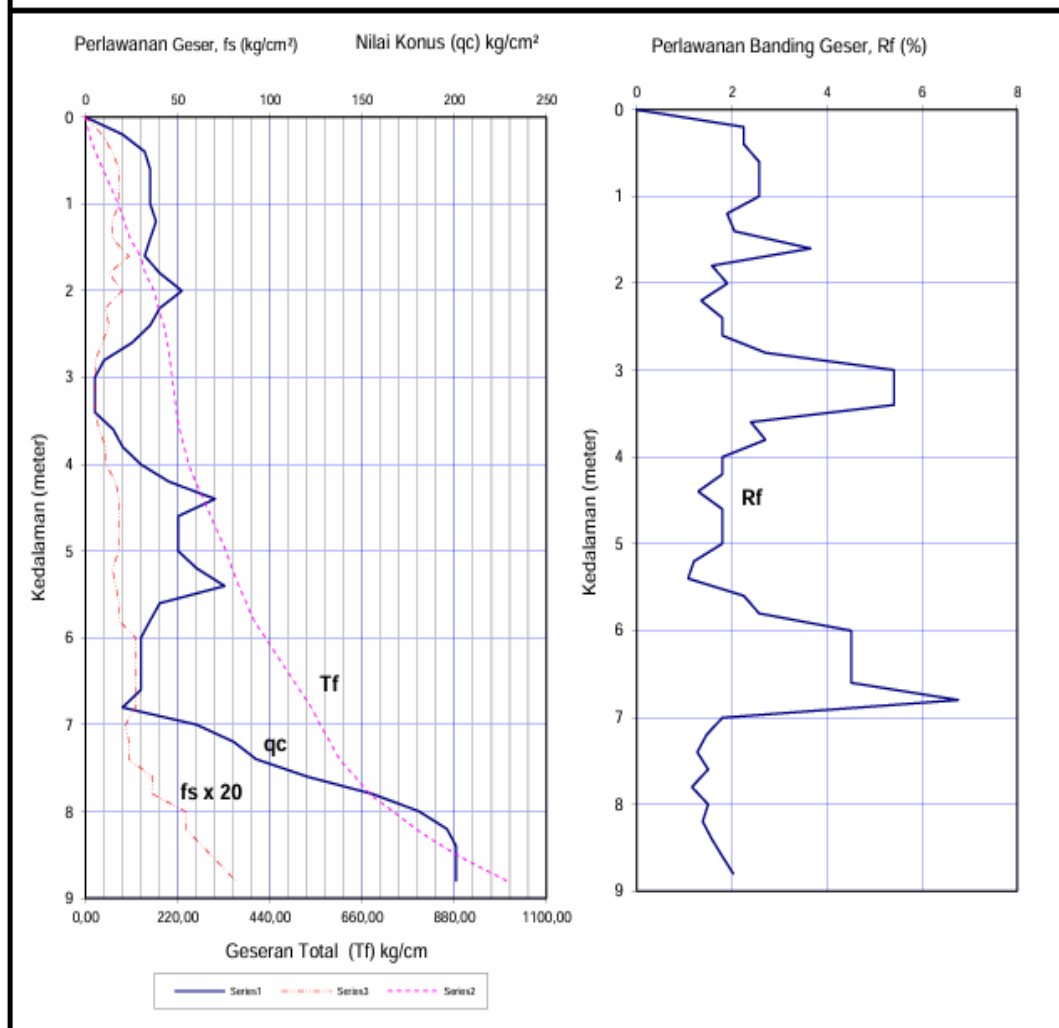
Lampiran 10 Data Hasil Pengujian CPT titik 8



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

GRAFIK HASIL SONDIR

PEKERJAAN	Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Terdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi		
LOKASI	Desa Lolu Kec. Sigibromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah		
NO. SONDIR	Titik 10 (Sepuluh)		
ELEVASI	± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat		
MUKA AIR TANAH	- 6,60 m	Tanggal Tes	18-Nov-2021
JUMLAH KEDALAMAN	9 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM
Piston/Cone Area Ratio (Apc)	1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng
Piston/Sleeve Area Ratio (Aps)	0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng



Lampiran 11 Data Hasil Pengujian CPT titik 11



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

PEKERJAAN	Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Rerdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi							
LOKASI	Desa Lolu Kec. Sigibiromaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah							
NO. SONDIR	Titik 11 (Sebelas)							
ELEVASI	± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat							
MUKA AIR TANAH	- 7,00 m	Tanggal Tes	19-Nov-2021					
JUMLAH KEDALAMAN	7 m	Dikerjakan	Ir. Imran, ST. MT, IPM					
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})	1,005	Dihitung	Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng					
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})	0,091	Diperiksa	Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng					
Kedalaman d (m)	Pembacaan Perlawanan Konus C_w (kg/cm ²)	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser T_w (kg/cm ²)	Perlawanan Geser K_w ($T_w - C_w$) (kg/cm ²)	Perlawanan Konus q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	Perlawanan Geser Lokal f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	L_f $f_s \times 20$ (kg/cm)	Geseran Total T_f ΣL_f (kg/cm)	R_f (f_s/q_c) x100 (%)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	10	15	5	10,050	0,453	9,060	9,060	4,508
0,40	10	15	5	10,050	0,453	9,060	18,121	4,508
0,60	15	20	5	15,075	0,453	9,060	27,181	3,005
0,80	15	20	5	15,075	0,453	9,060	36,241	3,005
1,00	20	25	5	20,100	0,453	9,060	45,301	2,254
1,20	20	25	5	20,100	0,453	9,060	54,362	2,254
1,40	20	25	5	20,100	0,453	9,060	63,422	2,254
1,60	60	70	10	60,300	0,906	18,121	81,543	1,503
1,80	85	100	15	85,425	1,359	27,181	108,723	1,591
2,00	70	90	20	70,350	1,812	36,241	144,965	2,576
2,20	60	75	15	60,300	1,359	27,181	172,145	2,254
2,40	40	55	15	40,200	1,359	27,181	199,326	3,381
2,60	45	60	15	45,225	1,359	27,181	226,507	3,005
2,80	55	70	15	55,275	1,359	27,181	253,688	2,459
3,00	100	115	15	100,500	1,359	27,181	280,869	1,352
3,20	140	155	15	140,700	1,359	27,181	308,050	0,966
3,40	175	195	20	175,875	1,812	36,241	344,291	1,030
3,60	180	200	20	180,900	1,812	36,241	380,532	1,002
3,80	185	205	20	185,925	1,812	36,241	416,773	0,975
4,00	190	215	25	190,950	2,265	45,301	462,074	1,186
4,20	100	110	10	100,500	0,906	18,121	480,195	0,902
4,40	75	85	10	75,375	0,906	18,121	498,316	1,202
4,60	65	75	10	65,325	0,906	18,121	516,436	1,387
4,80	55	65	10	55,275	0,906	18,121	534,557	1,639
5,00	85	100	15	85,425	1,359	27,181	561,738	1,591

Lampiran 12 Data Hasil Pengujian CPT titik 11



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

PENGUJIAN LAPANGAN DENGAN ALAT SONDIR

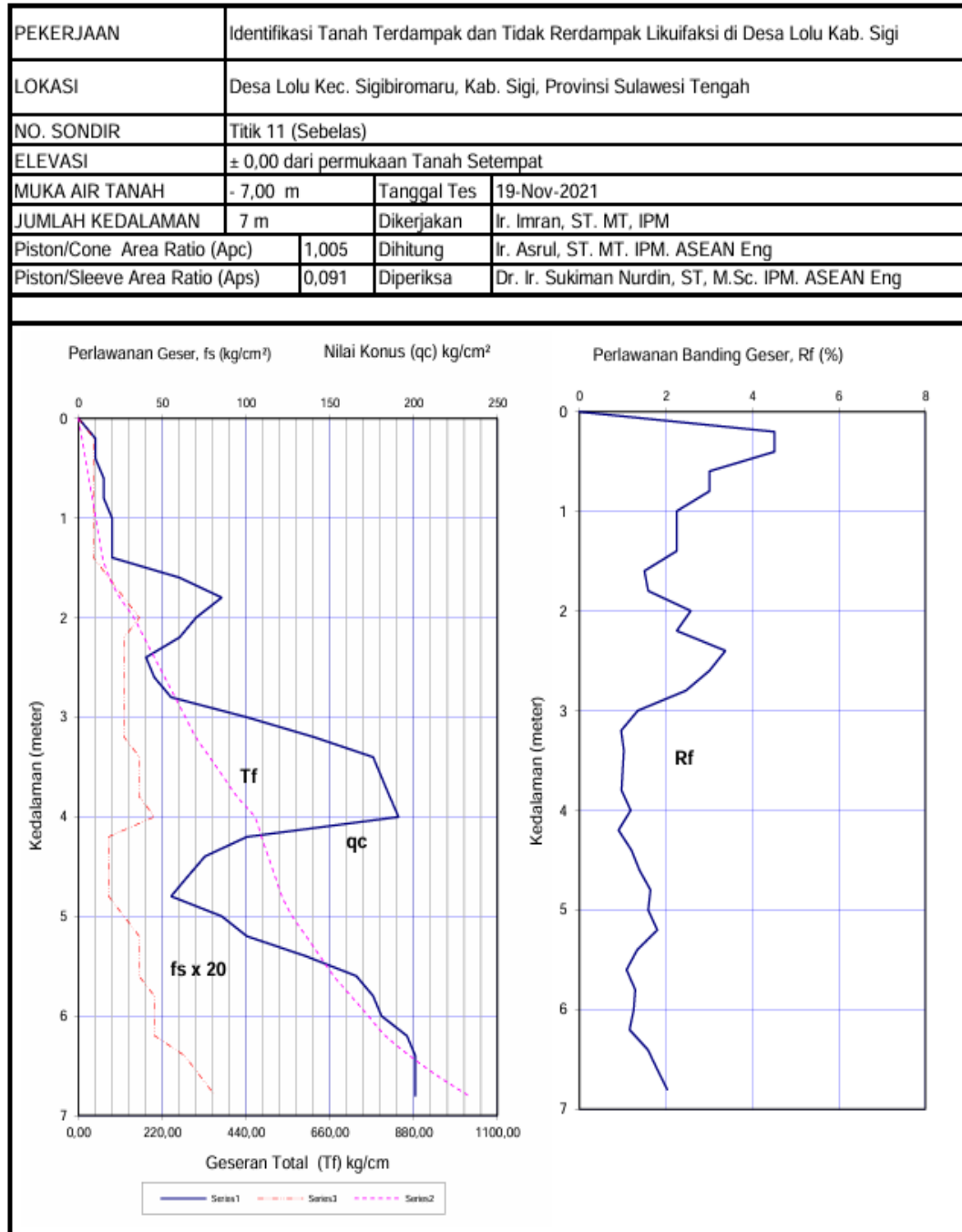
PEKERJAAN		Identifikasi Tanah Terdampak dan Tidak Rerdampak Likuifaksi di Desa Lolu Kab. Sigi						
LOKASI		Desa Lolu Kec. Sigibiomaru, Kab. Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah						
NO. SONDIR		Titik 11 (Sebelas)						
ELEVASI		± 0,00 dari permukaan Tanah Setempat						
MUKA AIR TANAH		- 7,00 m	Tanggal Tes		19-Nov-2021			
JUMLAH KEDALAMAN		7 m	Dikerjakan		Ir. Imran, ST. MT, IPM			
Piston/Cone Area Ratio (A_{pc})		1,005	Dihitung		Ir. Asrul, ST. MT. IPM. ASEAN Eng			
Piston/Sleeve Area Ratio (A_{ps})		0,091	Diperiksa		Dr. Ir. Sukiman Nurdin, ST, M.Sc. IPM. ASEAN Eng			
Kedalaman	Pembacaan Perlawanan Konus	Pembacaan Perlawanan Konus & Geser	Perlawanan Geser	Perlawanan Konus	Perlawanan Geser Lokal	L_f $f_s \times 20$	Geseran Total	R_f (f_s/q_c)
d (m)	C_w (kg/cm ²)	T_w (kg/cm ²)	K_w ($T_w - C_w$) (kg/cm ²)	q_c $C_w \cdot A_{pc}$ (kg/cm ²)	f_s $K_w \cdot A_{ps}$ (kg/cm ²)	(kg/cm)	T_f ΣL_f (kg/cm)	x100 (%)
5,20	100	120	20	100,500	1,812	36,241	597,979	1,803
5,40	135	155	20	135,675	1,812	36,241	634,220	1,336
5,60	165	185	20	165,825	1,812	36,241	670,461	1,093
5,80	175	200	25	175,875	2,265	45,301	715,762	1,288
6,00	180	205	25	180,900	2,265	45,301	761,064	1,252
6,20	195	220	25	195,975	2,265	45,301	806,365	1,156
6,40	200	235	35	201,000	3,171	63,422	869,787	1,578
6,60	200	240	40	201,000	3,624	72,482	942,270	1,803
6,80	200	245	45	201,000	4,077	81,543	1023,812	2,028
7,00		>25						
7,20								
7,40								
7,60								
7,80								
8,00								
8,20								
8,40								
8,60								
8,80								
9,00								
9,20								
9,40								
9,60								
9,80								
10,00								

Lampiran 13 Data Hasil Pengujian CPT titik 11



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO
 Kampus Bumi Tadulako Tondo Palu Telp. 422611 Psw 166

GRAFIK HASIL SONDIR



Lampiran Hasil perhitungan nilai CSR, CRR, DAN Fs

TITIK D5

Kedalam	fs	qt	yt	tekanan	Fr	ovo (kN/m2)	yw kN/m3	y' kg/m3	σ'vo (kN/m2)	rd	CSR	qc	Q	F	n	lc	Kc	qc1n	qc1Ncs	CRR7,5	MSF	Kσ	CRRMW	FS
0.00	0	0	0	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.20	44.44	2464.76	17.55163	3.510326	1.805613	3.5103262	9.81	7.741631	1.548326187	0.99847	0.679112	2512.5	1620.453	1.771258	0.5	1.491188	0.863417	201.9179	174.3394	0.84561	1.034586	1	0.874856	1.288236
0.40	44.44	3450.67	17.55163	7.020652	1.290512	7.0206524	9.81	7.741631	3.096652373	0.99694	0.678071	3517.5	1133.637	1.265944	0.5	1.386161	0.718878	199.8885	143.6955	0.822757	1.034586	1	0.851213	1.255345
0.60	44.44	3450.67	17.55163	10.53098	1.291829	10.530979	9.81	7.741631	4.64497856	0.99541	0.677031	3517.5	755.0022	1.267211	0.5	1.449294	0.812411	163.2083	132.5922	0.484306	1.034586	1	0.501056	0.740079
0.80	88.88	3943.62	18.57143	14.85715	2.262325	14.245265	9.81	8.761431	6.397264856	0.99388	0.663944	4020	626.1668	2.218842	0.5	1.704728	1.041048	158.9384	165.4624	0.453396	1.034586	1	0.469077	0.706501
1.00	88.88	4929.53	18.57143	18.57143	1.80986	17.959551	9.81	8.761431	8.149551151	0.99235	0.656067	5025	614.3946	1.775128	0.5	1.619614	0.981061	176.0229	172.6893	0.587213	1.034586	1	0.607523	0.926008
1.20	88.88	8380.19	18.57143	22.28572	1.063441	21.673837	9.81	8.761431	9.901837447	0.99082	0.650633	8542.5	860.5298	1.043108	0.5	1.349049	0.652805	271.4733	177.219	1.940648	1.034586	1	2.007768	3.085869
1.40	88.88	5422.48	18.57143	26	1.647026	25.388124	9.81	8.761431	11.65412374	0.98929	0.646541	5527.5	472.1172	1.615405	0.5	1.635092	0.992573	161.9157	160.7132	0.474775	1.034586	1	0.491196	0.759729
1.60	88.88	7394.29	18.57143	29.71429	1.206878	29.10241	9.81	8.761431	13.40641004	0.98776	0.643264	7537.5	560.0603	1.18376	0.5	1.481039	0.851771	205.8596	175.3452	0.891327	1.034586	1	0.922155	1.433557
1.80	88.88	7887.24	18.57143	33.42858	1.131697	32.816696	9.81	8.761431	15.15869633	0.98623	0.64052	8040	528.2237	1.110021	0.5	1.469471	0.837959	206.5024	173.0405	0.898952	1.034586	1	0.930043	1.452014
2.00	88.88	6901.34	18.57143	37.14286	1.294856	36.530983	9.81	8.761431	16.91098263	0.9847	0.638143	7035	413.8417	1.270012	0.5	1.574916	0.945279	171.0723	161.711	0.54561	1.034586	1	0.56448	0.884568
2.20	88.88	6408.38	18.57143	40.85715	1.395854	40.245269	9.81	8.761431	18.66326893	0.98317	0.636029	6532.5	347.8627	1.369037	0.5	1.64382	0.99891	151.2118	151.0469	0.401543	1.034586	1	0.415431	0.653164
2.40	44.44	3943.62	17.55163	42.12391	1.139068	43.755595	9.81	7.741631	20.21159511	0.98164	0.637539	4020	196.7309	1.117655	0.5	1.729705	1.05786	89.41817	94.59195	0.146491	1.034586	1	0.151557	0.237722
2.60	44.44	2464.76	17.55163	45.63424	1.837054	47.265921	9.81	7.741631	21.7599213	0.98011	0.638685	2512.5	113.2924	1.802697	0.5	2.045198	1.363706	53.86137	73.45108	0.094532	1.034586	1	0.097801	0.153129
2.80	44.44	2464.76	17.55163	49.14457	1.839724	50.776247	9.81	7.741631	23.30824749	0.97858	0.639541	2512.5	105.616	1.805267	0.5	2.066851	1.397764	52.04167	72.74197	0.093108	1.034586	1	0.096328	0.150621
3.00	44.44	2464.76	17.55163	52.65489	1.842401	54.286574	9.81	7.741631	24.85657367	0.97705	0.640161	2512.5	98.89591	1.807845	0.5	2.087368	1.432321	50.39477	72.18151	0.091903	1.034586	1	0.095081	0.148527
3.20	53.33	3154.90	17.81986	57.02356	1.721466	57.850546	9.81	8.009862	26.45854606	0.97552	0.639881	3216	119.3622	1.68861	0.5	2.00902	1.31196	62.52203	82.02638	0.102729	1.034586	1	0.106282	0.166097
3.40	53.33	3943.62	17.81986	60.58753	1.373381	61.414518	9.81	8.009862	28.06051844	0.97399	0.639516	4020	141.0731	1.347169	0.5	1.88807	1.177813	75.88889	89.38289	0.120646	1.034586	1	0.124819	0.195177
3.60	62.22	3746.44	18.04666	64.96796	1.690003	65.023849	9.81	8.236655	29.70784949	0.97246	0.638549	3819	126.3631	1.657362	0.5	1.986048	1.282197	70.06709	89.8398	0.111991	1.034586	1	0.115864	0.181449
3.80	53.33	2957.72	17.81986	67.71548	1.845289	68.587822	9.81	8.009862	31.30982188	0.97093	0.638081	3015	94.10504	1.809958	0.5	2.103017	1.460249	53.88241	78.68171	0.094549	1.034586	1	0.097819	0.153302
4.00	53.33	2760.53	17.81986	71.27945	1.983034	72.151794	9.81	8.009862	32.91179426	0.9694	0.637558	2814	83.30899	1.944996	0.5	2.162681	1.580128	49.05105	77.50693	0.090976	1.034586	1	0.094122	0.147629
4.20	88.88	2957.72	18.57143	78.00001	3.086465	75.866081	9.81	8.761431	34.66408056	0.96787	0.635486	3015	84.78903	3.024067	0.5	2.295371	1.933966	51.20914	99.03674	0.092489	1.034586	1	0.095688	0.150574
4.40	62.22	3154.90	18.04666	79.40528	2.022993	79.475412	9.81	8.236655	36.31141161	0.96634	0.634513	3216	86.37848	1.983628	0.5	2.157452	1.568728	53.36966	83.72248	0.094137	1.034586	1	0.097393	0.153493
4.60	62.22	3154.90	18.04666	83.01461	2.02537	83.084743	9.81	8.236655	37.95874266	0.96481	0.633538	3216	82.53475	1.9805913	0.5	2.171898	1.690564	52.19875	83.55212	0.093227	1.034586	1	0.096451	0.152243
4.80	62.22	2464.76	18.04666	86.62395	2.616205	86.694074	9.81	8.236655	39.60607371	0.96328	0.63256	2512.5	61.24833	2.564796	0.5	2.342218	2.091649	39.92318	83.50527	0.085918	1.034586	1	0.088889	0.140523
5.00	62.22	1478.86	18.04666	90.23328	4.480475	90.303405	9.81	8.236655	41.25340475	0.96175	0.631579	1507.5	34.35345	4.390144	0.5	2.685014	3.888349	23.47077	91.26257	0.081202	1.034586	1	0.084011	0.133017
5.20	79.99	1478.86	18.41641	95.76534	5.783653	93.986687	9.81	8.606412	42.97468713	0.96022	0.630007	1507.5	32.89177	5.659179	0.5	2.775901	4.583059	22.99593	105.3917	0.081131	1.034586	1	0.083907	0.133232
5.40	88.88	1478.86	18.57143	100.2857	6.447353	97.700973	9.81	8.761431	44.72697343	0.95869	0.628245	1507.5	31.52011	6.304543	0.5	2.822316	4.977117	22.54097	112.189	0.081065	1.034586	1	0.083869	0.133497
5.60	88.88	3450.67	18.57143	104	2.655818	101.41526	9.81	8.761431	46.47925972	0.95716	0.626542	3517.5	73.49697	2.601849	0.5	2.290437	1.918415	51.59463	98.97992	0.092773	1.034586	1	0.095982	0.153193
5.80	88.88	3943.62	18.57143	107.7143	2.31709	105.12955	9.81	8.761431	48.23154602	0.95563	0.624892	4020	81.16826	2.270353	0.5	2.218014	1.712045	57.88426	99.10047	0.098037	1.034586	1	0.101428	0.162313
6.00	88.88	5422.48	18.57143	111.4286	1.673518	108.84383	9.81	8.761431	49.98383231	0.9541	0.623289	5527.5	108.4082	1.640285	0.5	2.029295	1.340193	78.1833	104.7807	0.124445	1.034586	1	0.128749	0.206564
6.20	88.88	2957.72	18.57143	115.1429	3.126794	112.55812	9.81	8.761431	51.73611861	0.95257	0.621729	3015	56.10088	3.062297	0.5	2.423333	2.410142	41.91702	101.026	0.086849	1.034586	1	0.089853	0.144522
6.40	88.88	1478.86	18.57143	118.8572	6.535394	116.2724	9.81	8.761431	53.4884049	0.95104	0.620208	1507.5	26.00989	6.388702	0.5	2.885265	5.55546	20.61235	114.5111	0.080814	1.034586	1	0.08361	0.134809
6.60	88.88	1676.04	18.57143	122.5714	5.721485	119.98669	9.81	8.761431	55.2406912	0.94951	0.618721	1708.5	28.75622	5.595256	0.5	2.813808	4.902852	22.98717	112.7027	0.08113	1.034586	1	0.083936	0.13566
6.80	88.88	4929.53	18.57143	126.2857	1.850447	123.70098	9.81	8.761431	56.9929775	0.94798	0.617266	5025	85.9983	1.813425	0.5	2.131608	1.51496	66.56185	100.8386	0.107426	1.034586	1	0.111141	0.180054
7.00	88.88	6901.34	18.57143	130	1.312612	127.41526	9.81	8.761431	58.74526379	0.94645	0.615839	7035	117.5854	1.286722	0.5	1.930425	1.218904	91.78626	111.8786	0.151914	1.034586	1	0.157169	0.25521
7.20	88.88	9366.10	18.57143	133.7143	0.962713	131.12955	9.81	8.761431	60.49755009	0.94492	0.614439	9547.5	155.6488	0.943903	0.5	1.749504	1.07126	122.7498	131.4969	0.252007	1.034586	1	0.260723	0.424326
7.40	88.88	9859.05	18.57143	137.4286	0.914265	134.84384	9.81	8.761431	62.24983638	0.94339	0.613063	10050	159.28	0.896419	0.5	1.726904	1.055974	127.3787	134.5086	0.272209	1.034586	1	0.281624	0.459371
7.60	133.32	14788.58	19.16802	145.6769	0.91049	138.67744	9.81	9.358018	64.12144002	0.94186	0.611097	15075	232.938	0.892603	0.5	1.608266	0.972364	188.259	183.0563	0.700512	1.034586	1	0.72474	1.185966
7.80	133.32	16267.43	19.16802	149.5105	0.827167	142.51104	9.81	9.358018	65.99304367	0.94033	0.609189	16582.5	249.117	0.810962	0.5	1.557964	0.93048	204.1272	189.9364	0.871017	1.034586	1	0.901142	1.47925
8.00	133.32	13802.67	19.16802	1																				

TITIK D7

Kedalaman	fs	qt	yt	tekanan	Fr	ovo (kN/m2)	yw kN/m3	y' kg/m3	σ'vo (kN/m2)	rd	CSR	qc	Q	F	n	lc	Kc	qc1n	qc1Ncs	CRR7.5	MSF	Kσ	CRRMW	FS
0.00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20	44.44	1971.81	17.55163	3.510326	2.257821	3.5103262	9.81	7.741631	1.548326187	0.99847	0.679112	2010	1295.909	2.214848	0.5	1.605632	0.970311	161.5343	156.7386	0.471992	1.034586	1	0.488317	0.719052
0.40	71.11	3154.90	18.24312	7.297247	2.259027	7.1589496	9.81	8.433117	3.234949612	0.99694	0.661869	3216	991.9292	2.215912	0.5	1.635596	0.992943	178.8061	177.5442	0.611655	1.034586	1	0.63281	0.956095
0.60	88.88	3450.67	18.57143	11.14286	2.584118	10.873236	9.81	8.761431	4.987235908	0.99541	0.651062	3517.5	703.1203	2.534669	0.5	1.739314	1.064346	157.5086	167.6436	0.443409	1.034586	1	0.458745	0.70461
0.80	88.88	3450.67	18.57143	14.85715	2.586912	14.587522	9.81	8.761431	6.739522204	0.99388	0.645368	3517.5	519.7568	2.537357	0.5	1.790931	1.100109	135.4938	149.058	0.311335	1.034586	1	0.322103	0.4991
1.00	88.88	3450.67	18.57143	18.57143	2.589711	18.301808	9.81	8.761431	8.4918085	0.99235	0.641623	3517.5	412.0675	2.54005	0.5	1.83608	1.133932	120.7074	136.874	0.243563	1.034586	1	0.251987	0.392734
1.20	71.11	3746.44	18.24312	21.89174	1.909094	21.950432	9.81	8.433117	10.17843193	0.99082	0.64103	3819	373.0486	1.872641	0.5	1.741909	1.066102	119.7042	127.6169	0.239518	1.034586	1	0.247802	0.386569
1.40	71.11	3450.67	18.24312	25.54036	2.075984	25.599055	9.81	8.433117	11.86505535	0.98929	0.640323	3517.5	294.3013	2.036286	0.5	1.827503	1.127249	102.1173	115.1116	0.179033	1.034586	1	0.185225	0.289269
1.60	115.55	3154.90	18.95746	30.33194	3.697981	29.390548	9.81	9.147462	13.69454781	0.98776	0.635964	3216	232.6918	3.625979	0.5	2.093668	1.443398	86.90449	125.4378	0.141039	1.034586	1	0.145917	0.229443
1.80	62.22	3943.62	18.04666	32.48398	1.590765	32.999879	9.81	8.236655	15.34187886	0.98623	0.636405	4020	259.8769	1.560496	0.5	1.763753	1.081023	102.6329	110.9486	0.180541	1.034586	1	0.186785	0.293501
2.00	97.77	5126.71	18.71167	37.42333	1.921086	36.742212	9.81	8.901665	17.12221193	0.9847	0.633914	5226	303.0717	1.884075	0.5	1.792306	1.101096	126.296	139.0639	0.267349	1.034586	1	0.276596	0.43633
2.20	53.33	3943.62	17.81986	39.2037	1.365859	40.306184	9.81	8.009862	18.72418432	0.98317	0.634919	4020	212.543	1.340023	0.5	1.766392	1.082846	92.9019	100.5984	0.154569	1.034586	1	0.159915	0.251866
2.40	62.22	3450.67	18.04666	43.31197	1.825961	43.915515	9.81	8.236655	20.37151536	0.98164	0.634846	3517.5	170.5118	1.791146	0.5	1.924413	1.212731	77.93319	94.51197	0.12402	1.034586	1	0.128309	0.202111
2.60	44.44	2464.76	17.55163	45.63424	1.837054	47.425842	9.81	7.741631	21.91984155	0.98011	0.636171	2512.5	112.4586	1.802814	0.5	2.047441	1.367122	53.66453	73.36598	0.094373	1.034586	1	0.097637	0.153476
2.80	26.66	985.91	16.80017	47.04048	2.840071	50.785876	9.81	6.990172	23.31787589	0.97858	0.639398	1005	40.922	2.794385	0.5	2.495763	2.747107	20.81237	57.17381	0.080838	1.034586	1	0.083634	0.130802
3.00	26.66	492.95	16.80017	50.40052	6.025149	54.14591	9.81	6.990172	24.71591023	0.97705	0.642136	502.5	18.1403	5.947178	0.5	2.977813	6.500347	10.10759	65.70287	0.080096	1.034586	1	0.082866	0.129048
3.20	26.66	492.95	16.80017	53.76055	6.071244	57.505945	9.81	6.990172	26.11394457	0.97552	0.644463	502.5	17.04048	5.992083	0.5	3.000214	6.746378	9.833312	66.33924	0.080088	1.034586	1	0.082858	0.12857
3.40	26.66	492.95	16.80017	57.12058	6.11805	60.865979	9.81	6.990172	27.51197891	0.97399	0.64644	502.5	16.05243	6.037672	0.5	3.021797	6.989918	9.580213	66.9649	0.080082	1.034586	1	0.082852	0.128166
3.60	35.55	1478.86	17.22336	62.00409	2.509261	64.310651	9.81	7.413358	28.99465051	0.97246	0.64708	1507.5	49.77433	2.463471	0.5	2.395954	2.295933	27.99615	64.2773	0.082041	1.034586	1	0.084878	0.131171
3.80	53.33	1971.81	17.81986	67.71548	2.800745	67.874623	9.81	8.009862	30.59662289	0.97093	0.646165	2010	63.47515	2.7459	0.5	2.351903	2.126574	36.33786	77.27515	0.084462	1.034586	1	0.087384	0.135234
4.00	53.33	2957.72	17.81986	71.27945	1.847567	71.438595	9.81	8.009862	32.19859528	0.9694	0.645238	3015	91.41894	1.811711	0.5	2.112278	1.47744	53.13355	78.50162	0.09395	1.034586	1	0.0972	0.150642
4.20	79.99	4436.57	18.41641	77.34893	1.835034	75.121878	9.81	8.606412	33.91987765	0.96787	0.643058	4522.5	131.1142	1.798661	0.5	2.001081	1.301415	77.65178	101.0572	0.123545	1.034586	1	0.127818	0.198766
4.40	88.88	6901.34	18.57143	81.7143	1.303319	78.836164	9.81	8.761431	35.67216395	0.96634	0.640689	7035	195.0026	1.277736	0.5	1.775317	1.089056	117.7875	128.2773	0.231978	1.034586	1	0.240001	0.374599
4.60	88.88	4929.53	18.57143	85.42858	1.834839	82.55045	9.81	8.761431	37.42445024	0.96481	0.63845	5025	132.0647	1.798327	0.5	1.998903	1.29857	82.14069	106.6654	0.131542	1.034586	1	0.136091	0.213159
4.80	88.88	4929.53	18.57143	89.14287	1.836247	86.264737	9.81	8.761431	39.17673654	0.96328	0.636325	5025	126.051	1.799679	0.5	2.012832	1.317123	80.28269	105.7422	0.128123	1.034586	1	0.132554	0.208312
5.00	88.88	4929.53	18.57143	92.85716	1.837657	89.979023	9.81	8.761431	40.92502284	0.96175	0.634298	5025	120.5751	1.801034	0.5	2.02627	1.335858	78.54533	104.9254	0.125065	1.034586	1	0.129391	0.203991
5.20	71.11	5915.43	18.24312	94.86421	1.221618	93.627646	9.81	8.433117	42.61564626	0.96022	0.632888	6030	139.3003	1.197787	0.5	1.855854	1.149891	92.37039	106.2159	0.153296	1.034586	1	0.158598	0.250594
5.40	79.99	7394.29	18.41641	99.44862	1.096573	97.310929	9.81	8.606412	44.33692864	0.95869	0.631241	7537.5	167.8102	1.075151	0.5	1.765404	1.082163	113.1995	122.5003	0.214901	1.034586	1	0.222334	0.352217
5.60	88.88	3943.62	18.57143	104	2.314848	101.02521	9.81	8.761431	46.08921493	0.95716	0.629414	4020	85.03019	2.267975	0.5	2.203531	1.675465	59.21427	99.21147	0.099309	1.034586	1	0.102744	0.163237
5.80	88.88	3450.67	18.57143	107.7143	2.658768	104.7395	9.81	8.761431	47.84150123	0.95563	0.627649	3517.5	71.33473	2.604384	0.5	2.299836	1.948209	50.85477	99.07573	0.092231	1.034586	1	0.095421	0.15203
6.00	133.32	2957.72	19.16802	115.0081	4.689969	108.5731	9.81	9.358018	49.71310487	0.9541	0.625124	3015	58.464	4.587147	0.5	2.537871	2.967345	42.7614	126.8878	0.087272	1.034586	1	0.09029	0.144435
6.20	133.32	2957.72	19.16802	118.8417	4.696302	112.40671	9.81	9.358018	51.58470851	0.95257	0.622715	3015	56.26848	4.593205	0.5	2.54948	3.031329	41.97849	127.2506	0.08688	1.034586	1	0.089884	0.144343
6.40	133.32	2957.72	19.16802	122.6753	4.702653	116.24031	9.81	9.358018	53.45631215	0.95104	0.620409	3015	54.22671	4.59928	0.5	2.560757	3.094864	41.23707	127.6231	0.086521	1.034586	1	0.089514	0.144282
6.60	133.32	2957.72	19.16802	126.5089	4.70902	120.07392	9.81	9.358018	55.32791579	0.94951	0.618195	3015	52.32306	4.605371	0.5	2.571723	3.157963	40.5336	128.0036	0.086193	1.034586	1	0.089175	0.14425
6.80	133.32	1971.81	19.16802	130.3425	7.239991	123.90752	9.81	9.358018	57.19951943	0.94798	0.616064	2010	32.97392	7.068692	0.5	2.844609	5.176093	26.57663	137.5631	0.081746	1.034586	1	0.084573	0.13728
7.00	106.66	5915.43	18.83969	131.8778	1.844155	127.67546	9.81	9.02969	59.00545744	0.94645	0.614376	6030	100.0301	1.807045	0.5	2.083735	1.426036	78.50028	111.9442	0.124988	1.034586	1	0.129311	0.210475
7.20	115.55	7887.24	18.95746	136.4937	1.49077	131.46695	9.81	9.147462	60.8349499	0.94492	0.612604	8040	129.9998	1.461027	0.5	1.938084	1.226945	103.0812	126.475	0.181864	1.034586	1	0.188154	0.307138
7.40	115.55	9070.33	18.95746	140.2852	1.2939	135.25844	9.81	9.147462	62.66444236	0.94339	0.61088	9246	145.3893	1.268237	0.5	1.860196	1.153508	116.8001	134.7299	0.228188	1.034586	1	0.23608	0.386459
7.60	177.76	11830.86	19.59131	148.894	1.521685	139.17671	9.81	9.781315	64.62070532	0.94186	0.608559	12060	184.4737	1.491195	0.5	1.84166	1.138354	150.0242	170.7807	0.394027	1.034586	1	0.407655	0.66987
7.80	177.76	15281.53	19.59131	152.8123	1.175002	143.09497	9.81	9.781315	66.57696827	0.94033	0.60632	15577.5	231.828	1.151731	0.5	1.691898	1.032372	190.9131	197.0933	0.727128	1.034586	1	0.752277	1.240726
8.00	266.64	17746.29	20.1879																					

TITIK E3

Kedalaman	fs	qt	yt	tekanan	Fr	σ _{vo} (kN/m ²)	γ _w kN/m ³	γ' k/m ³	σ' _{vo} (kN/m ²)	rd	CSR	qc	Q	F	n	lc	Kc	qc1n	qc1Ncs	CRR7,5	MSF	K _σ	CRRMW	FS
0.00	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20	44.44	985.91	17.55163	3.510326	4.523711	3.5103262	9.81	7.741631	1.548326187	0.99847	0.679112	1005	646.8209	4.437459	0.5	1.98009	1.274845	80.76716	102.9656	0.128999	1.034586	1	0.133461	0.196522
0.40	44.44	985.91	17.55163	7.020652	4.539933	7.0206524	9.81	7.741631	3.096652373	0.99694	0.678071	1005	322.2768	4.453067	0.5	2.10164	1.457736	57.11101	83.25277	0.097324	1.034586	1	0.10069	0.148495
0.60	44.44	1478.86	17.55163	10.53098	3.026622	10.530979	9.81	7.741631	4.64497856	0.99541	0.677031	1507.5	322.2768	2.968711	0.5	1.946738	1.236276	69.94642	86.4731	0.111826	1.034586	1	0.115693	0.170884
0.80	44.44	1478.86	17.55163	14.0413	3.033875	14.041305	9.81	7.741631	6.193304746	0.99388	0.67599	1507.5	241.1408	2.975689	0.5	2.012807	1.31709	60.57537	79.7832	0.100671	1.034586	1	0.104153	0.154075
1.00	44.44	1971.81	17.55163	17.55163	2.274044	17.551631	9.81	7.741631	7.741630933	0.99235	0.674949	2010	257.368	2.230456	0.5	1.892692	1.182039	72.24035	85.39089	0.115061	1.034586	1	0.11904	0.176369
1.20	44.44	1971.81	17.55163	21.06196	2.278136	21.061957	9.81	7.741631	9.289957119	0.99082	0.673909	2010	214.0955	2.234393	0.5	1.939195	1.228128	65.94611	80.99027	0.106672	1.034586	1	0.110361	0.163763
1.40	44.44	1971.81	17.55163	24.57228	2.282243	24.572283	9.81	7.741631	10.83828331	0.98929	0.672868	2010	183.1865	2.238343	0.5	1.980347	1.275159	61.05424	77.85388	0.101166	1.034586	1	0.104665	0.15555
1.60	88.88	5915.43	18.57143	29.71429	1.51012	28.28657	9.81	8.761431	12.5905696	0.98776	0.665745	6030	476.6832	1.480933	0.5	1.600153	0.965996	169.9396	164.1611	0.536422	1.034586	1	0.554975	0.833616
1.80	133.32	8380.19	19.16802	34.50243	1.597496	32.120173	9.81	9.358018	14.46217324	0.98623	0.657119	8542.5	588.4579	1.566582	0.5	1.578762	0.948533	224.6302	213.0692	1.134114	1.034586	1	1.173339	1.785582
2.00	177.76	6901.34	19.59131	39.18263	2.590481	36.038436	9.81	9.781315	16.4184362	0.9847	0.648424	7035	426.2867	2.539845	0.5	1.829235	1.128588	173.6194	195.9447	0.566718	1.034586	1	0.586319	0.904221
2.20	133.32	5915.43	19.16802	42.16964	2.269984	39.87204	9.81	9.358018	18.29003984	0.98317	0.642989	6030	327.5076	2.225697	0.5	1.835361	1.133367	140.997	159.8013	0.340683	1.034586	1	0.352466	0.548168
2.40	133.32	3943.62	19.16802	46.00324	3.420605	43.705643	9.81	9.358018	20.16164348	0.98164	0.638389	4020	197.2207	3.352923	0.5	2.104101	1.462235	89.52887	130.9123	0.146738	1.034586	1	0.151813	0.237807
2.60	133.32	4436.57	19.16802	49.83685	3.039209	47.539247	9.81	9.358018	22.03324712	0.98011	0.63441	4522.5	203.1004	2.97929	0.5	2.054491	1.378028	96.34725	132.7693	0.163177	1.034586	1	0.16882	0.266106
2.80	133.32	5422.48	19.16802	53.67045	2.483272	51.372851	9.81	9.358018	23.90485076	0.97858	0.630907	5527.5	229.0802	2.434605	0.5	1.952624	1.242776	113.0539	140.5008	0.214382	1.034586	1	0.221796	0.351552
3.00	133.32	9859.05	19.16802	57.50405	1.360215	55.206454	9.81	9.358018	25.7764544	0.97705	0.627776	10050	387.749	1.333915	0.5	1.608205	0.972317	197.9495	192.4696	0.801351	1.034586	1	0.829066	1.320641
3.20	133.32	13802.67	19.16802	61.33766	0.970227	59.040058	9.81	9.358018	27.64805805	0.97552	0.624942	14070	506.7611	0.951556	0.5	1.42189	0.774493	267.585	207.2428	1.861838	1.034586	1	1.926233	3.082259
3.40	177.76	17253.34	19.59131	66.61047	1.034303	62.958321	9.81	9.781315	29.604321	0.97399	0.621404	17587.5	591.9589	1.014365	0.5	1.410797	0.75801	323.2411	245.0201	3.220962	1.034586	1	3.332363	5.362639
3.60	177.76	17746.29	19.59131	70.52873	1.005687	66.876584	9.81	9.781315	31.56058396	0.97246	0.61819	18090	571.0643	0.986304	0.5	1.408063	0.753841	322.0075	242.7425	3.185139	1.034586	1	3.295302	5.330564
3.80	177.76	18239.24	19.59131	74.447	0.978611	70.794847	9.81	9.781315	33.51684692	0.97093	0.615244	18592.5	552.6088	0.959754	0.5	1.405192	0.749418	321.1487	240.6748	3.160361	1.034586	1	3.269667	5.314419
4.00	222.20	18732.20	19.91965	79.67862	1.191279	74.778778	9.81	10.10965	35.53877771	0.9694	0.611928	19095	535.1963	1.168249	0.5	1.485783	0.857268	320.3085	274.5903	3.136245	1.034586	1	3.244717	5.302451
4.20	88.88	9859.05	18.57143	78.00001	0.90871	78.493064	9.81	8.761431	37.291064	0.96787	0.611174	10050	267.3967	0.891354	0.5	1.567336	0.938756	164.5749	154.4957	0.494547	1.034586	1	0.511652	0.837162
4.40	88.88	7394.29	18.57143	81.7143	1.21546	82.20735	9.81	8.761431	39.0433503	0.96634	0.6104	7537.5	190.9491	1.192192	0.5	1.759099	1.077819	120.6296	130.0169	0.243247	1.034586	1	0.25166	0.412286
4.60	88.88	6408.38	18.57143	85.42858	1.405694	85.921637	9.81	8.761431	40.7956366	0.96481	0.60961	6532.5	158.0213	1.378737	0.5	1.861278	1.154416	102.2757	118.0687	0.179495	1.034586	1	0.185703	0.304626
4.80	88.88	5422.48	18.57143	89.14287	1.666526	89.635923	9.81	8.761431	42.54792289	0.96328	0.608804	5527.5	127.8056	1.634491	0.5	1.978277	1.272637	84.74022	107.8435	0.136592	1.034586	1	0.141316	0.23212
5.00	133.32	8380.19	19.16802	95.84009	1.609324	93.469527	9.81	9.358018	44.41952653	0.96175	0.607127	8542.5	190.2098	1.577957	0.5	1.851734	1.146498	128.1734	146.9506	0.275829	1.034586	1	0.285369	0.470032
5.20	177.76	9859.05	19.59131	101.8748	1.821867	97.387789	9.81	9.781315	46.37578949	0.96022	0.60493	10050	214.6079	1.786092	0.5	1.860739	1.153964	147.5776	170.2992	0.378913	1.034586	1	0.392018	0.648038
5.40	177.76	13309.72	19.59131	105.7931	1.346287	101.30605	9.81	9.781315	48.33205245	0.95869	0.602837	13567.5	278.6183	1.320067	0.5	1.687543	1.029413	195.1561	200.8962	0.771241	1.034586	1	0.797916	1.323602
5.60	177.76	16267.43	19.59131	109.7114	1.100172	105.22432	9.81	9.781315	50.2883154	0.95716	0.600834	16582.5	327.6561	1.078836	0.5	1.575158	0.945485	233.8387	221.091	1.269138	1.034586	1	1.313033	2.185349
5.80	222.20	17253.34	19.91965	115.534	1.296569	109.20825	9.81	10.10965	52.3102462	0.95563	0.598521	17587.5	334.1275	1.271311	0.5	1.62749	0.986967	243.1704	240.0011	1.417258	1.034586	1	1.466276	2.44983
6.00	222.20	17746.29	19.91965	119.5179	1.260602	113.19218	9.81	10.10965	54.33217699	0.9541	0.596313	18090	330.8685	1.236056	0.5	1.620061	0.9814	245.42	240.8551	1.454716	1.034586	1	1.50503	2.523891
6.20	222.20	19225.15	19.91965	123.5019	1.163269	117.17611	9.81	10.10965	56.35410778	0.95257	0.594199	19597.5	345.6771	1.140656	0.5	1.580664	0.950128	261.0585	248.039	1.734614	1.034586	1	1.794608	3.020215
6.40	311.08	19718.10	20.41475	130.6544	1.588185	121.25906	9.81	10.60475	58.47505857	0.95104	0.591648	20100	341.6626	1.557079	0.5	1.684542	1.034164	262.8517	271.8318	1.768944	1.034586	1	1.830125	3.093265
6.60	355.53	19718.10	20.61124	136.0342	1.815567	125.38131	9.81	10.80124	60.63530646	0.94951	0.589017	20100	329.4222	1.779886	0.5	1.751807	1.072829	258.1269	276.9261	1.679495	1.034586	1	1.737582	2.949968
6.80	399.97	19718.10	20.78455	141.335	2.043066	129.53822	9.81	10.97455	62.83021699	0.94798	0.58634	20100	317.848	2.002789	0.5	1.803323	1.109086	253.5781	281.24	1.596416	1.034586	1	1.65163	2.816845

TITIK D5

Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	CSR	CRR	FS	Potensi Likuifaksi
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0.20	25.13	0.68	0.87	1.29	Tidak Terlikuifaksi
0.40	35.18	0.68	0.85	1.26	Tidak Terlikuifaksi
0.60	35.18	0.68	0.50	0.74	Tidak Terlikuifaksi
0.80	40.20	0.66	0.47	0.71	Terlikuifaksi
1.00	50.25	0.66	0.61	0.93	Terlikuifaksi
1.20	85.43	0.65	2.01	3.09	Terlikuifaksi
1.40	55.28	0.65	0.49	0.76	Terlikuifaksi
1.60	75.38	0.64	0.92	1.43	Terlikuifaksi
1.80	80.40	0.64	0.93	1.45	Terlikuifaksi
2.00	70.35	0.64	0.56	0.88	Terlikuifaksi
2.20	65.33	0.64	0.42	0.65	Terlikuifaksi
2.40	40.20	0.64	0.15	0.24	Terlikuifaksi
2.60	25.13	0.64	0.10	0.15	Terlikuifaksi
2.80	25.13	0.64	0.10	0.15	Terlikuifaksi
3.00	25.13	0.64	0.10	0.15	Terlikuifaksi
3.20	32.16	0.64	0.11	0.17	Terlikuifaksi
3.40	40.20	0.64	0.12	0.20	Terlikuifaksi
3.60	38.19	0.64	0.12	0.18	Terlikuifaksi
3.80	30.15	0.64	0.10	0.15	Terlikuifaksi
4.00	28.14	0.64	0.09	0.15	Terlikuifaksi
4.20	30.15	0.64	0.10	0.15	Terlikuifaksi
4.40	32.16	0.63	0.10	0.15	Terlikuifaksi
4.60	32.16	0.63	0.10	0.15	Terlikuifaksi
4.80	25.13	0.63	0.09	0.14	Terlikuifaksi
5.00	15.08	0.63	0.08	0.13	Terlikuifaksi
5.20	15.08	0.63	0.08	0.13	Terlikuifaksi
5.40	15.08	0.63	0.08	0.13	Terlikuifaksi
5.60	35.18	0.63	0.10	0.15	Terlikuifaksi
5.80	40.20	0.62	0.10	0.16	Terlikuifaksi
6.00	55.28	0.62	0.13	0.21	Terlikuifaksi
6.20	30.15	0.62	0.09	0.14	Terlikuifaksi
6.40	15.08	0.62	0.08	0.13	Terlikuifaksi
6.60	17.09	0.62	0.08	0.14	Tidak Terlikuifaksi
6.80	50.25	0.62	0.11	0.18	Tidak Terlikuifaksi
7.00	70.35	0.62	0.16	0.26	Tidak Terlikuifaksi
7.20	95.48	0.61	0.26	0.42	Tidak Terlikuifaksi
7.40	100.50	0.61	0.28	0.46	Tidak Terlikuifaksi
7.60	150.75	0.61	0.72	1.19	Tidak Terlikuifaksi
7.80	165.83	0.61	0.90	1.48	Tidak Terlikuifaksi
8.00	140.70	0.61	0.56	0.93	Tidak Terlikuifaksi
8.20	75.38	0.61	0.15	0.25	Tidak Terlikuifaksi
8.40	140.70	0.60	0.52	0.87	Tidak Terlikuifaksi

TITIK D7

Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	CSR	CRR	FS	Potensi Likuifaksi
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0.20	20.10	0.68	0.49	0.72	Tidak Terlikuifaksi
0.40	32.16	0.66	0.63	0.96	Tidak Terlikuifaksi
0.60	35.18	0.65	0.46	0.70	Tidak Terlikuifaksi
0.80	35.18	0.65	0.32	0.50	Terlikuifaksi
1.00	35.18	0.64	0.25	0.39	Terlikuifaksi
1.20	38.19	0.64	0.25	0.39	Terlikuifaksi
1.40	35.18	0.64	0.19	0.29	Terlikuifaksi
1.60	32.16	0.64	0.15	0.23	Terlikuifaksi
1.80	40.20	0.64	0.19	0.29	Terlikuifaksi
2.00	52.26	0.63	0.28	0.44	Terlikuifaksi
2.20	40.20	0.63	0.16	0.25	Terlikuifaksi
2.40	35.18	0.63	0.13	0.20	Terlikuifaksi
2.60	25.13	0.64	0.10	0.15	Terlikuifaksi
2.80	10.05	0.64	0.08	0.13	Terlikuifaksi
3.00	5.03	0.64	0.08	0.13	Terlikuifaksi
3.20	5.03	0.64	0.08	0.13	Terlikuifaksi
3.40	5.03	0.65	0.08	0.13	Terlikuifaksi
3.60	15.08	0.65	0.08	0.13	Terlikuifaksi
3.80	20.10	0.65	0.09	0.14	Terlikuifaksi
4.00	30.15	0.65	0.10	0.15	Terlikuifaksi
4.20	45.23	0.64	0.13	0.20	Terlikuifaksi
4.40	70.35	0.64	0.24	0.37	Terlikuifaksi
4.60	50.25	0.64	0.14	0.21	Terlikuifaksi
4.80	50.25	0.64	0.13	0.21	Terlikuifaksi
5.00	50.25	0.63	0.13	0.20	Terlikuifaksi
5.20	60.30	0.63	0.16	0.25	Terlikuifaksi
5.40	75.38	0.63	0.22	0.35	Terlikuifaksi
5.60	40.20	0.63	0.10	0.16	Terlikuifaksi
5.80	35.18	0.63	0.10	0.15	Terlikuifaksi
6.00	30.15	0.63	0.09	0.14	Terlikuifaksi
6.20	30.15	0.62	0.09	0.14	Terlikuifaksi
6.40	30.15	0.62	0.09	0.14	Terlikuifaksi
6.60	30.15	0.62	0.09	0.14	Tidak Terlikuifaksi
6.80	20.10	0.62	0.08	0.14	Tidak Terlikuifaksi
7.00	60.30	0.61	0.13	0.21	Tidak Terlikuifaksi
7.20	80.40	0.61	0.19	0.31	Tidak Terlikuifaksi
7.40	92.46	0.61	0.24	0.39	Tidak Terlikuifaksi
7.60	120.60	0.61	0.41	0.67	Tidak Terlikuifaksi
7.80	155.78	0.61	0.75	1.24	Tidak Terlikuifaksi
8.00	180.90	0.60	1.08	1.80	Tidak Terlikuifaksi
8.20	195.98	0.60	1.30	2.16	Tidak Terlikuifaksi
8.40	201.00	0.60	1.34	2.24	Tidak Terlikuifaksi
8.60	201.00	0.54	2.58	4.76	Tidak Terlikuifaksi
8.80	201.00	0.50	3.74	7.55	Tidak Terlikuifaksi
9.00	0.00	0.47	0.33	0.71	Tidak Terlikuifaksi

TITIK E3

Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	CSR	CRR	FS	Potensi Likuifaksi
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0.20	10.05	0.68	0.13	0.20	Terlikuifaksi
0.40	10.05	0.68	0.10	0.15	Terlikuifaksi
0.60	15.08	0.68	0.12	0.17	Terlikuifaksi
0.80	15.08	0.68	0.10	0.15	Terlikuifaksi
1.00	20.10	0.67	0.12	0.18	Terlikuifaksi
1.20	20.10	0.67	0.11	0.16	Terlikuifaksi
1.40	20.10	0.67	0.10	0.16	Terlikuifaksi
1.60	60.30	0.67	0.55	0.83	Terlikuifaksi
1.80	85.43	0.66	1.17	1.79	Tidak Terlikuifaksi
2.00	70.35	0.65	0.59	0.90	Terlikuifaksi
2.20	60.30	0.64	0.35	0.55	Terlikuifaksi
2.40	40.20	0.64	0.15	0.24	Terlikuifaksi
2.60	45.23	0.63	0.17	0.27	Terlikuifaksi
2.80	55.28	0.63	0.22	0.35	Terlikuifaksi
3.00	100.50	0.63	0.83	1.32	Tidak Terlikuifaksi
3.20	140.70	0.62	1.93	3.08	Tidak Terlikuifaksi
3.40	175.88	0.62	3.33	5.36	Tidak Terlikuifaksi
3.60	180.90	0.62	3.30	5.33	Tidak Terlikuifaksi
3.80	185.93	0.62	3.27	5.31	Tidak Terlikuifaksi
4.00	190.95	0.61	3.24	5.30	Tidak Terlikuifaksi
4.20	100.50	0.61	0.51	0.84	Terlikuifaksi
4.40	75.38	0.61	0.25	0.41	Terlikuifaksi
4.60	65.33	0.61	0.19	0.30	Terlikuifaksi
4.80	55.28	0.61	0.14	0.23	Terlikuifaksi
5.00	85.43	0.61	0.29	0.47	Terlikuifaksi
5.20	100.50	0.60	0.39	0.65	Terlikuifaksi
5.40	135.68	0.60	0.80	1.32	Tidak Terlikuifaksi
5.60	165.83	0.60	1.31	2.19	Tidak Terlikuifaksi
5.80	175.88	0.60	1.47	2.45	Tidak Terlikuifaksi
6.00	180.90	0.60	1.51	2.52	Tidak Terlikuifaksi
6.20	195.98	0.59	1.79	3.02	Tidak Terlikuifaksi
6.40	201.00	0.59	1.83	3.09	Tidak Terlikuifaksi
6.60	201.00	0.59	1.74	2.95	Tidak Terlikuifaksi
6.80	201.00	0.59	1.65	2.82	Tidak Terlikuifaksi
7.00	0.00	0.60	0.08	0.14	Terlikuifaksi
7.20	0.00	0.61	0.08	0.14	Terlikuifaksi
7.40	0.00	0.63	0.08	0.13	Terlikuifaksi
7.60	0.00	0.64	0.08	0.13	Terlikuifaksi
7.80	0.00	0.65	0.08	0.13	Terlikuifaksi
8.00	0.00	0.67	0.08	0.12	Terlikuifaksi
8.20	0.00	0.68	0.08	0.12	Terlikuifaksi
8.40	0.00	0.70	0.08	0.12	Terlikuifaksi

Hasil perhitungan LPI

LPI TITIK D5							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	Sangat Rendah
0.20	1.29	0.10	0.20	9.95	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.40	1.26	0.20	0.40	9.90	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.60	0.74	0.30	0.60	9.85	0.26	1.54	Rendah
0.80	0.71	0.40	0.80	9.80	0.29	2.30	Sedang
1.00	0.93	0.50	1.00	9.75	0.07	0.72	Rendah
1.20	3.09	0.60	1.20	9.70	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.40	0.76	0.70	1.40	9.65	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.60	1.43	0.80	1.60	9.60	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.80	1.45	0.90	1.80	9.55	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.00	0.88	1.00	2.00	9.50	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.20	0.65	1.10	2.20	9.45	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.40	0.24	1.20	2.40	9.40	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.60	0.15	1.30	2.60	9.35	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.80	0.15	1.40	2.80	9.30	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.00	0.15	1.50	3.00	9.25	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.20	0.17	1.60	3.20	9.20	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.40	0.20	1.70	3.40	9.15	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.60	0.18	1.80	3.60	9.10	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.80	0.15	1.90	3.80	9.05	1.00	34.39	Sangat Tinggi
4.00	0.15	2.00	4.00	9.00	2.00	72.00	Sangat Tinggi
4.20	0.15	2.10	4.20	8.95	3.00	112.77	Sangat Tinggi
4.40	0.15	2.20	4.40	8.90	4.00	156.64	Sangat Tinggi
4.60	0.15	2.30	4.60	8.85	5.00	203.55	Sangat Tinggi
4.80	0.14	2.40	4.80	8.80	6.00	253.44	Sangat Tinggi
5.00	0.13	2.50	5.00	8.75	7.00	306.25	Sangat Tinggi
5.20	0.13	2.60	5.20	8.70	8.00	361.92	Sangat Tinggi
5.40	0.13	2.70	5.40	8.65	9.00	420.39	Sangat Tinggi
5.60	0.15	2.80	5.60	8.60	10.00	481.60	Sangat Tinggi
5.80	0.16	2.90	5.80	8.55	11.00	545.49	Sangat Tinggi
6.00	0.21	3.00	6.00	8.50	12.00	612.00	Sangat Tinggi
6.20	0.14	3.10	6.20	8.45	13.00	681.07	Sangat Tinggi
6.40	0.13	3.20	6.40	8.40	14.00	752.64	Sangat Tinggi
6.60	0.14	3.30	6.60	8.35	15.00	826.65	Sangat Tinggi
6.80	0.18	3.40	6.80	8.30	16.00	903.04	Sangat Tinggi
7.00	0.26	3.50	7.00	8.25	17.00	981.75	Sangat Tinggi
7.20	0.42	3.60	7.20	8.20	18.00	1062.72	Sangat Tinggi
7.40	0.46	3.70	7.40	8.15	19.00	1145.89	Sangat Tinggi
7.60	1.19	3.80	7.60	8.10	20.00	1231.20	Sangat Tinggi
7.80	1.48	3.90	7.80	8.05	21.00	1318.59	Sangat Tinggi
8.00	0.93	4.00	8.00	8.00	22.00	1408.00	Sangat Tinggi
8.20	0.25	4.10	8.20	7.95	23.00	1499.37	Sangat Tinggi
8.40	0.87	4.20	8.40	7.90	24.00	1592.64	Sangat Tinggi
8.60	2.21	4.30	8.60	7.85	25.00	1687.75	Sangat Tinggi
8.80	7.15	4.40	8.80	7.80	26.00	1784.64	Sangat Tinggi
9.00	10.75	4.50	9.00	7.75	27.00	1883.25	Sangat Tinggi
9.20	14.07	4.60	9.20	7.70	28.00	1983.52	Sangat Tinggi
9.40	17.59	4.70	9.40	7.65	29.00	2085.39	Sangat Tinggi
9.60	1.46	4.80	9.60	7.60	30.00	2188.80	Sangat Tinggi
LPI = $\Sigma F \cdot W(z) \cdot H_i$						4.56	Sedang

LPI TITIK D7							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	Sangat Rendah
0.20	0.72	0.10	0.20	9.95	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.40	0.96	0.20	0.40	9.90	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.60	0.70	0.30	0.60	9.85	0.30	1.75	Rendah
0.80	0.50	0.40	0.80	9.80	0.50	3.93	Sedang
1.00	0.39	0.50	1.00	9.75	0.61	5.92	Tinggi
1.20	0.39	0.60	1.20	9.70	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.40	0.29	0.70	1.40	9.65	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.60	0.23	0.80	1.60	9.60	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.80	0.29	0.90	1.80	9.55	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.00	0.44	1.00	2.00	9.50	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.20	0.25	1.10	2.20	9.45	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.40	0.20	1.20	2.40	9.40	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.60	0.15	1.30	2.60	9.35	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.80	0.13	1.40	2.80	9.30	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.00	0.13	1.50	3.00	9.25	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.20	0.13	1.60	3.20	9.20	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.40	0.13	1.70	3.40	9.15	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.60	0.13	1.80	3.60	9.10	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.80	0.14	1.90	3.80	9.05	1.00	34.39	Sangat Tinggi
4.00	0.15	2.00	4.00	9.00	2.00	72.00	Sangat Tinggi
4.20	0.20	2.10	4.20	8.95	3.00	112.77	Sangat Tinggi
4.40	0.37	2.20	4.40	8.90	4.00	156.64	Sangat Tinggi
4.60	0.21	2.30	4.60	8.85	5.00	203.55	Sangat Tinggi
4.80	0.21	2.40	4.80	8.80	6.00	253.44	Sangat Tinggi
5.00	0.20	2.50	5.00	8.75	7.00	306.25	Sangat Tinggi
5.20	0.25	2.60	5.20	8.70	8.00	361.92	Sangat Tinggi
5.40	0.35	2.70	5.40	8.65	9.00	420.39	Sangat Tinggi
5.60	0.16	2.80	5.60	8.60	10.00	481.60	Sangat Tinggi
5.80	0.15	2.90	5.80	8.55	11.00	545.49	Sangat Tinggi
6.00	0.14	3.00	6.00	8.50	12.00	612.00	Sangat Tinggi
6.20	0.14	3.10	6.20	8.45	13.00	681.07	Sangat Tinggi
6.40	0.14	3.20	6.40	8.40	14.00	752.64	Sangat Tinggi
6.60	0.14	3.30	6.60	8.35	15.00	826.65	Sangat Tinggi
6.80	0.14	3.40	6.80	8.30	16.00	903.04	Sangat Tinggi
7.00	0.21	3.50	7.00	8.25	17.00	981.75	Sangat Tinggi
7.20	0.31	3.60	7.20	8.20	18.00	1062.72	Sangat Tinggi
7.40	0.39	3.70	7.40	8.15	19.00	1145.89	Sangat Tinggi
7.60	0.67	3.80	7.60	8.10	20.00	1231.20	Sangat Tinggi
7.80	1.24	3.90	7.80	8.05	21.00	1318.59	Sangat Tinggi
8.00	1.80	4.00	8.00	8.00	22.00	1408.00	Sangat Tinggi
8.20	2.16	4.10	8.20	7.95	23.00	1499.37	Sangat Tinggi
8.40	2.24	4.20	8.40	7.90	24.00	1592.64	Sangat Tinggi
8.60	4.76	4.30	8.60	7.85	25.00	1687.75	Sangat Tinggi
8.80	7.55	4.40	8.80	7.80	26.00	1784.64	Sangat Tinggi
9.00	0.71	4.50	9.00	7.75	27.00	1883.25	Sangat Tinggi
LPI = $\Sigma F \cdot W(z) \cdot Hi$						11.59	Tinggi

LPI TITIK E3							
Kedalaman (m)	FS	zi (m)	Hi (m)	w (zi)	Fi	LPI	Keterangan
0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.00	0.00	Sangat Rendah
0.20	0.20	0.10	0.20	9.95	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.40	0.15	0.20	0.40	9.90	0.00	0.00	Sangat Rendah
0.60	0.17	0.30	0.60	9.85	0.83	4.90	Sedang
0.80	0.15	0.40	0.80	9.80	0.85	6.63	Tinggi
1.00	0.18	0.50	1.00	9.75	0.82	8.03	Tinggi
1.20	0.16	0.60	1.20	9.70	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.40	0.16	0.70	1.40	9.65	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.60	0.83	0.80	1.60	9.60	0.00	0.00	Sangat Rendah
1.80	1.79	0.90	1.80	9.55	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.00	0.90	1.00	2.00	9.50	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.20	0.55	1.10	2.20	9.45	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.40	0.24	1.20	2.40	9.40	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.60	0.27	1.30	2.60	9.35	0.00	0.00	Sangat Rendah
2.80	0.35	1.40	2.80	9.30	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.00	1.32	1.50	3.00	9.25	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.20	3.08	1.60	3.20	9.20	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.40	5.36	1.70	3.40	9.15	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.60	5.33	1.80	3.60	9.10	0.00	0.00	Sangat Rendah
3.80	5.31	1.90	3.80	9.05	1.00	34.39	Sangat Tinggi
4.00	5.30	2.00	4.00	9.00	2.00	72.00	Sangat Tinggi
4.20	0.84	2.10	4.20	8.95	3.00	112.77	Sangat Tinggi
4.40	0.41	2.20	4.40	8.90	4.00	156.64	Sangat Tinggi
4.60	0.30	2.30	4.60	8.85	5.00	203.55	Sangat Tinggi
4.80	0.23	2.40	4.80	8.80	6.00	253.44	Sangat Tinggi
5.00	0.47	2.50	5.00	8.75	7.00	306.25	Sangat Tinggi
5.20	0.65	2.60	5.20	8.70	8.00	361.92	Sangat Tinggi
5.40	1.32	2.70	5.40	8.65	9.00	420.39	Sangat Tinggi
5.60	2.19	2.80	5.60	8.60	10.00	481.60	Sangat Tinggi
5.80	2.45	2.90	5.80	8.55	11.00	545.49	Sangat Tinggi
6.00	2.52	3.00	6.00	8.50	12.00	612.00	Sangat Tinggi
6.20	3.02	3.10	6.20	8.45	13.00	681.07	Sangat Tinggi
6.40	3.09	3.20	6.40	8.40	14.00	752.64	Sangat Tinggi
6.60	2.95	3.30	6.60	8.35	15.00	826.65	Sangat Tinggi
6.80	2.82	3.40	6.80	8.30	16.00	903.04	Sangat Tinggi
7.00	0.14	3.50	7.00	8.25	17.00	981.75	Sangat Tinggi
7.20	0.14	3.60	7.20	8.20	18.00	1062.72	Sangat Tinggi
7.40	0.13	3.70	7.40	8.15	19.00	1145.89	Sangat Tinggi
7.60	0.13	3.80	7.60	8.10	20.00	1231.20	Sangat Tinggi
7.80	0.13	3.90	7.80	8.05	21.00	1318.59	Sangat Tinggi
8.00	0.12	4.00	8.00	8.00	22.00	1408.00	Sangat Tinggi
8.20	0.12	4.10	8.20	7.95	23.00	1499.37	Sangat Tinggi
8.40	0.12	4.20	8.40	7.90	24.00	1592.64	Sangat Tinggi
LPI = $\Sigma F \cdot W(z) \cdot H_i$						19.56	Sangat Tinggi

Dokumentasi pengambilan sampel



Dokumentasi Pengujian Laboratorium

