



**PENYELIDIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JEMBATAN DAERAH KALIDILEM RANDUAGUNG KABUPATEN
LUMAJANG**

PROYEK AKHIR

Oleh

**USWATUL MAULIDAH YULIAGE
NIM 161903103017**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENYELIDIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JEMBATAN DAERAH KALIDILEM RANDUAGUNG KABUPATEN
LUMAJANG**

PROYEK AKHIR

diajukan guna melengkapi syarat proyek akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Sipil dan Mencapai gelar
Ahli Madya Teknik

Oleh

**USWATUL MAULIDAH YULIAGE
NIM 161903103017**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orangtuaku, Ayah Ahmad Syarif, Ibu Holila yang telah membesarkan dengan penuh kasih sayang, kesabaran, keikhlasan, dan selalu memanjatkan do'anya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Kakakku Vivin Febriani dan adik-adikku serta keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayangnya, memberikan semangat, motivasi serta do'a sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
3. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember terutama D3 Teknik Sipil angkatan 2016 yang telah ikut berperan dalam berjuang bersama, saling mendukung selama proses di perkuliahan maupun diluar perkuliahan, saling membantu disaat suka maupun duka bersama.
4. Teman-teman dari zaman kanak-kanak hingga Sekolah Menengah Atas yang turut serta berperan untuk membantu penulis dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
5. Guru-guruku dari zaman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dengan penuh kesabaran serta memberikan pengalaman yang tidak pernah saya dapatkan sebelumnya.
6. Almamater Program Studi Diploma III Teknik Sipil Universitas Jember

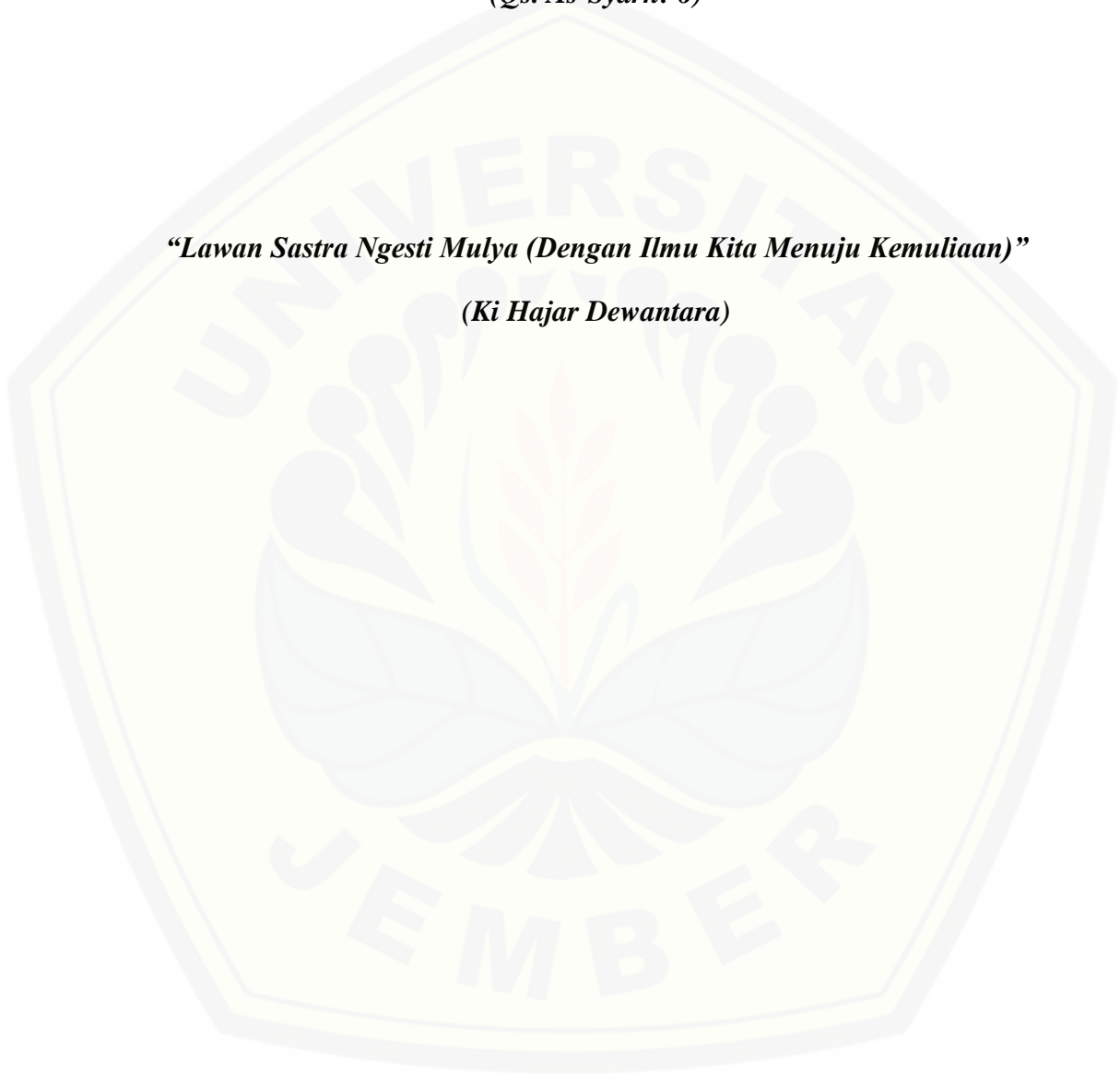
MOTTO

“Sesungguhnya Bersama Kesulitan ada Kemudahan”

(Qs. As-Syarh: 6)

“Lawan Sastra Ngesti Mulya (Dengan Ilmu Kita Menuju Kemuliaan)”

(Ki Hajar Dewantara)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Uswatul Maulidah Yuliage

NIM : 161903103017

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul **“PENYELIDIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN DAERAH KALIDILEM RANDUAGUNG KABUPATEN LUMAJANG”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 Januari 2019

Yang menyatakan,

Uswatul Maulidah Yuliage

NIM. 161903103017

PROYEK AKHIR

**PENYELIDIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JEMBATAN DAERAH KALIDILEM RANDUAGUNG KABUPATEN
LUMAJANG**

Oleh

USWATUL MAULIDAH YULIAGE
NIM 161903103017

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama	: Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T
Dosen Pembimbing Anggota	: Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T



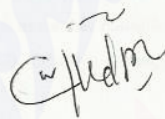
PENGESAHAN

Proyek Akhir berjudul “Penyelidikan Tanah Dasar Pada Proyek Pembangunan Jembatan Daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 15 Januari 2019
Tempat : Ruang Sidang Teknik Sipil

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama



Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T
NIP. 19701024 199803 2 001

Dosen Pembimbing Anggota



Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T
NIP. 760016798

Penguji I



Ahmad Hasanuddin, S.T., M.T
NIP. 19710327 199803 1 003

Penguji II



Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T
NIP. 760016771

Mengesahkan



Dr. Entin Indayah, M.U.M
NIP. 19651215 199503 2 001

Penyelidikan Tanah Dasar Pada Proyek Pembangunan Jembatan Daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang; Uswatul Maulidah Yuliage, 161903103017; 2018: 90 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Jembatan adalah sarana prasarana jalan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Pemerintah Kota Lumajang melaksanakan proyek jalan yaitu perencanaan ulang pembangunan jembatan yang daerahnya berada di Kalidilem, Randuagung, Kabupaten Lumajang. Jembatan sepanjang 15 meter ini menghubungkan daerah Kalidilem dan Randuagung mengalami kerusakan akibat perilaku tanah dasarnya sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang jembatan tersebut.

Tujuan Tugas Akhir ini yaitu untuk mengetahui karakteristik tanah, daya dukung tanah, dan tekanan tanah lateral di daerah Proyek Pembangunan Jembatan tersebut guna memenuhi kebutuhan perencanaan ulang pembangunan jembatan tersebut sehingga perlu adanya penyelidikan tanah. Metode yang digunakan yaitu mengambil sampel tanah kemudian dilakukan pengujian di laboratorium dengan pengujian indeks propertis seperti kadar air, berat jenis (*specific gravity*), berat isi, atterberg limit, analisa saringan, analisa hidrometer, dan pengujian mekanis seperti konsolidasi dan kuat geser langsung. Setelah dilakukan pengujian menghasilkan nilai kohesi dan sudut geser di titik 1A sebesar 20,5688 kPa dan 15,69541°, di titik 1B sebesar 16,5693 kPa dan 22,8554°, di titik 2A sebesar 11,4271 kPa dan 19,3538°, di titik 2B sebesar 11,4271 kPa dan 24,5426°. Untuk hasil pengujian daya dukung tanah pada titik 1 sebesar 30,1282 ton, dan di titik 2 sebesar 31,6237 ton. Untuk hasil perhitungan tekanan tanah lateral aktif pada titik 1 menghasilkan tekanan total sebesar 157,599 kN/m, di titik 2 menghasilkan tekanan total sebesar 136,105 kN/m.

SUMMARY

Soil Investigation of Bridge Construction Project in Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang; *Uswatul Maulidah Yuliage, 161903103017; 2018: 90 pages; Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Jember.*

Bridge are infrastructure that are needed by the society. The Lumajang City Government is implementing a road project who replanning of the bridge construction in the area in Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang. The 15 meters long of bridge connects to Kalidilem area and Randuagung damage due to the behavior of the ground so it is necessary to replan the bridge.

The research purpose to determine the soil characteristics, bearing capacity, and lateral soil pressure in area of the Bridge Construction Project to makes and meet the replanning needs of the bridge construction so that soil investigations are needed. The method used is taking soil samples then testing in the laboratory by testing the property index such as water content, specific gravity, weight, atterberg limit, filter analysis, hydrometer analysis, and mechanical testing like consolidation and direct shear strength. After testing the results of cohesion and friction angle at point of 1A 20.5688 kPa and 15.69541 °, at point 1B is 16.5693 kPa and 22.8554 °, at point 2A is 11.4271 kPa and 19.3538 °, at point 2B is 11.4271 kPa and 24.5426 °. For the test results the bearing capacity of the soil at point 1 is 30,1282 tons, and at point 2 is 31,6237 tons. For the calculation of the lateral active soil pressure at point 1, the total pressure is 157,599 kN / m, at point 2 produces total pressure of 136,105 kN / m.

PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENYELIDIKAN TANAH DASAR PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN DAERAH KALIDILEM RANDUAGUNG KABUPATEN LUMAJANG”**. Proyek akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Diploma (DIII) pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penullis menyadari bahwa proyek akhir tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Allah SWT atas semua rahmat dan karunia yang diberikan.
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Ibu Indra Nurtjahjaningtyas, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Paksitya Purnama Putra, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan memberikan motivasi penulis selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ahmad Hasanuddin, S.T, M.T., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Lutfi Amri Wicaksono, S.T, M.T selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan banyak saran sertamotivasi kepada penulis selama menempuh masa studi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang berguna.

7. Pak Hasan, Mas Ilham dan Gatra Prihatmoko terimakasih telah membantu penulis selama melakukan pengujian di laboratorium selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Fajar Hidayah Tulloh, Ahmad Hasan, dan Moh. Wahyu Alfiyan terima kasih telah membantu penulis dalam proses menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Kedua orang tua penulis, Ahmad Syarif dan Holila yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, motivasi, pandangan hidup, serta dukungan moral dan material yang merupakan anugerah yang tidak bisa dibalas oleh penulis.
10. Kakak Penulis dan Adik-adik penulis yang selalu memberikan dukungan, do'a, dan memberikan warna di hari-hari penulis.
11. Irham Af'idatul Umam, orang terbaik yang selalu ada di sisi penulis, membantu dan memberikan semangat, motivasi, serta do'a kepada penulis. Semoga kelak keinginan dan cita-cita kita tercapai.
12. Rekan-rekan terbaik Nur Intan Aulia, Galuh Kumala Dewi, Azizatun Nafi'ah, Haqni Riwayatul Faizah, Anindya Salsa yang senantiasa membantu penulis selama menempuh masa studi dan selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Teman-teman kosan Yustika, Intan, Winda, Putri, Ria dan lain-lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberikan semangat dan do'a sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
14. Keluarga Biji Besi 2016 (Teknik Sipil 2016) terima kasih atas bantuan dan kebersamaan selama penulis menempuh studi dan sampai akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
15. Kakak-kakak tingkat yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas motivasi, do'a dan bantuan selama penulis menempuh studi dan sampai akhirnya menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa proyek akhir ini jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan proyek akhir ini. akhir kata penulis berharap proyek akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 28 Desember 2018

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Tanah	4
2.2. Klasifikasi Tanah	5
2.2.1 Metode Klasifikasi Tanah	5
2.3. Penyelidikan Tanah/Pengujian Tanah	9
2.3.1. Pengujian Tanah di Lapangan.....	9
2.3.2. Pengujian Tanah di Laboratorium.....	10
2.4. Kekuatan Daya Dukung Tanah	14
2.4.1. Daya Dukung Tiang Pancang.....	15

2.4.2. Daya Dukung Tiang Pancang Hasil Laboratorium	16
2.4.3. Daya Dukung Tiang Pancang Hasil Sondir	20
2.5. Tekanan Tanah Lateral	20
2.5.1. Tekanan Tanah Lateral Aktif	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Persiapan Penelitian.....	24
3.1.1. Lokasi Penelitian	24
3.1.2. Alat dan Bahan Penelitian	25
3.2. Tahapan Penyelidikan/Pengujian Tanah.....	26
3.2.1 Penyelidikan Tanah dilapangan	26
3.2.2 Penyelidikan tanah dilaboratorium.....	27
3.3. Kesimpulan	33
3.4. Pelaksanaan Penelitian	34
3.5. Scedule Penellitian.....	35
BAB IV PEMBAHASAN	36
4.1. Pengujian Sifat Fisik	36
4.1.1. Pengujian Kadar Air, Berat Isi, Berat Jenis	36
4.1.2. Pengujian Analisa Gradasi.....	37
4.1.3. Pengujian Atteberg Limit	43
4.2. Pengujian Sifat Mekanis.....	49
4.2.1. Pengujian Kuat Geser Langsung	49
4.3. Rangkuman Hasil Labororium	53
4.4. Kuat Daya Dukung Tanah	54
4.5.1. Daya Dukung Tanah Hasil Labororium	54
4.5.2. Daya Dukung Tanah Hasil Sondir	56
4.5. Tekanan Tanah Lateral	57
BAB V PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan-batasan Golongan Tanah	4
Tabel 2.2 Sistem klasifikasi Tanah USCS	6
Tabel 2.3 Batasan Indeks Plastisitas dan Macam Tanah.....	11
Tabel 2.4 Faktor Koefisien Daya Dukung Tanah <i>Meyerhof</i>	16
Tabel 2.5 Faktor Koefisien Daya Dukung Tanah persamaan <i>Terzaghi</i>	19
Tabel 3.1 Jadwal Penyusunan Tugas Akhir	34
Tabel 4.1 Analisa Index Propertis Tiap Lokasi.....	35
Tabel 4.2 Analisa Perhitungan batas cair dan indeks plastisitas titik 1 (kedalaman 3m)	43
Tabel 4.3 Analisa Perhitungan batas cair dan indeks plastisitas titik 1 (kedalaman 6m)	44
Tabel 4.4 Analisa Perhitungan batas cair dan indeks plastisitas titik 2	45
(kedalaman 3m)	
Tabel 4.5 Analisa Perhitungan batas cair dan indeks plastisitas titik 2 (kedalaman 3m)	46
Tabel 4.6 Analisa Pengujian Atteberg Limit tiap lokasi	47
Tabel 4.7 Analisa Direct Sear Titik 1 kedalaman 3m	48
Tabel 4.8 Analisa Direct Sear Titik 1 kedalaman 6m	49
Tabel 4.9 Analisa Direct Sear Titik 2 kedalaman 3m	50
Tabel 4.10 Analisa Direct Sear Titik 2 kedalaman 6m	51
Tabel 4.11 Rangkuman Pengujian Tanah Tiap Lokasi	52
Tabel 4.12 Nilai Koefisien Daya Dukung Tanah Meyerhof Tiap Lokasi.....	53
Tabel 4.13 Nilai Daya Dukung Ujung Tiang Tiap Lokasi.....	54
Tabel 4.14 Nilai Daya Dukung Selimut Tiang Tiap Lokasi	54
Tabel 4.15 Nilai Daya Dukung Ijin Tiap Lokasi.....	54
Tabel 4.16 Nilai Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal	55
Tabel 4.17 Nilai Daya Dukung Tanah Hasil Sondir	55
Tabel 4.18 Analisa Perhitungan Tekanan Vertikal Titik 1	56
Tabel 4.19 Analisa Perhitungan Tekanan Horisontal Titik 1.....	56

Tabel 4.20 Perhitungan Tekanan Lateral Aktif Total Titik 1.....	57
Tabel 4.21 Analisa Perhitungan Tekanan Vertikal Titik 2	58
Tabel 4.22 Analisa Perhitungan Tekanan Horisontal Titik 2.....	58
Tabel 4.23 Perhitungan Tekanan Lateral Aktif Total Titik 2.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Koefisien Kapasitas <i>Meyerhof</i>	18
Gambar 2.2 Grafik Koefisien kapasitas daya Dukung <i>Terzaghi</i>	19
Gambar 2.3 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Pada Dinding.....	19
Gambar 2.4 Tekanan Tanah Aktif.....	21
Gambar 2.5 Lingkaran Mohr Tekanan Aktif.....	22
Gambar 2.6 Resultan Tekanan Aktif.....	23
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Diagram Alir.....	35
Gambar 4.1 Analisa Saringan dan Hidrometer Titik 1A.....	36
Gambar 4.2 Batas <i>Atteberg</i> Titik 1A.....	37
Gambar 4.3 Analisa Saringan dan Hidrometer Titik 1B.....	38
Gambar 4.4 Batas <i>Atteberg</i> Titik 1B.....	39
Gambar 4.5 Analisa Saringan dan Hidrometer Titik 2A.....	39
Gambar 4.6 Batas <i>Atteberg</i> Titik 2A.....	40
Gambar 4.7 Analisa Saringan dan Hidrometer Titik 2B.....	41
Gambar 4.8 Batas <i>Atteberg</i> Titik 2B.....	42
Gambar 4.9 Analisa Pengujian <i>Atteberg Limit</i> Titik 1A.....	43
Gambar 4.10 Analisa Pengujian <i>Atteberg Limit</i> Titik 1B.....	44
Gambar 4.11 Analisa Pengujian <i>Atteberg Limit</i> Titik 2A.....	45
Gambar 4.12 Analisa Pengujian <i>Atteberg Limit</i> Titik 2B.....	46
Gambar 4.13 Direct Shear Titik 1A.....	48
Gambar 4.14 Direct Shear Titik 1B.....	49
Gambar 4.15 Direct Shear Titik 2A.....	50
Gambar 4.16 Direct Shear Titik 2B.....	51
Gambar 4.17 Analisa Perhitungan Tekanan Horisontal Titik 1.....	57
Gambar 4.18 Analisa Perhitungan Tekanan Horisontal Titik 2.....	59



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan perekonomian di Indonesia kebutuhan prasarana jalan sangat dibutuhkan untuk memperlancar mobilisasi jasa atau barang. Sehubungan dengan hal tersebut, Pemerintah Kota Lumajang melaksanakan proyek jalan dan jembatan yaitu perencanaan ulang pembangunan jembatan yang pelaksanaannya di Kalidilem, Randuagung, Kabupaten Lumajang. Jembatan sepanjang 15 meter yang menghubungkan daerah Kalidilem dan Randuagung ini mengalami kerusakan akibat dari perilaku tanah dasarnya sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang pembangunan jembatan tersebut. Tanah dasar merupakan komponen yang sangat penting dalam membangun suatu bangunan konstruksi, karena tanah dasar akan mendukung beban konstruksi di atasnya. Kekuatan dan keawetan struktur perkerasan jalan, akan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. (Hardiyatmo, 1996.)

Untuk memenuhi kebutuhan perencanaan ulang pembangunan jembatan tersebut perlu adanya penyelidikan tanah. Tanah memiliki peranan sangat penting, beban suatu konstruksi akan diteruskan oleh pondasi ke tanah, dimana tanah tersebut mampu mendukung beban tersebut. Perencanaan suatu konstruksi memerlukan data pengujian fisik dan mekanis tanah yang diperoleh dari hasil penyelidikan tanah di laboratorium maupun dilapangan.

Penyelidikan tanah dilakukan untuk mendapatkan informasi berupa data yang diperlukan dalam suatu konstruksi, baik untuk perencanaan maupun pelaksanaan. Dengan adanya data tanah dapat mempermudah perencanaan dan menganalisis tanah di daerah tersebut. Selain itu, penyelidikan tanah juga dapat dijadikan sebagai pembandingan terhadap penyelidikan-penyelidikan yang sejenis.

Klasifikasi tanah merupakan beberapa jenis tanah atau sifat-sifat pada tanah. Sistem klasifikasi tanah ini menjelaskan tentang sifat-sifat dan karakteristik fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku dari tanah tersebut. Klasifikasi tanah ini bertujuan untuk mengetahui keadaan tanah dari suatu daerah

berupa data-data dasar tanah. Klasifikasi tanah juga berguna untuk menentukan sifat fisis dan sifat mekanis tanah seperti pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, kadar air dan sebagainya. (Das, 1993)

Dari tinjauan tersebut, perlu adanya penelitian yang bertujuan untuk mengetahui data klasifikasi tanah, parameter tanah, serta perhitungan daya dukung tanah pada perencanaan ulang pembangunan jembatan di Kabupaten Lumajang tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian pada Proyek Akhir ini dengan judul “Penyelidikan Tanah Dasar Pada Proyek Pembangunan Jembata Daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang dapat dirumuskan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik tanah di daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang?
2. Apa saja parameter tanah untuk kebutuhan *abutment* jembatan ?
3. Bagaimana nilai daya dukung tanah untuk pondasi tiang pancang berdasarkan hasil laboratorium dan hasil sondir, serta nilai tekanan tanah lateral aktif di proyek pembangunan jembatan daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik tanah di daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang.
2. Mengetahui parameter tanah untuk kebutuhan *abutment* jembatan.
3. Mengetahui nilai daya dukung tanah untuk pondasi tiang pancang berdasarkan hasil laboratorium dan hasil sondir, serta nilai tekanan tanah lateral aktif di proyek pembangunan jembatan daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik tanah, parameter tanah untuk *abutment* jembatan, nilai daya dukung tanah, dan nilai tekanan tanah lateral aktif di daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang.

1.5 Batasan Masalah

Ditinjau dari rumusan masalah dan tujuan proyek akhir, maka batasan masalah proyek akhir ini, sebagai berikut:

1. Meninjau sifat fisik dan mekanis tanah yang dicari melalui pengujian di laboratorium.
2. Membahas terkait daya dukung tanah pondasi tiang pancang berdasarkan penyelidikan sampel tanah dan berdasarkan hasil sondir di Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang.
3. Membahas terkait tekanan tanah lateral aktif berdasarkan hasil penyelidikan sampel tanah di Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang.
4. Klasifikasi tanah hanya berdasarkan sistem USCS.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Tanah

Konsepsi tanah menurut Undang-Undang Pokok Agraria (UUPA) pasal 4 adalah permukaan bumi yang kewenangan penggunaannya meliputi tubuh bumi, air dan ruang yang ada di atasnya. Dalam pengertian ini tanah meliputi tanah yang sudah ada sesuatu hak yang ada di atasnya maupun yang dilekati sesuatu hak menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku. (Petunjuk teknis Direktorat Survei dan Potensi Daerah, Deputi Survei, Pengukuran dan Pemetaan BPN RI, 2007 :6).

Tanah terbentuk berlapis-lapis karena proses fisik, kimia, dan biologi yang meliputi transformasi bahan tanah. Tanah adalah kumpulan butiran mineral alami (agregat) yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanis bila agregat tersebut diaduk dalam air. (Darwis, 2018)

Tabel 2.1 Batasan-batasan Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute Of Technology (MIT)	>2	2-0,06	0,06-0,002	<0,002
U.S Departement Of Agriculture (USDA)	>2	2-0,05	0,05-0,002	<0,002
American Association Of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2-2	2-0,075	0,075-0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (USCS)	76,2-4,75	4,75-0,075	Halus (Lanau dan lempung) <0,0075	

(Sumber: Buku "Mekanika Tanah Jilid 1" Braja M. Das)

2.2. Klasifikasi tanah

Klasifikasi tanah adalah cara untuk mengetahui jenis tanah sehingga diperoleh gambaran tentang sifat-sifat tanah. Sistem klasifikasi ini menjelaskan sifat-sifat umum tanah yang bervariasi dalam proses pemakaiannya. (Das, 1995).

Dari sudut pandang teknis, tanah dapat digolongkan ke dalam macam pokok sebagai berikut:

1. Batu kerikil (*gravel*)
2. Pasir (*Sand*)
3. Lanau (*Silt*)
4. Lempung (*Clay*):
 - a. Lempung Anorganik (*anorganic clay*)
 - b. Lempung organik (*organic clay*)

(Sumber: Darwis, 2018)

2.2.1. Metode Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat umum yang sama kedalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya. (Das, 1995). Dalam penelitian ini sistem klasifikasi tanah yang digunakan sebagai pedoman untuk mendeskripsikan tanah yaitu sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*).

Sistem klasifikasi USCS diajukan pertama kali oleh Prof. Arthur Cassagrande. Sistem ini menempatkan tanah dalam 3 kelompok yaitu tanah berbutir halus, tanah berbutir kasar dan tanah organis.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan U.S.C.S

PEMBAGIAN UTAMA		SIMBOL	NAMA JENIS TANAH	
1	2	3	4	
TANAH BERBUTIR KASAR Lebih dari setengah materialnya kasar dari saringan no. 200	KERIKIL Lebih dari setengah fraksi kasarnya lebih kasar dari saringan no. 4	Kerikil bersih (tanpa atau sedikit mengandung bahan halus)	GW Kerikil, kerikil campur pasir bergradasi baik tanpa atau dengan sedikit bahan halus.	
			GP Kerikil, kerikil campur pasir bergardasi buruk tanpa atau dengan sedikit bahan halus.	
		dengan bahan halus (banyak mengandung bahan)	GM Kerikil lanauan, kerikil campur pasir dan lanau.	
			GC Kerikil lempungan, kerikil campur pair dan lempung	
	PASIR Lebih dari setengah fraksi kasarnya lebih halus dari saringan no 4	Pasir bersih (tanpa atau sedikit mengandung bahan halus)	SW Pasir, pasir kerikilan bergradasi baik tanpa atau dengan sedikit bahan halus.	
			SP Pasir, pasir kerikilan bergradasi buruk tanpa atau dengan sedikit bahan halus.	
		Pasir dengan bahan halus (banyak mengandung bahan halus)	SM Pasir kelanauan, pasir campur lanau.	
			SC Pasir kelempegan, pasir campur lempung.	
		LANAU DAN LEMPUNG	Batas cair kurang dari 50	ML Lanau organik dan pasir sangat halus, tepung batu, pasir halus kelanauan atau kelempegan atau lanau kelempegan sedikit plastis.
				CL Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung kerikilan, lempung pasiran, lempung lanauan, lempung humus
OL Lempung organik dan lempung lanauan organik dengan plastisitas rendah.				
Batas cair lebih dari 50	MH Lempung anorganik, tanah pasiran halus atau tanah lanauan mengandung mika atau diatome lanau elastis.			
	CH Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung ekspansif.			
	OH Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi llanau organik.			
TANAH ORGANIK		Pt Gambut dan tanah organik lainnya.		

(Sumber: Buku “Mekanika Tanah Jilid 1” Braja M. Das)

KLASIFIKASI TANAH U.S.C.S

SIMBOL	PROSEDUR IDENTIFIKASI LAPANGAN (tidak termasuk partikel yang berukuran lebih dari 8 inci & berat fraksinya diperkirakan)			KETERANGAN YANG DIPERLUKAN DALAM MENGANALISA TANAH
GW	Ukuran butirnya bervariasi dan banyak mengandung partikel berukuran sedang.			Untuk tanah tidak terganggu diperlukan keterangan tambahan seperti perlapisan, tingkat kepadatan, segmentasi, kondisi kadar air dan karakteristik drainase. Berikan nama jenis tanahnya perkiraan % pasir dan kerikil, ukuran butir maksimum, bentuk butir, kondisi permukaan, kekerasan tanah berbutir kasar, nama geologi, dan keterangan lain untuk kepentingan deskripsi serta simbol huruf kapital.
GP	Umumnya ukuran butirnya sama atau sedikit mengandung partikel berukuran sedang.			
GM	Bahan halusnya nonplastis atau plastisitasnya rendah (lihat prosedur identifikasi ML).			
GC	Bahan halusnya plastis (lihat prosedur identifikasi CL)			
SW	Ukuran butirnya bervariasi dan banyak mengandung partikel ukuran sedang.			
SP	Umumnya ukuran butirnya sama atau sedikit mengandung partikel sedang.			
SM	bahan halusnya nonplastis atau plastisitasnya rendah (Lihat prosedur identifikasi identifikasi ML)			
SC	Bahan halusnya plastis (Lihat prosedur identifikasi CL)			
	PROSEDUR IDENTIFIKASI Untuk fraksi lebih halus dari saringan no. 4			
	Kekuatan kering (Karakteristik Pecah)	Dilatansi (reaksi terhadap guncangan)	Keteguhan (konsistensi mendekati batas plastis)	Berikan nama jenis tanahnya, tingkat dan sifat plastisitas dan ukuran maksimum dari tanah berbutir kasar, warna dan kondisi basah, bau bila ada, nama setempat atau nama geologi dan keterangan lainnya untuk kepentingan deskripsi serta simbol tanah dengan huruf kapital. Untuk tanah tidak terganggu diperlukan keterangan tambahan seperti struktur, pelapisan, konsistensi dalam keadaan tidak terganggu dan remasan, konsisi kadar air dan drainase.
ML	Nol sampai rendah	Lambat sampai cepat	Nol	
CL	Rendah sampai tinggi	Lambat	Sedang	
OL	Rendah sampai sedang	Lambat	Rendah	
MH	Rendah sampai sedang	Tidak beraksi sampai sangat lambat	Rendah sampai sedang	
CH	Tinggi sampai sangat tinggi	Tidak bereaksi	Tinggi	
OH	Sedang sampai tinggi	Tidak bereaksi sampai sangat lambat	Rendah sampai sedang	
Pt	Secara langsung dapat diidentifikasi dari warna, bau. Rasanya seperti bunga karang dan seringkali tekstur berbentuk serat.			

KLASIFIKASI TANAH CARA U.S.C.S

SIMBOL	KRITERIA KLASIFIKASI LABORATORIUM		
GW	<p>Tentukan presentasi kerikil dan pasir dari kurva pembagian butir. Berdasarkan pada presentasi bahan halus (fraksi lebih halus dari saringan no. 200). Tanah berbutir kasar diklasifikasikan sebagai berikut :</p> <p>Kurang dari 5 % Lebih dari 12% 5% sampai 12%</p> <p>GW, GP, SW, Sp GM, GC, SM, SC</p> <p>Pada garis batas menggunakan simbol ganda.</p>	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ lebih besar dari 4 $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3	
GP		Tidak ditemukan semua persyaratan gradasi untuk GW	
GM		Batas Atteberg dibawah garis "A" atau PI kurang dari 4	Di atas garis "A" dengan PI antara 4 dan 7 terdapat pada garis batas dan menggunakan simbol ganda.
GC		Batas Atteberg diatas garis "A" atau PI lebih besar dari 7	
SW		$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ lebih besar dari 6 $Cu = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3	
SP		Tidak ditemukan semua persyaratan gradasi untuk SW	
SM		Batas Atteberg di atas garis "A" dengan PI lebih besar dari 7.	Batas Atteberg yang masuk pada daerah arsir dengan PI antara 4 dan 7 disebut kasus garis batas dan menggunakan simbol ganda.
SC			

Indeks plastisitas

Batas Cair (LL)

2.3. Penyelidikan tanah atau Pengujian Tanah

Salah satu tahapan awal yang dilakukan dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan yaitu dengan penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah dalam suatu daerah pembangunan, mengetahui jenis pondasi, kedalaman serta dimensi pondasi yang paling ekonomis tetapi masih aman yang akan digunakan untuk konstruksi bangunan. Selain itu, dari hasil penyelidikan tanah dapat menentukan perlakuan terhadap tanah agar daya dukung dapat mendukung konstruksi pada suatu bangunan.

Dari hasil penyelidikan tanah ini akan didapat data-data tanah. Dengan mengetahui kondisi daya dukung tanah kita mampu merencanakan suatu bangunan yang kokoh dan tahan gempa yang bisa memberikan rasa nyaman dan aman saat berada dalam suatu gedung. Adapun metode yang biasa dilakukan dalam penyelidikan tanah di lapangan yaitu *Sondir*, pengeboran tanah, pengujian *Standard Penetration Test (SPT)* dan lain-lain (berdasarkan SNI). Untuk mengetahui sifat-sifat dan karakteristik tanah dari sampel tanah yang telah diambil di lapangan maka dilakukan uji laboratorium. Ada 2 metode pengujian tanah dalam geoteknik, yaitu pengujian tanah dilapangan dan pengujian tanah dilaboratorium.

2.3.1. Pengujian tanah di lapangan

Pengujian dilapangan yang dilakukan dalam penelitian proyek akhir ini yaitu melakukan *boring*.

Boring ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui struktur tanah dari sampel yang telah diklasifikasi di lapangan maupun di laboratorium. Selain itu kegunaannya yaitu mengetahui tinggi muka air dan mendapatkan contoh tanah pada kedalaman tertentu untuk diselidiki di laboratorium.

2.3.2. Pengujian tanah di laboratorium

2.3.2.1. Pengujian sifat Fisik Tanah (*physic properties*)

Pengujian sifat fisik tanah yaitu *index properties* yang terdiri dari kadar air, berat jenis, berat isi, atterberg limit, analisa saringan, dan analisa hidrometer.

Kadar Air tanah (w) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen dengan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$\frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

Dimana :

w_1 = Berat cawan + tanah basah (gram)

w_2 = Berat cawan + tanah kering (gram)

w_3 = Berat cawan kosong (gram)

$w_1 - w_2$ = Berat Air (gram)

$w_2 - w_3$ = Berat tanah kering (gram)

Berat Jenis tanah (*Spesific gravity*) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air pada temperatur tertentu. Tujuan dari berat jenis ini untuk mendapatkan nilai berat jenis suatu tanah.

Spesific gravity (G_s) dapat dihitung dengan persamaan 2.2, sebagai berikut:

$$G_s = \frac{w_2 - w_1}{(w_2 - w_1) + (w_4 - w_3)} \quad (\text{Persamaan 2.2})$$

Dimana :

w_1 = Berat picnometer (gram)

w_2 = Berat picnometer dan tanah kering (gram)

w_3 = Berat picnometer, tanah, dan air (gram)

w_4 = Berat picnometer dan air (gram)

Berat Isi tanah (γ) merupakan berat volume tanah dalam keadaan utuh. Untuk mendapatkan berat isi tanah yaitu dengan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam gr/cm^3 . Perhitungan berat isi (γ) dapat dihitung dengan persamaan 2.3, sebagai berikut:

$$\text{Berat isi } \gamma = \frac{w_2 - w_1}{v} \text{ gr/cm}^3 \quad (\text{Persamaan 2.3})$$

Dimana :

w_1 = Berat silinder/ring (gram)

w_2 = Berat silinder dan tanah (gram)

v = Volume silinder/ring (gr/cm^3)

Batas *Konsistensi* terdiri dari batas cair dan batas plastis. Batas cair adalah kadar air dimana tanah berada dalam batas keadaan plastis dan cair. Batas plastis untuk mengetahui batas plastis suatu contoh tanah, yaitu nilai kadar air terendah dari suatu contoh tanah dimana tanah tersebut masih dalam keadaan plastis. Indeks Plastisitas adalah perbedaan antara batas plastis (LL) dan batas plastis tanah (PL). Batasan indeks plastisitas tanah, sifat, dan macam dapat dilihat pada tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam
0	Non Plastis	Pasir
<7	Plastisitas rendah	Lanau
7-17	Plastisitas Sedang	Lempung berlanau
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung

Sumber: Hardiyatmo, 1999

Presentase kadar air pada batas cair dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4, sebagai berikut:

$$\frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\% \quad (\text{Persamaan 2.4})$$

Untuk perhitungan Indeks plastisitas pada bata plastis dapat dilihat dari persamaan 2.5, sebagai berikut:

$$I_p = W_1 - W_p \quad (\text{Persamaan 2.5})$$

Dimana:

I_p = Indeks Plastisitas

W_1 = Batas cair

W_p = Batas plastis

Analisa saringan didefinisikan sebagai pengelompokan besar butiran analisa agregat kasar dan agregat halus yang ditinjau melalui saringan. Tujuan analisa saringan untuk menentukan pembagian ukuran butir suatu tanah.

Analisa saringan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan analisa saringan kering dan analisa saringan basah. Cara analisa saringan kering dengan menggetarkan saringan baik secara manual maupun dengan menggunakan *sieve shaker*. Cara analisa saringan basah dilakukan dengan mencampur tanah dengan air sampai menjadi lumpur ecer dan dibasuh melewati saringan.

Analisa saringan benda uji dapat dijelaskan dengan menggunakan persamaan berikut:

1. Berat tanah tertahan
= (berat saringan+tanah tertahan)-berat saringan (Persamaan 2.6)
2. Modulus kehalusan
= kumulatif tertahan no. 100 keatas/100 (Persamaan 2.7)
3. Persentasi benda uji yang tertinggal di masing-masing saringan
= $\frac{\text{berat tanah yang tertinggal}}{\text{berat tanah total}} \times 100\%$ (Persamaan 2.8)
4. Persentasi lebih halus lolos saringan
= 100% - presentasi kumulatif benda uji yang tertinggal
(Persamaan 2.9)

Analisa hidrometer adalah pengujian yang bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir dari tanah yang lolos saringan no. 200. Perhitungan yang digunakan dalam analisa hidrometer, sebagai berikut:

- Jumlah berat tertahan untuk masing-masing ukuran saringan secara kumulatif.
- Jumlah presentase berat benda uji tertahan dihitung berat total secara akumulatif.
- Jumlah presentase berat benda uji yang melalui masing-masing saringan di hitung.

2.3.2.2. Pengujian sifat mekanis tanah (*engineering properties*)

Pengujian sifat-sifat mekanis yaitu kuat geser langsung. Kuat Geser didefinisikan sebagai gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah akibat desakan atau tarikan yang dapat menyebabkan terjadi pergeseran tanah. Di tinjau dari pengertian tersebut, bila tanah mengalami pembebanan, maka akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatan, tetapi tidak tergantung dari tegangan yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesernya butir-butir tanah yng besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Kuat geser tanah dapat dirumuskan menggunakan persamaan 2.13 sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \Phi \quad (\text{Persamaan 2.13})$$

Dimana:

- τ = Kuat Geser tanah (kN/m^2)
- c = Kohesi tanah (kN/m^2)
- σ = Tegangan geser normal pada tanah (kN/m^2)
- Φ = sudut gesek intern ($^\circ$)

Ada beberapa cara untuk mendapatkan kekuatan suatu tanah, yaitu:

1. Uji kuat geser langsung (*Direct Shear*)
2. Uji Triaksial (*Triaxial test*)

3. Uji Tekan bebas (*Unconfined compression test*)

Uji Kuat geser langsung (*Direct Shear*) adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan tanah terhadap gaya horisontal.

Perhitungan uji kuat geser langsung dapat dirumuskan menggunakan persamaan, sebagai berikut:

1. Gaya geser P

= pembacaan arloji geser x angka kalibrasi cincin penguji

(Persamaan 2.14)

2. Tegangan geser

$$\pi = \frac{P_{maks}}{A} \quad (\text{Persamaan 2.15})$$

2.4. Kekuatan Ijin Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kemampuan suatu tanah untuk menahan beban pondasi tanpa mengalami keruntuhan yang diakibatkan oleh nilai kuat geser tanah. Kekuatan geser tanah dapat di lihat dari hasil pengujian terhadap *boring log* dan sampel tanah (Pranata dan Wijaya 2008). Analisis daya dukung (*bearing capacity*) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Struktur tanah diberikan pembebanan sampai beberapa elemen struktur mencapai tegangan *Ultimate*, kemudian diberikan kombinasi pembebanan agar analisis daya dukung yang didapat sesuai. Apabila beban yang bekerja pada tanah pondasi telah mencapai batas daya dukungnya, maka akan terjadi keruntuhan geser pada tanah podasi yang diakibatkan oleh tegangan geser yang ditimbulkan di dalam tanah melampaui ketahanan geser podasi (Usman 2014). Daya dukung tanah juga merupakan bagian dari struktur yang menyalurkan beban langsung ke lapisan tanah di bawahnya. Daya dukung tanah juga dapat dituliskan dengan persamaan berikut :

$$\Sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{Persamaan 2.16})$$

Dimana:

Σ : Daya dukung tanah (kN/m²)

P: Beban yang bekerja (kN)

A: Luas Pondasi (m²)

2.4.1. Daya dukung ijin pondasi tiang pancang

Daya dukung ijin tanah adalah beban per satuan luas yang diijinkan untuk dibebankan pada tanah di bawah pondasi, agar kemungkinan terjadinya keruntuhan dapat dihindari. Besarnya kuat dukung ijin tanah (Q_a) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan yaitu nilai kapasitas ultimit dibagi dengan faktor aman (SF) yang sesuai.

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{Q_b}{3} + \frac{Q_s}{1,5} \quad (\text{Persamaan 2.17})$$

Dimana:

Q_u : daya dukung batas/daya dukung ultimit (ton)

Q_b : daya dukung ujung tiang

Q_s : daya dukung tahanan gesek selimut tiang

SF : *Safety Factor*/ angka aman

Penggunaan faktor aman 1,5 untuk tahanan gesek dinding (Q_s) lebih kecil dari faktor aman untuk ujung tiang sebesar 3, karena untuk meyakinkan keamanan tiang terhadap keruntuhan dengan mempertimbangkan penurunan tiang pada beban yang bekerja. Hal tersebut dilakukan mengingat bahwa sesungguhnya tanah bersifat tidak homogen dan tidak isotropis sehingga pada saat melakukan evaluasi parameter – parameter dasar dari kekuatan geser tanah banyak ketidakpastian (Mulyati dan Indriastuti, 2006).

Ada beberapa metode untuk menghitung daya dukung tanah, tetapi yang sering digunakan adalah metode *Meyerhoff*. Daya dukung ultimit dipengaruhi oleh nilai parameter tanah (ϕ , c , γ), kedalaman pondasi, ukuran dan bentuk pondasi, sifat tanah terhadap penurunan dan kedalaman muka air tanah. Jadi untuk menghitung daya dukung tanah harus diketahui berat volume, kohesi tanah dan sudut geser tanah. Persamaan teori daya dukung *Meyerhof* (1976) mirip dengan teori *Terzaghi* yaitu menghitung tegangan geser tanah yang berada di bawah telapak pondasi. *Meyerhof* mengasumsikan bahwa mekanisme kegagalan diperpanjang ke atas menuju permukaan tanah.

2.4.2. Daya Dukung tiang berdasarkan parameter hasil tes laboratorium

a. Daya Dukung Ujung Tiang (*end bearing*)

1. Untuk tanah Kohesif

$$Q_p = A_p C_u N'_c \quad (\text{Persamaan 2.18})$$

2. Untuk tanah Non Kohesif

$$Q_p = A_p \sigma'_v N'_q \quad (\text{Persamaan 2.19})$$

Dimana :

A : luas penampang

C_u : Cohesi undrained

σ'_v : tegangan *vertikal effective* pada ujung tiang pondasi

N'_c & N'_q : Faktor daya dukung tanah yang berkaitan dengan faktor bentuk dan kedalaman

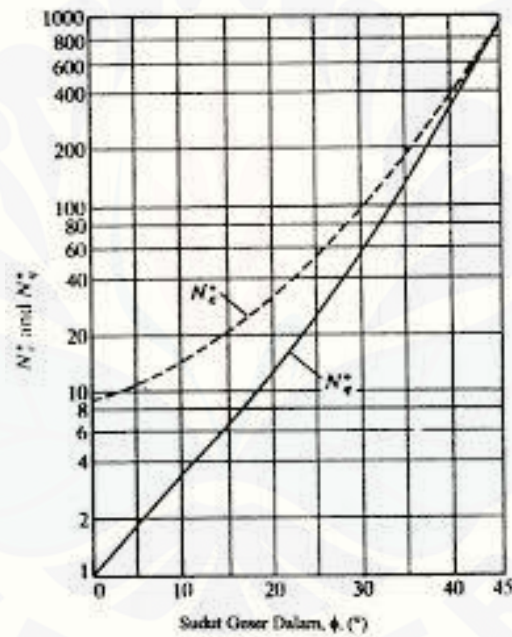
Tabel 2.4 Faktor Koefisien Daya Dukung Tanah persamaan *Meyerhoff*

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$
0°	5,14	1,00	0,00	0,20	0,00	26°	22,25	11,85	12,54	0,53	0,49
1°	5,38	1,09	0,07	0,20	0,02	27°	23,94	13,20	14,47	0,55	0,51
2°	5,63	1,20	0,15	0,21	0,03	28°	25,80	14,72	16,72	0,57	0,53
3°	5,90	1,31	0,24	0,22	0,05	29°	27,86	16,44	19,34	0,59	0,55
4°	6,19	1,43	0,34	0,23	0,07	30°	30,14	18,40	22,40	0,61	0,58
5°	6,49	1,57	0,45	0,24	0,09	31°	32,67	20,63	25,99	0,63	0,60
6°	6,81	1,72	0,57	0,25	0,11	32°	35,49	23,18	30,22	0,65	0,62
7°	7,16	1,88	0,71	0,26	0,12	33°	38,64	26,09	35,19	0,68	0,65
8°	7,53	2,06	0,86	0,27	0,14	34°	42,16	29,44	41,06	0,70	0,67
9°	7,92	2,25	1,03	0,28	0,16	35°	46,12	33,30	48,03	0,72	0,70
10°	8,35	2,47	1,22	0,30	0,18	36°	50,59	37,75	56,31	0,75	0,73
11°	8,80	2,71	1,44	0,31	0,19	37°	55,63	42,92	66,19	0,77	0,75
12°	9,28	2,97	1,69	0,32	0,21	38°	61,35	48,93	78,03	0,80	0,78
13°	9,81	3,26	1,97	0,33	0,23	39°	67,87	55,96	92,25	0,82	0,81
14°	10,37	3,59	2,29	0,35	0,25	40°	75,31	64,20	109,41	0,85	0,84
15°	10,98	3,94	2,65	0,36	0,27	41°	83,86	73,90	130,22	0,88	0,87
16°	11,63	4,34	3,06	0,37	0,29	42°	93,71	85,38	155,55	0,91	0,90
17°	12,34	4,77	3,53	0,39	0,31	43°	105,11	99,02	186,54	0,94	0,93

18°	13,10	5,26	4,07	0,40	0,32	44°	118,3 7	115,31	224,64	0,97	0,97
19°	13,93	5,80	4,68	0,42	0,34	45°	133,8 8	134,88	271,76	1,01	1,00
20°	14,63	6,40	5,39	0,43	0,36	46°	152,1 0	158,51	330,35	1,04	1,04
21°	15,82	7,07	6,20	0,45	0,38	47°	173,6 4	187,21	403,67	1,08	1,07
22°	16,88	7,82	7,13	0,46	0,40	48°	199,2 6	222,31	496,01	1,12	1,11
23°	18,05	8,66	8,20	0,48	0,42	49°	229,9 3	265,51	613,16	1,15	1,15
24°	19,32	9,60	9,44	0,50	0,45	50°	266,8 9	319,07	762,89	1,20	1,19
25°	20,72	10,66	10,88	0,51	0,47						

Sumber : Hary C.H., (2002)

Nilai N_c^* dan N_q^* merupakan fungsi dari besarnya sudut geser dalam (ϕ) yang dijelaskan dalam bentuk grafik oleh *Mayerhoff* (Hardyatmo 2002).



Gambar 2.1 Grafik Koefisien kapasitas daya Dukung *Mayerhoff*

b. Daya Dukung Selimut Tiang (*skin friction*)

$$Q_s = \sum P f_s \Delta L \quad (\text{Persamaan 2.20})$$

Untuk f_s , non kohesif :

$$F_s = K \sigma_v' \tan \delta \quad (\text{Persamaan 2.21})$$

Dimana :

P : Keliling Tiang (cm)

F_s : Faktor gesekan

ΔL : Panjang tiang yang di tinjau (cm)

K : Koefisien tekanan tanah lateral

: $1 - \sin \phi$

σ_v' : tekanan efektif tanah (gr/cm^2)

δ : sudut geser antara tiang dan tanah

: $0,8\phi$

c. Teori *Terzaghi*

Ada beberapa teori untuk menghitung daya dukung tanah, tetapi yang sering digunakan adalah teori *Terzaghi*. Daya dukung ultimit dipengaruhi oleh nilai parameter tanah (ϕ , c , γ), kedalaman pondasi, ukuran dan bentuk pondasi, sifat tanah terhadap penurunan dan kedalaman muka air tanah. Jadi untuk menghitung daya dukung tanah harus diketahui berat volume, kohesi tanah dan sudut geser tanah. Persamaan yang disarankan Terzaghi dengan anggapan pondasi yang berbentuk memanjang dengan lebar B dan terletak diatas tanah homogen sebagai berikut:

$$Q_{\text{batas}} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + c N_c + \gamma D N_q \quad (\text{Persamaan 2.22})$$

dimana :

γ : Berat isi efektif

B : Lebar pondasi

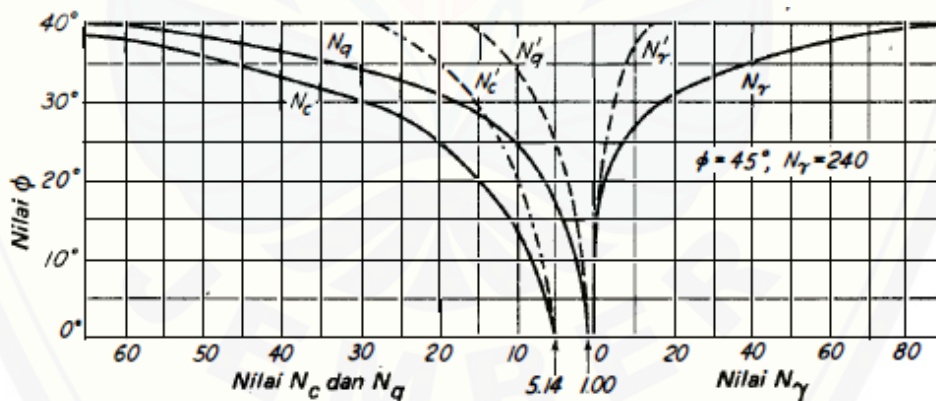
D : Kedalaman pondasi

Tabel 2.5 Faktor Koefisien Daya Dukung Tanah persamaan *Terzaghi*

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0°	5,71	1,00	0	3,81	1,00	0
5°	7,32	1,64	0	4,48	1,39	0
10°	9,64	2,70	1,2	5,34	1,94	0
15°	12,8	4,44	2,4	6,46	2,73	1,2
20°	17,7	7,43	4,6	7,90	3,88	2,0
25°	25,1	12,7	9,2	9,86	5,60	3,3
30°	37,2	22,5	20,0	12,7	8,32	5,4
35°	57,8	41,4	44,0	16,8	12,8	9,6
40°	95,6	81,2	114,0	23,2	20,5	19,1
45°	172	173	320	34,1	35,1	27,0

Sumber: Hardyatmo, 2002.

Nilai N_c , N_q , N_γ merupakan fungsi dari besarnya sudut geser dalam (ϕ) yang dijelaskan dalam bentuk grafik oleh *Terzaghi* (Hardyatmo 2002).

Gambar 2.2 Grafik Koefisien kapasitas daya Dukung *Terzaghi*

2.4.3. Daya dukung Tiang pancang berdasarkan hasil data sondir

$$Q_a = \frac{C_n \cdot A}{SF_1} + \frac{JHP \cdot p}{SF_2} \quad (\text{Persamaan 2.23})$$

Dimana:

C_n : nilai conus rata-rata dari kedalaman 4D diatas s/d 4D dibawah ujung tiang

A : luas penampang tiang

JHP : jumlah hambatan pelekat

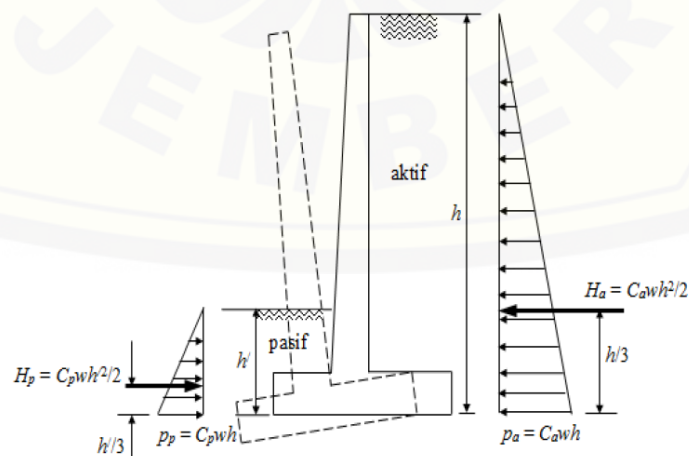
P : keliling tiang

SF_1, SF_2 : angka aman, masing-masing 3 dan 5

2.5. Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral merupakan gaya yang ditimbulkan oleh gaya belakang bagian struktur penahan tanah. Tekanan tanah lateral disebabkan oleh perubahan letak dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya. Tekanan tanah lateral terdiri dari tiga macam, antara lain:

1. Tekanan tanah dalam keadaan diam, apabila dinding tidak bergerak (K_0).
2. Tekanan Pasif, apabila dinding akan bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, koefisien K mencapai maksimum dinamakan tekanan pasif (K_p).
3. Tekanan Aktif, apabila dinding menjauhi tanah hingga terjadi keruntuhan, Koefisien K mencapai minimum dinamakan tekanan aktif (K_a).

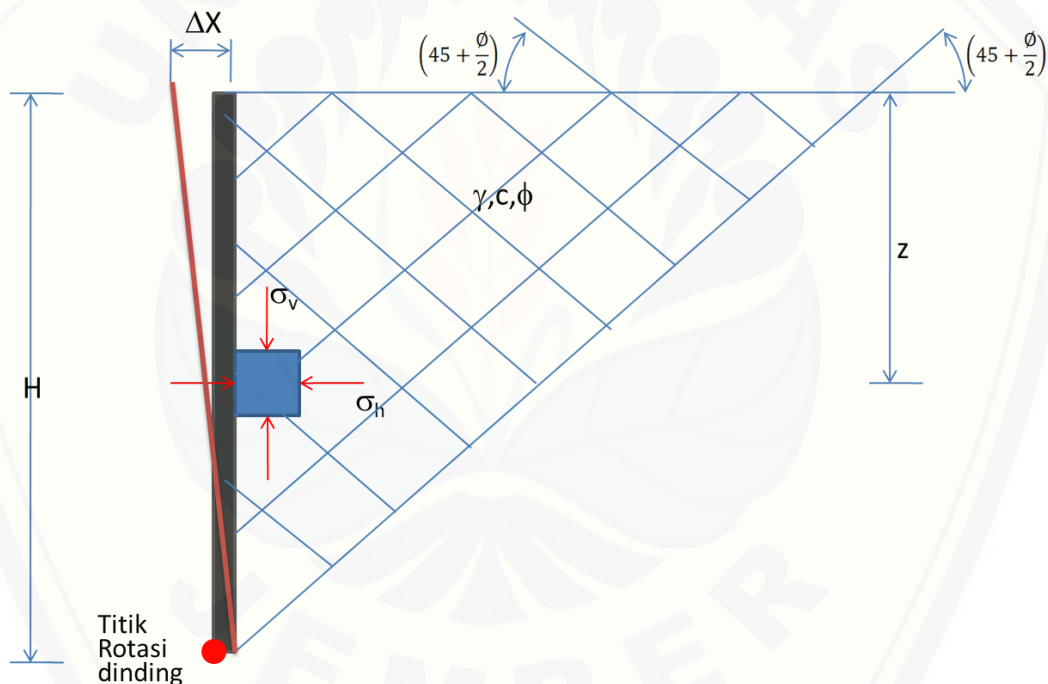


Gambar 2.3 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Pada Dinding Penahan tanah

2.5.1. Tekanan Tanah Aktif

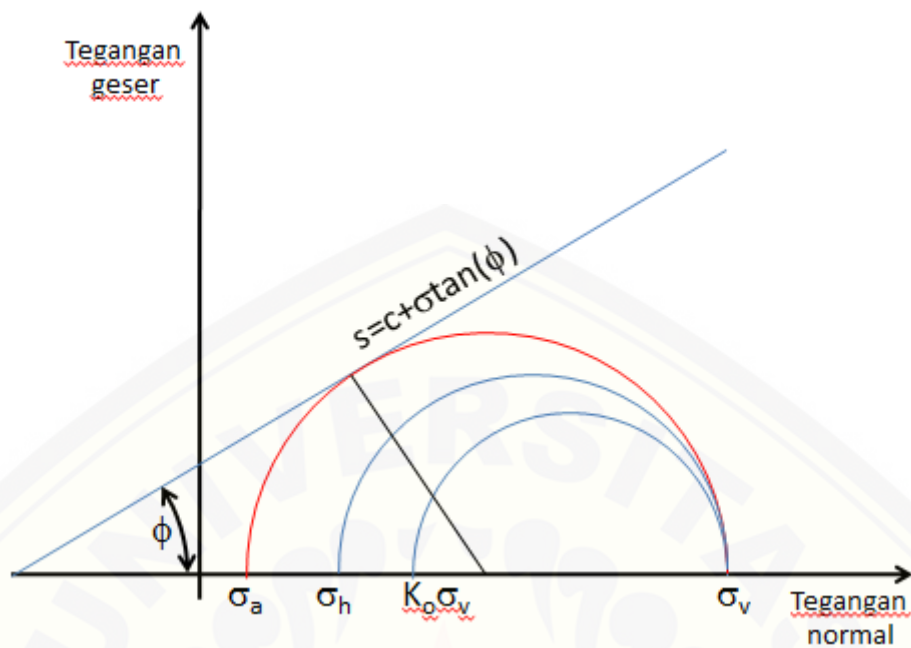
Tekanan Tanah Aktif adalah tekanan yang bekerja untuk mendorong suatu struktur dinding penahan agar bergerak ke depan.

Dalam Proyek Akhir ini, perhitungan yang digunakan yaitu Tekanan Tanah Lateral Aktif. tekana teori *Rankine* (1857). Teori *Rankine* beramsumsi bahwa dinding penahan dalam kondisi vertikal, tidak ada gesekan antara dinding dan tanah, tanah bersifat homogen. Disebut tekanan aktif apabila tekanan yang bekerja menjauhi tanah yang ditahan, yang dapat ditunjukkan pada gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Tekanan Tanah Aktif

Keruntuhan tanah akan mengikuti prinsip lingkaran Mohr. Apabila pergerakan tanah membuat Δx semakin besar, maka lingkaran Mohr akan semakin menyentuh garis keruntuhan. Menurut *Rankine* sudut keruntuhan sebesar $45 - \frac{\phi}{2}$, sehingga akan terjadi keruntuhan. Prinsip lingkaran Mohr ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.5 Lingkaran Mohr Tekanan Aktif

Besarnya gaya-gaya yang bekerja mengikuti persamaan berikut:

$$\sigma_1 = \sigma_v$$

$$\sigma_3 = \sigma_h$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \quad (\text{Persamaan 2.24})$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) - 2c \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (\text{Persamaan 2.25})$$

dimana:

σ_v : Tekanan efektif

σ_h : Tekanan lateral tanah

c' : Kohesi

ϕ : Sudut Geser

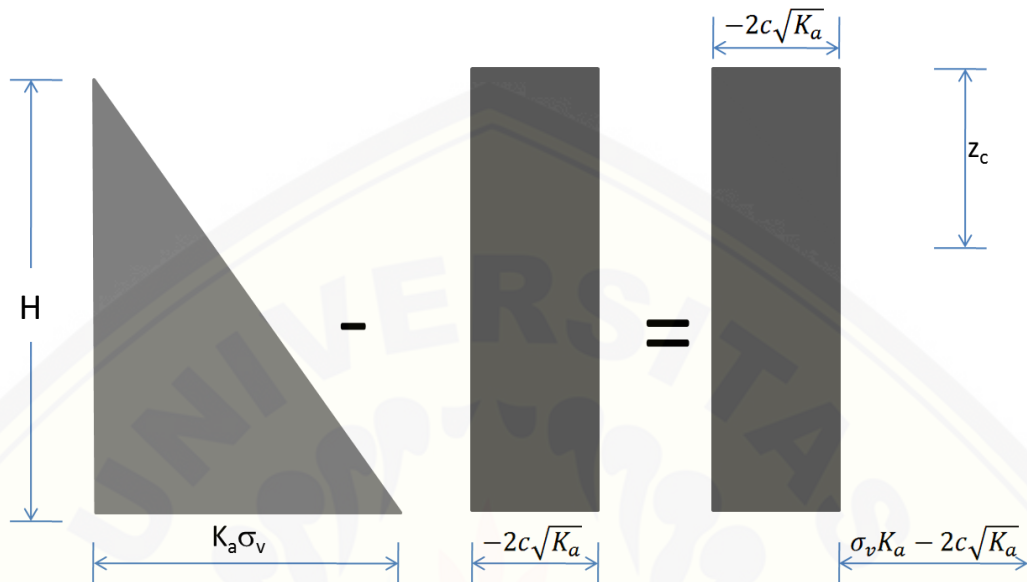
K_a : Koefisien Lateral

$$: \tan^2(45 - \phi/2)$$

Karena $K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$, maka besarnya tekanan yang bekerja saat terjadinya keruntuhan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_a : \sigma_v K_a - 2c \sqrt{K_a} \quad (\text{Persamaan 2.26})$$

Adapun resultan tekanan aktif akibat beban luar dapat dilihat pada gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Resultan Tekanan Aktif

Sehingga, total tekanan yang bekerja dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

Tekanan Aktif, $c=0$

$$P_a = K_a \gamma h \quad (\text{Persamaan 2.27})$$

Tekanan Aktif berkohesi

$$P_a = K_a \gamma h - 2c\sqrt{K_a} \quad (\text{Persamaan 2.28})$$

Dimana:

γ : Berat Volume tanah (gr/m^3)

P_a : Tekanan Lateral Tanah (gr/m)

C : Kohesi (kg/m^3)

K_a : Koefisien tanah lateral

$$: \tan^2(45 - \varphi/2)$$

H : ketinggian yang ditinjau

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Persiapan Penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini akan dilaksanakan di suatu proyek jalan yaitu di Jalan Jendral Sutoyo No. 4 Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Google Maps, 2018)

3.1.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.1.2.1. Bahan penelitian

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diambil di wilayah Kalidilem, Rnaduagung, Kabupaten Lumajang.
2. Pengambilan sampel tanah dengan bor dangkal maksimal kedalaman 6 meter. *Undisturb soil* diambil pada kedalaman 3 meter dan 6 meter dengan menggunakan bor tangan.

3.1.2.2. Alat Penelitian

- Penyelidikan tanah dilapangan (*Boring*)

Alat yang digunakan adalah bor jenis karet, bor jenis Iwan, satu set stang bor, tabung, pemutar stang bor, satu set pipa pelindung, pisau pemotong, kantong plastik, kunci pipa dan obeng, alat untuk tempat sampel tanah.

- Penyelidikan tanah dilaboratorium

• Pengujian Sifat Fisik Tanah

1. Alat uji pemeriksaan kadar air

Alat yang digunakan adalah oven, timbangan, spatula, dan cawan.

2. Alat uji berat jenis tanah (*Specific Gravity*)

Alat yang digunakan adalah picnometer, timbangan, saringan, *shieve shaker*, oven, *spraiyer*, *hot plate*, corong, dan termometer.

3. Alat uji berat isi

Alat yang digunakan adalah cawan, timbangan, spatula, dan jangka sorong.

4. Alat uji *atterberg limit*

Alat yang digunakan adalah alat batas cair, alat pembuat alur (*grooving tool*), timbangan, plat kaca, spatula, cawan, *spraiyer*, dan oven.

5. Alat uji analisa saringan

Alat yang digunakan adalah loyang, spatula, oven, saringan, *shive shaker*, pembuka saringan, timbangan.

6. Alat Hidrometer

Alat yang digunakan adalah hidrometer, thermometer, tabung gelas ukur, pengaduk mekanis dan mangkuk dispersi, neraca, batang pengaduk dari gelas, *stop watch*.

- Pengujian Sifat Mekanis Tanah

1. Alat uji kuat geser langsung

Alat yang digunakan adalah alat geser, batu pori, alat pembebanan, alat pemotong benda uji, oven, timbangan.

3.2. Tahapan Penyelidikan/Pengujian

3.2.1. Penyelidikan Tanah di lapangan

a. Boring

Pengeboran berguna untuk mengetahui struktur lapisan tanah, kedalaman muka air tanah, dan mengambil sampel tanah untuk diselidiki sifatnya. Cara kerja pengeboran tanah dijelaskan sebagai berikut :

1. Menentukan titik pengeboran pada lokasi yang dianggap kritis untuk pengambilan sampel tanah untuk diuji
2. Untuk mempermudah pengeboran pada permukaan tanah yang akan di bor, lubangi sedikit bagian yang akan digunakan sebagai tempat pengeboran.
3. Sambung mata bor dengan pipa bor 1 meter dan pasang stang pemutar.
4. Mata bor diletakkan pada muka tanah yang sudah dilubangi dengan linggis kemudian stang diputar searah jarum jam dan kedudukan pipa bor harus tegak lurus dengan permukaan tanah.
5. Setelah mata bor penuh, maka pipa bor diangkat kemudian amati warna dan jenis tanah serta perubahan-perubahan tanah yang ada sesuai dengan kedalaman pengambilan sampel tanah.
6. Ukur kedalaman tanah ketika sudah sampai dalam muka air tanah.
7. Pengambilan sampel dilakukan pada tiap titik 6 meter dan pengeboran dilakukan di 2 titik berbeda.

3.2.2. Penyelidikan tanah di Laboratorium

Pengujian ini meliputi pengujian sifat fisik dan sifat mekanis dari tanah asli.

Pengujian ini antara lain:

A. Sifat fisik Tanah

1. Kadar Air

Prosedur pelaksanaan :

1. Tanah yang diuji di tempatkan pada cawan yang bersih, kering, dan telah diketahui beratnya.
2. Cawan dan isinya kemudian ditimbang dan beratnya dicatat.
3. Tutup cawan kemudian ditimbang/dibuka dan cawan ditempatkan di oven pengering sampai berat sampel tanah konstan.
4. Cawan dan isinya di tutup, kemudian didinginkan dalam desikator.
5. Setelah dingin, di timbang dan beratnya dicatat.

2. Berat Jenis Tanah

Prosedur pelaksanaan

a. Kalibrasi manometer

- Timbang piknometer dalam keadaan bersih dan kering (W_1)
- Isi piknometer dengan air suling dalam suhu ruang, kemudian timbang beratnya (W_a) dan ukur suhu air tersebut (t_a)

$$W_4 = k \times W_a$$

Dimana:

W_4 : berat piknometer dan air pada suhu akhir

W_a : berat piknometer dan air pada suhu awal

W_1 : berat piknometer

K : perbandingan kerapatan air pada suhu standar 25 derajat dibanding kerapatan air pada suhu ruangan

b. Benda Uji

- Siapkan contoh tanah sebanyak ± 25 gram dan kemudian keringkan kedalam oven
- Masukkan sampel tanah
- Timbang sampel tanah dan piknometer
- Didihkan sampel tanah tersebut utnuk menghilangkan udara yang terperangkap dalam sampel tanah atau dengan mnghisap udara yang terperangkap dengan pompa vakum.
- Rendam dan diamkan piknometer sampai mencapai suhu konstan dan tambah air suling sampai batas leher. Bersihkan bagian luar piknometer dan keringkan kemudian timbang.

3. Berat Isi

Prosedur Pelaksanaan:

1. Timbang cincin uji dalam keadaan bersih (W_1)
2. Sampel tanah disiapkan dengan menekan cincin pada tabung sampai cincin terisi penuh.
3. Ratakan bagian kedua permukaan dan bersihkan bagian luar cincin.
4. Timbang cincin dan sampel tanah dengan ketelitian 0,01 gram (W_2)
5. Hitung volume tanah dengan mengukur ukuran dalam cincin dengan ketelitian 0,01 cm.
6. Berat tanah $W = W_2 - W_1$

Dimana :

W_1 : berat silinder

W_2 : berat silinder+tanahs

4. Analisa Saringan

Prosedur pelaksanaan:

1. Hancurkan benda uji dengan menggunakan palu karet.
2. Timbang masing-masing ayakan yang akan dipergunakan.
3. Timbang benda uji ± 500 gr.
4. Bila benda uji yang diperiksa mengandung butiran kasar lebih besar dari ayakan nomor 4, maka benda uji perlu ditambah.
5. Timbang masing-masing saringan + benda uji yang tertinggal.
6. Kurangi berat tanah (5) $-(1)$, yang memberikan hasil berat tanah yang tertinggal (jumlah berat butir yang tertinggal harus dikontrol dengan berat tanah semula).
7. Bila bagian benda uji yang tertinggal pada saringan nomor 200 cukup besar, dalam hal tersebut dilakukan pencucian. Pencucian ini dilakukan dengan mencuci tanah yang tertinggal dalam ayakan dengan memasukkan air ke dalam ayakan tersebut. Kemudian mengumpulkan tanah yang telah dicuci, lalu mengeringkan dan menimbang berat benda uji yang tertinggal pada ayakan nomor 200 dan tambahkan hasil tersebut pada berat tanah yang tertinggal di pan pada (6).

5. Batas Atteberg Limit

a. Batas Cair

Prosedur pelaksanaan:

1. Ambil sampel tanah $\pm 110-200$ gram.
2. Tempatkan pada cawan porselen dan campurkan dengan air suling sebanyak 15-20 ml. Campur sampai merata dengan menggunakan spatula.
3. Ambil sampel tanah yang telah tercampur dengan homogen dan letakkan dalam cawan batas cair.
4. Ratakan permukaan sampel tanah dalam cawan sehingga sejajar dengan alas

5. Buat alur pada sampel tanah dengan menggunakan grooving tool yaitu dengan cara memegang grooving tool tegak lurus dengan permukaan sampel tanah.
6. Dengan bantuan alat pemutar angkat turunkan cawan tersebut dengan kecepatan 2 putaran/detik.
7. Hentikan langkah tersebut jika alur sudah tertutup sepanjang $\pm 1,25$ cm dan hitung berapa ketukan yang dibutuhkan.
8. Ambil sebagian dari sampel tanah tersebut untuk diuji kadar airnya.
9. Ulangi langkah-langkah diatas dengan kadar air yang berbeda.

b. Batas Plastis

Prosedur pelaksanaan:

1. Ambil sampel tanah dan campur dengan air suling sampai merata dengan bantuan spatula.
2. Jika tanah sudah homogen, ambil sampel tanah ± 8 gram dan buat gulungan tanah diatas pelat kaca sampai mencapai batanga-batangan dengan diameter 3 mm. Sampel tanah yang tepat pada diameter 3 mm dan mulai menunjukkan retak-retak maka tanah dalam keadaan plastis. Kemudian ambil sampel tanah untuk diuji kadar airnya.
3. Sedangkan jika sampel tanah belum mencapai diameter 3 mm sudah mulai menunjukkan retak-retak maka tanah tersebut terlalu kering dan percobaan harus diulang dengan menambahkan kadar airnya.
4. Apabila ukuran sampel tanah sudah mencapai diameter 3 mm tetapi belum menunjukkan keretakan maka tanah tersebut terlalu jenuh dan perlu dikeringkan kembali pada cawan pencampur.

6. Hidrometer

Pada penelitian ini menggunakan standard ASTM : D-421-58 yang bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir tanah berbutir halus yang lolos ayakan no. 10.

Prosedur pelaksanaan:

- a. Timbang contoh tanah kering seberat ± 50 gram. Campurkan tanah tersebut dengan 100 ml air suling yang dicampur dengan 5 gr calon / water glass ke dalam mangkok yang berisi tanah tersebut selama 24 jam.
- b. Pindahkan campuran tersebut dalam gelas ukur dan kocok berulang-ulang sampai merata serta menambah air suling sampai mencapai 1000 ml.
- c. Kemudian menutup gelas ukur dengan tangan ,dan mengocok kembali gelas ukur berulang-ulang,setelah itu diamkan ± 30 detik dan masukkan hidrometer ke dalam suspensi dan siapkan *stopwatch*.
- d. Lakukan pembacaan hidrometer pada waktu 1/4, 1/2, 1, dan 2 menit tanpa memindahkan hidrometer.kemudian mengocok suspensi kembali dan melakukan pembacaan kembali seperti di atas,pembacaan tersebut diulangi smpai 4 kali sampai didapat pembacaan yang sama.
- e. Setelah pembacaan 2 menit selesai,kemudian memindahkan hidrometer kedalam tabung yang berisi air suling yang telah dipersiapkan. Mengocok kembali suspensi tersebut, kemudian menghentikan tesnya, jangan melakukan pembacaan pada 2 menit pertama.Untuk pembacaan ini dan selanjutnya, memasukkan hidrometer tepat sebelum dimulai. Setelah setiap pembacaan selesai, keringkan tangkai hidrometer.
- f. Lakukan pembacaan hidrometer pada *elepased time* 2, 5, 15, 30 menit dan seterusnya, waktu pembacaan berikutnya

- ± 2 kali dari waktu pembacaan sebelumnya. Mencatat setiap perubahan temperatur pada suspensi, lalu memindahkan hidrometer dari suspensi dan meletakkan dalam tabung yang berisi air suling.
- g.** Catatlah temperatur dan pembacaan hidrometer dalam tabung air suling setiap 20 atau 30 menit .
 - h.** Usahakan bagian atas tabung ditutup untuk menghindari penguapan dan menghindari pemasukan debu-debu dari udara, dan yang lainnya.
 - i.** Lakukan pembacaan sampai pembacaan hidrometer mendekati 1, yaitu sekitar 1.001, atau sampai pembacaan yang diinginkan (± 24 jam).
 - j.** Setelah pembacaan akhir, kemudian menuang suspensi ke dalam disk yang besar/ talam air agar tanah tidak menghilang.
 - k.** Keringkan suspensi dengan oven, kemudian mendinginkannya kedalam desikator dan menimbang dengan ketelitian 0,01 gram.

B. Sifat Mekanis Tanah

1. Kuat Geser Langsung

Prosedur Pelaksanaan:

- b.** Siapkan benda uji tanah asli sebanyak 3 buah.
- c.** Timbang sample dengan ketelitian 0,1 gr.
- d.** Setel bak geser dimana plat bawah diletakkan pada permukaan dasar bak perendam kemudian baut pengunci di kencangkan, setelah itu memasang plat geser atas kemudian pasang plat pen sehingga plat atas dan plat bawah simetris. Kemudian masukkan plat alas batu pori setelah itu meletakkan sample tanah kemudian himpit dengan batu pori dan penekan contoh.

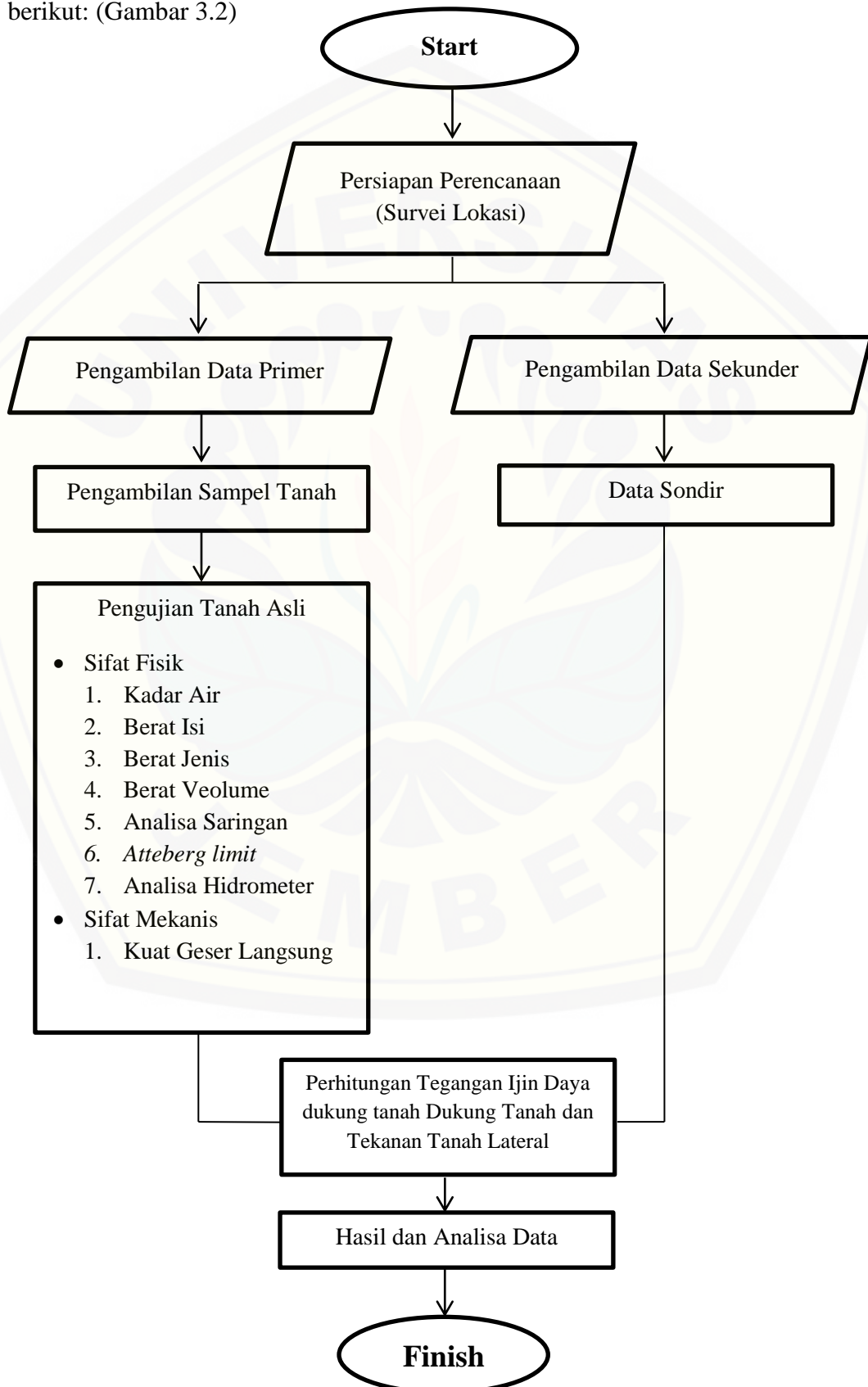
- e. Pasang instalasi muatan dan palang kecil akan berhubungan dengan lengan keseimbangan kemudian atur stelan handelnya.
- f. Pasang dial penggeser dan proving ring.
- g. Atur semua posisi jarum pada angka 0.
- h. Isi bak perendam dengan air sesuai dengan kebutuhan.
- i. Pasang beban pertama kemudian catat.
- j. Setelah selesai, buka sample tanah yang sudah di uji lalu timbang beratnya.
- k. Lakukan pengujian ke-2 dan ke-3 sesuai dengan prosedur diatas.

3.3. Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh dari hasil analisa data yang diperoleh dari pengujian di laboratorium untuk mengetahui jenis parameter-parameter sebagai penunjang kebutuhan *abutment* jembatan, mengetahui nilai daya dukung tanah dan nilai tekanan tanah lateral aktif.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Proses kegiatan pengujian tersebut dapat dijelaskan dalam Diagram Alir Metode Penelitian yang masing-masing tahapan memiliki urutan kerja sebagai berikut: (Gambar 3.2)



3.5 Schedule penelitian

Tabel 3.1 Jadwal Penyusunan Tugas Akhir

No	Kegiatan	Minggu Ke-									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Survei Lokasi	■									
2	Pengambilan Sampel		■								
3	Penyusunan proposal			■	■						
4	Seminar Proposal					■					
5	Pengujian laboratorium						■	■			
6	Analisa data							■	■		
7	Seminar hasil									■	
8	Sidang										■

BAB V. PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

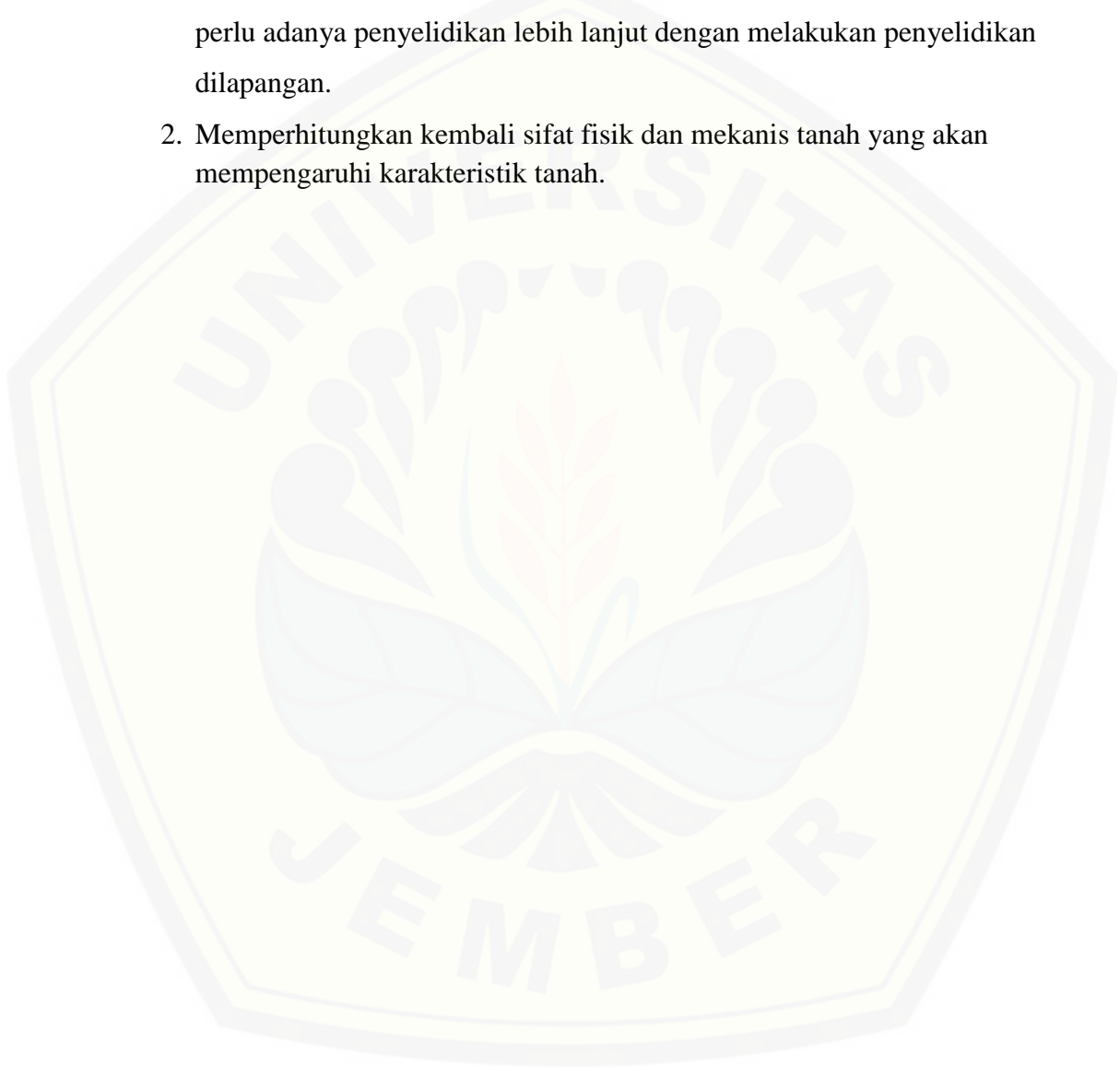
Dari hasil penyelidikan tanah yang terkait dengan Proyek Pembangunan Jembatan Daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan klasifikasi tanah USCS, tanah di Proyek Pembangunan Jembatan daerah Kalidilem Randuagung Kabupaten Lumajang termasuk kategori SM atau pasir bercampur lanau.
2. Parameter-parameter yang digunakan untuk kebutuhan *abutment* jembatan yaitu parameter kuat geser tanah berupa sudut geser dan kohesi di titik 1A sebesar $15,6954^\circ$ dan 20,5688 kPa, di titik 1B sebesar $22,8554^\circ$ dan 16,5693 kPa, di titik 2A sebesar $19,3538^\circ$ dan 11,4271 kPa, di titik 2B sebesar $24,5426^\circ$ dan 11,4271 kPa.
3. Nilai daya dukung ijin tanah berdasarkan hasil sondir yaitu sebesar 87,38 ton. Sedangkan nilai daya dukung ijin tanah berdasarkan hasil laboratorium di titik pertama sebesar 30,1282 ton, di titik kedua sebesar 31,6237 ton. Untuk nilai tekanan tanah aktif total pada titik pertama sebesar 157,599 kN/m dan resultan gaya sebesar 2,386 m, sedangkan nilai tekanan tanah aktif total pada titik kedua sebesar 136,105 kN/m dan resultan gaya sebesar 2,346 m. Tujuan dari tekanan tanah lateral aktif ini untuk mengetahui stabilitas geser dan guling dari dinding penahan.

5.2. SARAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentu masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, perlu adanya hal-hal sebagai berikut:

1. Dalam perhitungan daya dukung tanah untuk mendirikan suatu struktur, perlu adanya penyelidikan lebih lanjut dengan melakukan penyelidikan dilapangan.
2. Memperhitungkan kembali sifat fisik dan mekanis tanah yang akan mempengaruhi karakteristik tanah.



DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Darwis, H. 2018. *Dasar-dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Pena Indis
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*,
Jilid I. Terjemahan oleh Mochtar. 1995. Jakarta: Erlangga
- Craig, R, F. 1986. *Mekanika Tanah Edisi Empat*. Terjemahan Budi Susilo S.
1989. Jakarta: Erlangga
- Dharmayasa, I Gusti Ngurah Putu. 2014. *Analisis Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lunak Di Daerah Dengan Muka Air Tanah Dangkal (Studi Kasus Pada Daerah Suwung Kauh)*. Paduraksa, Volume 3 Nomor 2, ISSN: 2302-2693.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: UGM Press
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2008. *SNI 2813:2008 Cara Uji Kuat Geser Langsung Tanah Terkonsolidasi dan Terdrainase*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2008. *SNI 3423:2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2008. *SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2008. *SNI 1964:2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. *SNI 2812:2011 Cara Uji Konsolidasi Tanah Satu Dimensi*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2008. *SNI 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2008. *SNI 1965:2008 Cara Uji Kadar Air untuk Tanah dan Batuan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta: Balitbang PU.

- Kementrian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 03-3424-1994 Metode Pengujian Analisis Ukuran Butir Tanah dengan Alat Hidrometer*. Jakarta: Balitbang PU.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2016. *SNI 03-3637-1994 Metode Pengujian Berat Isi Tanah berbutir Halus Dengan Cetakan Benda Uji*. Jakarta: Balitbang PU.
- Mahendra, Andy. 2014. *Kajian Daya Dukung Pondasi Abutment Jembatan Bawas Kabupaten Kubu Raya*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Tanjung Pura volume 1.
- Munirwansyah. 2017. *Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah-I*. Banda Aceh: Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- Nova. 1994. *Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Bandung: BABMN 2007
- Prayogo, Kukuh, Hasriyasti dan Saptowati. 2016. *Penyelidikan Struktur dan Karakteristik Tanah untuk Desain Pondasi*. Jurnal Perangkat Nuklir volume 10.
- Virman. 2013. *Analisa Data Geolistrik Dan Data Uji Tanah Untuk Menentukan Struktur Bawah Tanah Daerah Skyland Distrik Abepura Papua*. Jurnal Fisika Program Studi Fisika FKIP Uncen volume 3.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Pengujian Analisa Gradasi Tiap Lokasi

1. Titik 1A

Pengujian Analisa Saringan

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.	19	604	604	0	0,00	0,0	100,0
1/2"	12,700	587	587	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	572	573	1	0,25	0,3	99,8
4	4,750	480	490,48	10,48	2,62	2,9	97,1
8	2,360	438	505,54	67,54	16,89	19,8	80,2
10	2,000	412	446,27	34,27	8,57	28,3	71,7
16	1,130	426	486,86	60,86	15,22	43,5	56,5
30	0,600	421	446,69	25,69	6,42	50,0	50,0
40	0,425	404	420,99	16,99	4,25	54,2	45,8
50	0,300	284	301,47	17,47	4,37	58,6	41
100	0,150	398	420,03	22,03	5,51	64,1	35,9
200	0,075	325	342,41	17,41	4,35	68,4	31,6
pan		454	580,26	126,26	31,57	100,0	0
S U M				400	100,00		

Pengujian Hidrometer

DATE	TIME	ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COFFICIENT	Lt	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
		(t)	(t)										
16-Okt-18		0,5	30	27	3	2,9949	1	8,7950	0,2932	0,0133	0,0072	9,947368	0,994737
16-Okt-18		1	60	27	3	2,9949	1	8,7950	0,1466	0,0133	0,0051	9,947368	0,994737
16-Okt-18		2	120	27	2,75	2,7453	1	8,5450	0,0712	0,0133	0,0035	9,118421	0,911842
16-Okt-18		5	300	27	2,75	2,7453	1	8,5450	0,0285	0,0133	0,0022	9,118421	0,911842
16-Okt-18		10	600	27	2,5	2,4958	1	8,2950	0,0138	0,0133	0,0016	8,289474	0,828947
16-Okt-18		15	900	27	2,25	2,2462	1	8,0450	0,0089	0,0133	0,0013	7,460526	0,746053
16-Okt-18		30	1800	27	2,25	2,2462	1	8,0450	0,0045	0,0133	0,0009	7,460526	0,746053
16-Okt-18		1	3600	27	2	1,9966	1	7,7950	0,0022	0,0133	0,0006	6,631579	0,663158
16-Okt-18		2	7200	27	1,75	1,7470	1	7,5450	0,0010	0,0133	0,0004	5,802632	0,580263
16-Okt-18		4	14400	27	1,5	1,4975	1	7,2950	0,0005	0,0133	0,0003	4,973684	0,497368
16-Okt-18		8	28800	27	1,25	1,2479	1	7,0450	0,0002	0,0133	0,0002	4,144737	0,414474
16-Okt-18		24	86400	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0001	0,0133	0,0001	3,315789	0,331579

2. Titik 1B

Pengujian Analisa Saringan

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4	19	604	604	0	0,00	0,0	100,0
1/2"	12,700	587	587	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	572	573	1	0,25	0,3	99,8
4	4,750	480	480	0	0,00	0,3	99,8
8	2,360	438	495	57	14,25	14,5	85,5
10	2,000	412	462	50	12,50	27,0	73,0
16	1,130	426	477	51	12,75	39,8	60,3
30	0,600	421	458,25	37,25	9,31	49,1	50,9
40	0,425	404	425	21	5,25	54,3	45,7
50	0,300	284	304,5	20,5	5,13	59,4	41
100	0,150	398	433,5	35,5	8,88	68,3	31,7
200	0,075	325	347,5	22,5	5,63	73,9	26,1
pan		454	558,25	104,25	26,06	100,0	0
S U M				400	100,00		

Pengujian Hidrometer

DATE	TIME	LAPSED TIM		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
		(t)	(t)										
16-Okt-18		0,5	30	27	5	4,9915	1	10,7950	0,3598	0,0133	0,0080	16,57895	1,657895
16-Okt-18		1	60	27	5	4,9915	1	10,7950	0,1799	0,0133	0,0056	16,57895	1,657895
16-Okt-18		2	120	27	4,75	4,7419	1	10,5450	0,0879	0,0133	0,0039	15,75	1,575
16-Okt-18		5	300	27	4,5	4,4924	1	10,2950	0,0343	0,0133	0,0025	14,92105	1,492105
16-Okt-18		10	600	27	4,25	4,2428	1	10,0450	0,0167	0,0133	0,0017	14,09211	1,409211
16-Okt-18		15	900	27	4	3,9932	1	9,7950	0,0109	0,0133	0,0014	13,26316	1,326316
16-Okt-18		30	1800	27	3,5	3,4941	1	9,2950	0,0052	0,0133	0,0010	11,60526	1,160526
16-Okt-18		1	3600	27	3,25	3,2445	1	9,0450	0,0025	0,0133	0,0007	10,77632	1,077632
16-Okt-18		2	7200	27	2,5	2,4958	1	8,2950	0,0012	0,0133	0,0005	8,289474	0,828947
16-Okt-18		4	14400	27	2	1,9966	1	7,7950	0,0005	0,0133	0,0003	6,631579	0,663158
16-Okt-18		8	28800	27	1,75	1,7470	1	7,5450	0,0003	0,0133	0,0002	5,802632	0,580263
16-Okt-18		24	86400	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0001	0,0133	0,0001	3,315789	0,331579

3. Titik 2A

Pengujian Analisa Saringan

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		604	604	0	0,00	0,0	100,0
1/2"	12,700	587	587	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	572	573	1	0,25	0,3	99,8
4	4,750	480	492,54	12,54	3,14	3,4	96,6
8	2,360	438	502,1	64,1	16,03	19,4	80,6
10	2,000	412	438,19	26,19	6,55	26,0	74,0
16	1,130	426	483,02	57,02	14,26	40,2	59,8
30	0,600	421	480,87	59,87	14,97	55,2	44,8
40	0,425	404	432,01	28,01	7,00	62,2	37,8
50	0,300	284	314,14	30,14	7,54	69,7	30
100	0,150	398	426,17	28,17	7,04	76,8	23,2
200	0,075	325	349,36	24,36	6,09	82,9	17,2
pan		454	522,60	68,6	17,15	100,0	0
S U M				400	100,00		

Pengujian Hidrometer

DATE	TIME	ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L COEFFICIENT	Lt	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
		(i)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
16-Okt-18		0,5	30	27	5	4,9915	1	10,7950	0,3598	0,0133	0,0080	16,57895	1,657895
16-Okt-18		1	60	27	4,75	4,7419	1	10,5450	0,1757	0,0133	0,0056	15,75	1,575
16-Okt-18		2	120	27	4,5	4,4924	1	10,2950	0,0858	0,0133	0,0039	14,92105	1,492105
16-Okt-18		5	300	27	4	3,9932	1	9,7950	0,0326	0,0133	0,0024	13,26316	1,326316
16-Okt-18		10	600	27	3,5	3,4941	1	9,2950	0,0155	0,0133	0,0017	11,60526	1,160526
16-Okt-18		15	900	27	3,25	3,2445	1	9,0450	0,0100	0,0133	0,0013	10,77632	1,077632
16-Okt-18		30	1800	27	3	2,9949	1	8,7950	0,0049	0,0133	0,0009	9,947368	0,994737
16-Okt-18		1	3600	27	2,5	2,4958	1	8,2950	0,0023	0,0133	0,0006	8,289474	0,828947
16-Okt-18		2	7200	27	2	1,9966	1	7,7950	0,0011	0,0133	0,0004	6,631579	0,663158
16-Okt-18		4	14400	27	2	1,9966	1	7,7950	0,0005	0,0133	0,0003	6,631579	0,663158
16-Okt-18		8	28800	27	2	1,9966	1	7,7950	0,0003	0,0133	0,0002	6,631579	0,663158
16-Okt-18		24	86400	27	2	1,9966	1	7,7950	0,0001	0,0133	0,0001	6,631579	0,663158

4. Titik 2B
Pengujian Analisa Saringan

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		604	604	0	0,00	0,0	100,0
1/2"	12,700	587	587	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	572	572	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	493,28	13,28	2,95	3,0	97,0
8	2,360	438	502,01	64,01	14,22	17,2	82,8
10	2,000	412	436,57	24,57	5,46	22,6	77,4
16	1,130	426	485,79	59,79	13,29	35,9	64,1
30	0,600	421	482,73	61,73	13,72	49,6	50,4
40	0,425	404	433,44	29,44	6,54	56,2	43,8
50	0,300	284	307,04	23,04	5,12	61,3	39
100	0,150	398	426,76	28,76	6,39	67,7	32,3
200	0,075	325	350,74	25,74	5,72	73,4	26,6
pan		454	573,64	119,64	26,59	100,0	0
S U M				450	100,00		

Pengujian Hidrometer

DATE	TIME	ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
		(t)	(t)										
16-Okt-18		05	30	27	3	2,9949	1	8,7950	0,2932	0,0133	0,0072	9,947368	0,994737
16-Okt-18		1	60	27	2,75	2,7453	1	8,5450	0,1424	0,0133	0,0050	9,118421	0,911842
16-Okt-18		2	120	27	2,5	2,4958	1	8,2950	0,0691	0,0133	0,0035	8,289474	0,828947
16-Okt-18		5	300	27	2	1,9966	1	7,7950	0,0260	0,0133	0,0021	6,631579	0,663158
16-Okt-18		10	600	27	1,75	1,7470	1	7,5450	0,0126	0,0133	0,0015	5,802632	0,580263
16-Okt-18		15	900	27	1,5	1,4975	1	7,2950	0,0081	0,0133	0,0012	4,973684	0,497368
16-Okt-18		30	1800	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0038	0,0133	0,0008	3,315789	0,331579
16-Okt-18		1	3600	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0019	0,0133	0,0006	3,315789	0,331579
16-Okt-18		2	7200	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0009	0,0133	0,0004	3,315789	0,331579
16-Okt-18		4	14400	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0005	0,0133	0,0003	3,315789	0,331579
16-Okt-18		8	28800	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0002	0,0133	0,0002	3,315789	0,331579
16-Okt-18		24	86400	27	1	0,9983	1	6,7950	0,0001	0,0133	0,0001	3,315789	0,331579

LAMPIRAN 2. Pengujian Indeks Propertis Tanah Tiap Lokasi

1. Titik 1A

- Kadar Air

Kedalaman	satuan	3	3	3
Nomor Cawan		1	2	3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	33,45	56,84	40,56
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	27,73	45,94	33,11
Berat Air	gr	5,72	10,90	7,45
Berat Cawan	gr	8,83	8,82	8,62
Berat Kering	gr	18,90	37,12	24,49
Kadar Air	%	30,26	29,36	30,42
Rata-Rata	%	30,02		

- Berat Isi

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	3	54,18	155,61	101,43	64,3072	1,58	1,51
2		54,18	146,76	92,58	64,3072	1,44	
4		54,18	150,67	96,49	64,3072	1,50	

- Berat Jenis

No Contoh	1	2	3
No picnometer			
Berat Picnometer (W1) gr	63,83	54,43	55,49
Berat Picnometer +tanah (W2)	93	86	83
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	29,17	31,57	27,51
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	176,77	174,34	179,78
Berat Picnometer+air (W4)	160,04	156,27	164,02
Berat Picnometer +air (W4') gr	159,62	155,86	163,59
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Spesific Grafity (w2-W1)	2,43	2,41	2,43
Rata-rata spesific Grafity	2,42		

2. Titik 1B

- Kadar Air

Kedalaman	satuan	3	3	3
Nomor Cawan		4	5	6
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	36,87	36,52	35,12
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	29,43	30,89	29,54
Berat Air	gr	7,44	5,63	5,58
Berat Cawan	gr	8,62	8,57	8,89
Berat Kering	gr	20,81	22,32	20,65
Kadar Air	%	35,75	25,22	27,02
Rata-Rata	%	29,33		

- Berat Isi

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	6	54,18	152,41	98,23	64,3072	1,53	1,49
2		54,18	146,41	92,23	64,3072	1,43	
4		54,18	150,67	96,49	64,3072	1,50	

- Berat Jenis

No Contoh	1	2	3
No picnometer			
Berat Picnometer (W1) gr	63,9	54,48	59,3
Berat Picnometer +tanah (W2)	95,11	85,13	87,55
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	31,21	30,65	28,25
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	178	174,11	176,21
Berat Picnometer+air (W4)	159,89	156,36	159,86
Berat Picnometer +air (W4') gr	159,52	156,00	159,49
Faktor Koreksi	0,9977	0,9977	0,9977
Suhu (C)	29	29	29
Spesific Grafity (w2-W1)	2,45	2,44	2,45
Rata-rata spesific Grafity	2,45		

3. Titik 2A

- Kadar Air

Kedalaman	satuan	3	3	3
Nomor Cawan		10	11	12
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	35,94	34,24	40,52
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	30,65	29,83	34,16
Berat Air	gr	5,29	4,41	6,36
Berat Cawan	gr	8,87	8,74	8,72
Berat Kering	gr	21,78	21,09	25,44
Kadar Air	%	24,29	20,91	25,00
Rata-Rata	%	23,40		

- Berat Isi

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	3	54,18	142,8	88,62	64,3072	1,38	1,35
2		54,18	139,55	85,37	64,3072	1,33	
4		54,18	140,44	86,26	64,3072	1,34	

- Berat Jenis

No Contoh	1	2	3
No picnometer			
Berat Picnometer (W1) gr	43,19	45,14	43,72
Berat Picnometer +tanah (W2)	75,12	74,09	74,19
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	31,93	28,95	30,47
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	158,23	159,12	159,98
Berat Picnometer+air (W4)	139,9	142,47	142,47
Berat Picnometer +air (W4') gr	139,54	142,10	142,10
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Spesific Grafity (w2-W1)	2,41	2,43	2,42
Rata-rata spesific Grafity	2,42		

4. Titik 2B

- Kadar Air

Kedalaman	satuan	3	3	3
Nomor Cawan		7	8	9
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	38,32	40,77	40,12
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	31,38	33,74	32,86
Berat Air	gr	6,94	7,03	7,26
Berat Cawan	gr	8,82	8,93	8,64
Berat Kering	gr	22,56	24,81	24,22
Kadar Air	%	30,76	28,34	29,98
Rata-Rata	%	29,69		

- Berat Isi

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	6	54,18	146,37	92,19	64,3072	1,43	1,44
2		54,18	147,01	92,83	64,3072	1,44	
4		54,18	147,61	93,43	64,3072	1,45	

- Berat Jenis

No Contoh	1	2	3
No picnometer			
Berat Picnometer (W1) gr	43,15	45,12	43,69
Berat Picnometer +tanah (W2)	71,64	72,72	69,92
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	28,49	27,6	26,23
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	156,28	158,43	158,28
Berat Picnometer+air (W4)	139,88	142,47	143,17
Berat Picnometer +air (W4') gr	139,52	142,10	142,80
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	28	28	28
Spesific Grafity (w2-W1)	2,43	2,45	2,44
Rata-rata spesific Grafity	2,44		

LAMPIRAN 3. Batas Konsistensi Tanah

1. Titik 1A

• Batas Cair

Kedalaman		3	3	3	3	3	3
No. Contoh		1	2	3	4	5	6
Jumlah Pukulan		45	40	30	24	20	15
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	25,66	26,1	25,54	19,71	23,98	25,63
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	21,34	21,54	20,97	16,52	19,65	20,67
Berat Air	gr	4,32	4,56	4,57	3,19	4,33	4,96
Berat Cawan	gr	8,66	8,59	8,72	8,28	8,73	8,91
Berat Kering	gr	12,68	12,95	12,25	8,24	10,92	11,76
Kadar Air	%	34,07	35,21	37,31	38,71	39,65	42,18

• Batas Plastis

Kedalaman		3	3
No. Contoh		7	8
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	12,48	11,32
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	11,65	10,522
Berat Air	gr	0,83	0,798
Berat Cawan	gr	8,72	7,96
Berat Kering	gr	2,93	2,56
Kadar Air	%	28,33	31,15
Rata-Rata	%	29,74	

SAMPLE

0%

BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	45	34,07	7	28,33
2	40	35,21		
3	30	37,31		
4	24	38,71	8	31,15
5	20	39,65		
6	15	42,18		
		37,86	RATA-RATA	29,74
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
38,59		29,74		8,85

2. Titik 1B

• Batas Cair

Kedalaman		6	6	6	6	6	6
No. Contoh		1	2	3	4	5	6
Jumlah Pukulan		47	38	30	23	19	15
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	25,75	25,89	24,02	25,89	27,49	26,95
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	21,96	21,86	20,12	21,28	22,25	21,78
Berat Air	gr	3,79	4,03	3,9	4,61	5,24	5,17
Berat Cawan	gr	8,76	8,96	8,78	8,75	8,71	8,87
Berat Kering	gr	13,2	12,9	11,34	12,53	13,54	12,91
Kadar Air	%	28,71	31,24	34,39	36,79	38,70	40,05

• Batas Plastis

Kedalaman		6	6
No. Contoh		7	8
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	10,88	10,59
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,44	10,19
Berat Air	gr	0,44	0,4
Berat Cawan	gr	8,86	8,81
Berat Kering	gr	1,58	1,38
Kadar Air	%	27,85	28,99
Rata-Rata	%	28,42	

SAMPLE

0%

BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	47	28,71	7	27,85
2	38	31,24		
3	30	34,39		
4	23	36,79	8	28,99
5	19	38,70		
6	15	40,05		
		34,98	RATA-RATA	28,42
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
35,97		28,42		7,55

3. Titik 2A

• Batas Cair

Kedalaman		3	3	3	3	3	3
No. Contoh		1	2	3	4	5	6
Jumlah Pukulan		45	35	30	24	21	18
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	23,37	23,64	23,03	23,61	23,65	23,47
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	20,45	20,34	19,61	19,88	19,79	19,61
Berat Air	gr	2,92	3,3	3,42	3,73	3,86	3,86
Berat Cawan	gr	8,9	8,85	8,66	8,69	8,9	8,97
Berat Kering	gr	11,55	11,49	10,95	11,19	10,89	10,64
Kadar Air	%	25,28	28,72	31,23	33,33	35,45	36,28

• Batas Plastis

Kedalaman		3	3
No. Contoh		7	8
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	10,5	11,5
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,02	10,96
Berat Air	gr	0,48	0,54
Berat Cawan	gr	8,05	8,85
Berat Kering	gr	1,97	2,11
Kadar Air	%	24,37	25,59
Rata-Rata	%	24,98	

SAMPLE

0%

BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	45	25,28	7	24,37
2	35	28,72		
3	30	31,23		
4	24	33,33	8	25,59
5	21	35,45		
6	18	36,28		
		31,72	RATA-RATA	24,98
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
33,04		24,98		8,06

4. Titik 2B

- Batas Cair

Kedalaman		6	6	6	6	6	6
No. Contoh		1	2	3	4	5	6
Jumlah Pukulan		47	43	35	23	20	18
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	24,84	24,61	24,94	24,63	24,89	25,18
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	21,14	20,76	20,67	20,42	20,37	20,44
Berat Air	gr	3,7	3,85	4,27	4,21	4,52	4,74
Berat Cawan	gr	8,75	8,93	8,79	8,91	8,76	8,66
Berat Kering	gr	12,39	11,83	11,88	11,51	11,61	11,78
Kadar Air	%	29,86	32,54	35,94	36,58	38,93	40,24

- Batas Plastis

Kedalaman		6	6
No. Contoh		7	8
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	11,61	11,72
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,99	11,08
Berat Air	gr	0,62	0,64
Berat Cawan	gr	8,98	8,85
Berat Kering	gr	2,01	2,23
Kadar Air	%	30,85	28,70
Rata-Rata	%	29,77	

SAMPLE

0%

BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	47	29,86	7	30,85
2	43	32,54		
3	35	35,94		
4	23	36,58	8	28,70
5	20	38,93		
6	18	40,24		
		35,68	RATA-RATA	29,77
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
37,12		29,77		7,35

LAMPIRAN 4. Pengujian Kuat Geser Langsung

1. Titik 1A

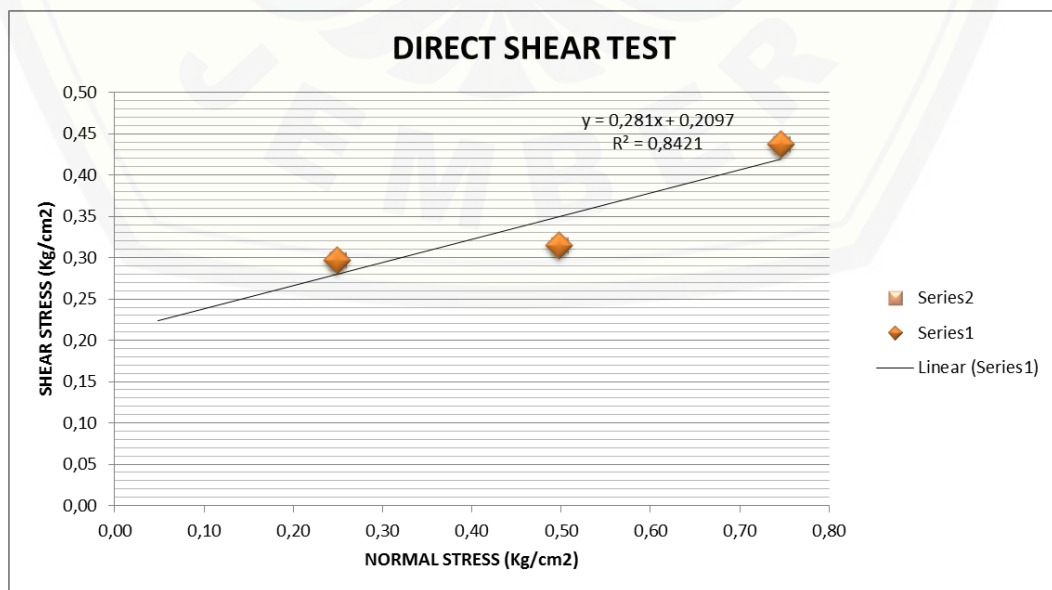
Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	7	1	51	10	3	51	9	3	30
30	15	10	137	16	11	176	17	5	131
45	17	40	248	18	19	305	21	7	261
60	16	75	457	18	18	421	25	11	339
75							22	21	461
90									
105									
120									
135									
150									
165									
180									
195									
210									
225									
240									
255									
270									
285									

Tegangan Geser Maksimum

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kalibrasi}}{A}$$

Tegangan Normal

$$\sigma = N/A$$



2. Titik 1B

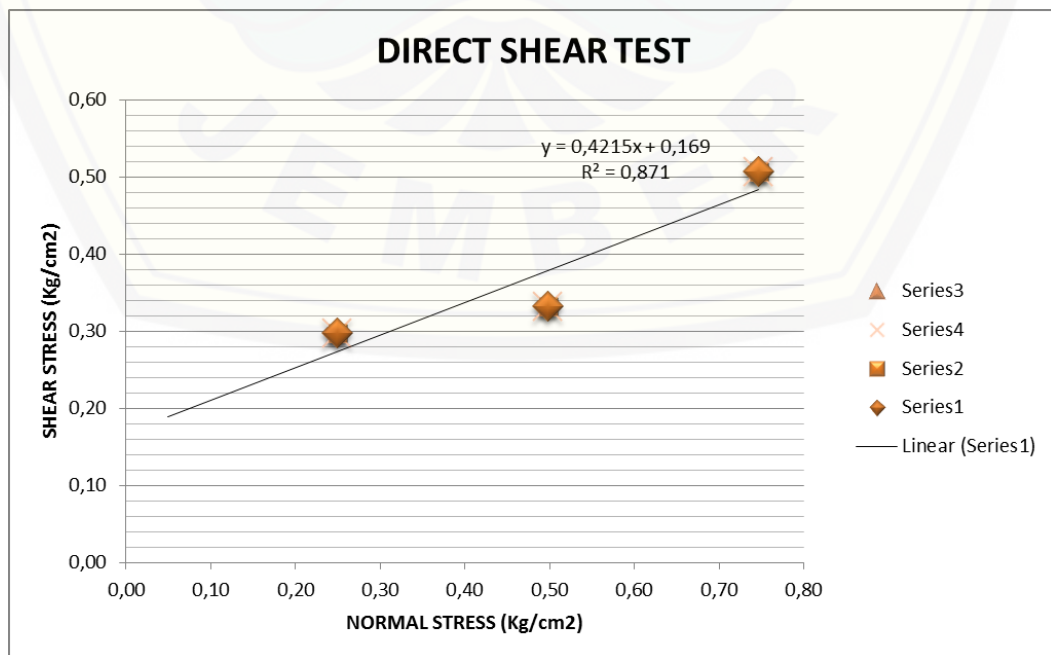
Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	8	1	74	10	3	81	5	7	91
30	15	15	176	16	7	186	22	9	187
45	16	37	281	18	28	302	23	11	305
60	17	59	486	19	39	531	29	19	439
75	16	69	700	18	45	765	28	26	667
90									
105									
120									
135									
150									
165									
180									
195									
210									
225									
240									
255									
270									
285									

Tegangan Geser Maksimum

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kalibrasi}}{A}$$

Tegangan Normal

$$\sigma = N/A$$



3. Titik 2A

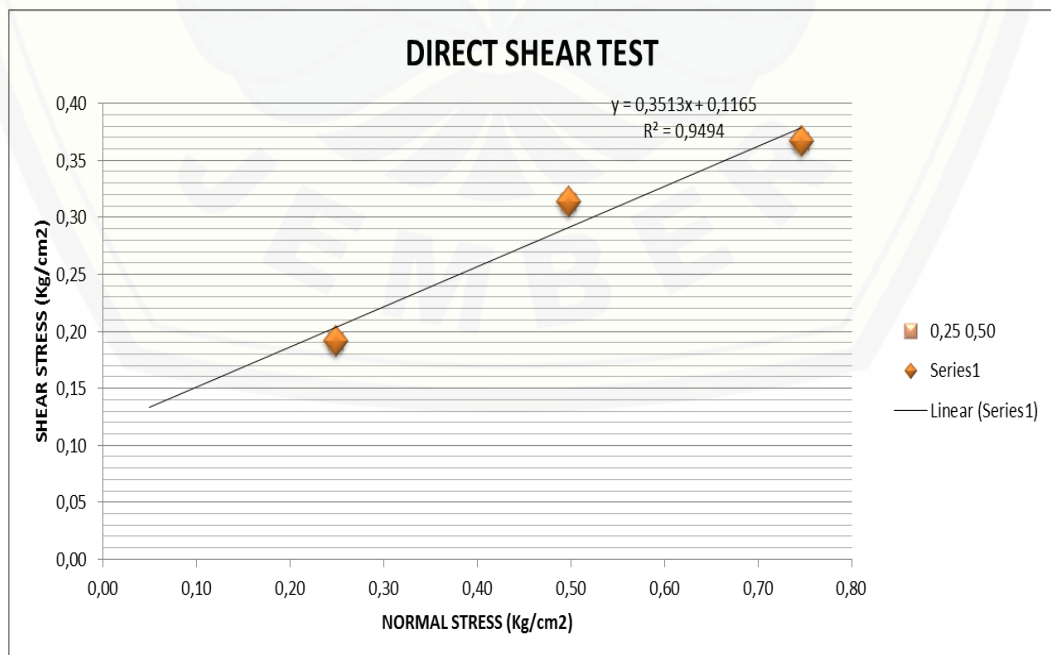
Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	6	1	97	9	2	101	10	2	78
30	8	13	222	14	10	256	15	6	197
45	11	21	347	16	12	410	18	10	310
60	10	31	498	18	20	561	21	11	457
75				17	30	678	20	20	591
90									
105									
120									
135									
150									
165									
180									
195									
210									
225									
240									
255									
270									
285									

Tegangan Geser Maksimum

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kaliibrasi}}{A}$$

Tegangan Normal

$$\sigma = N/A$$



4. Titik 2B

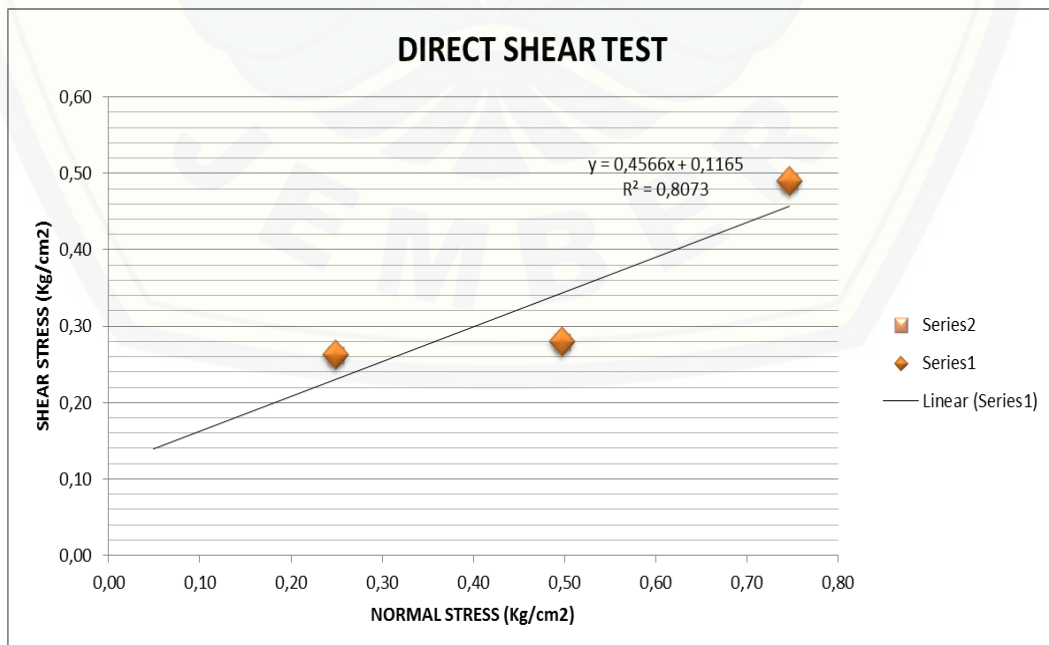
Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	5	1	5	8	1	49	15	3	78
30	13	25	201	16	5	148	20	10	201
45	14	40	330	14	10	25	26	20	224
60	15	330	461	15	38	397	28	25	476
75	14	461	679	14	55	501	27	40	681
90									
105									
120									
135									
150									
165									
180									
195									
210									
225									
240									
255									
270									
285									

Tegangan Geser Maksimum

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kaliibrasi}}{A}$$

Tegangan Normal

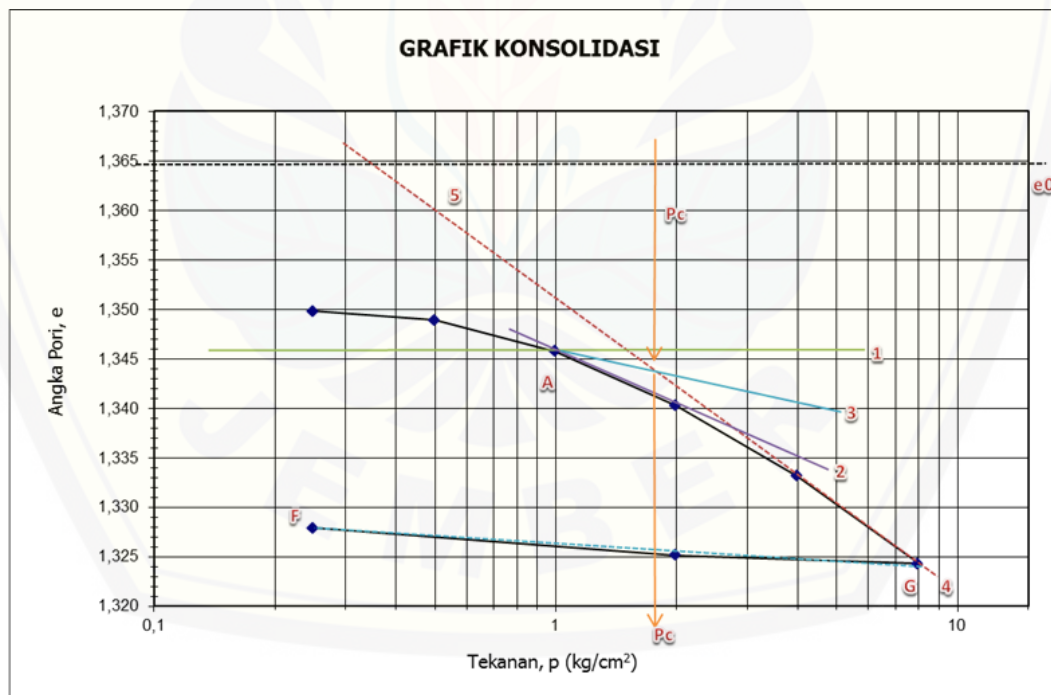
$$\sigma = N/A$$



LAMPIRAN 5. Pengujian Konsolidasi

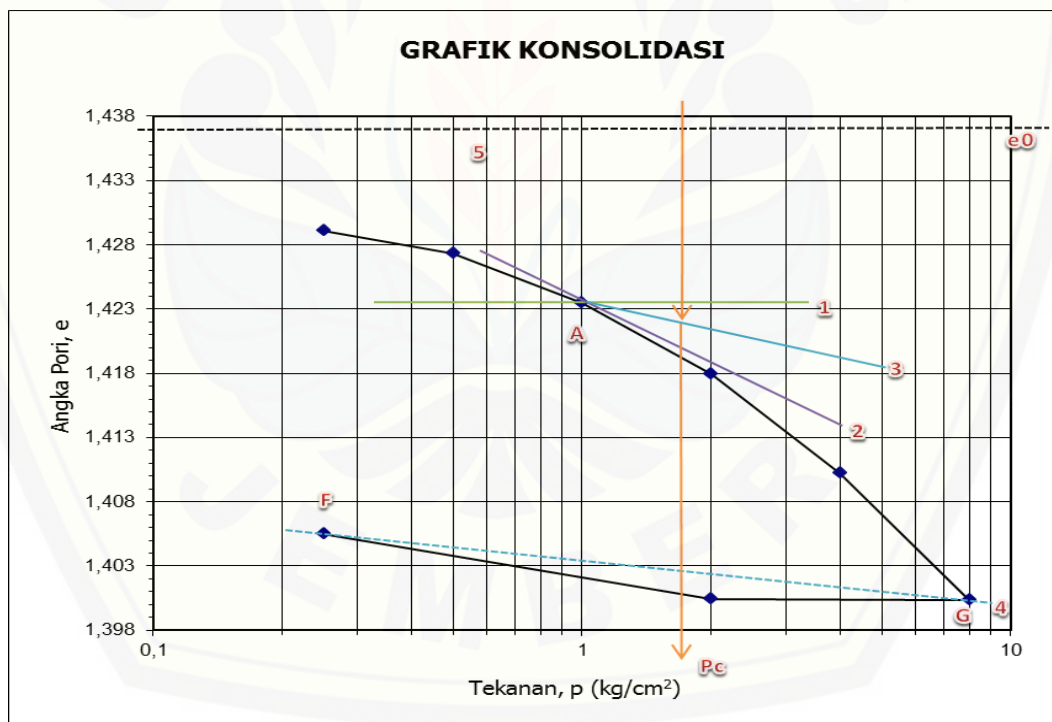
1. Titik 1A

Tekanan (Kg/cm^2)	Angka Pori (e)	Koefisien Konsolidasi (C_v)	M_v (Kg.cm^2)
0,25	1,3498	0,2989	0,1500
0,5	1,3489	0,4551	0,0128
1	1,3457	0,2464	0,0217
2	1,3402	0,4881	0,0227
4	1,3331	0,2808	0,0189
8	1,3243	0,2102	0,1500
2	1,3251		
0,25	1,3279		



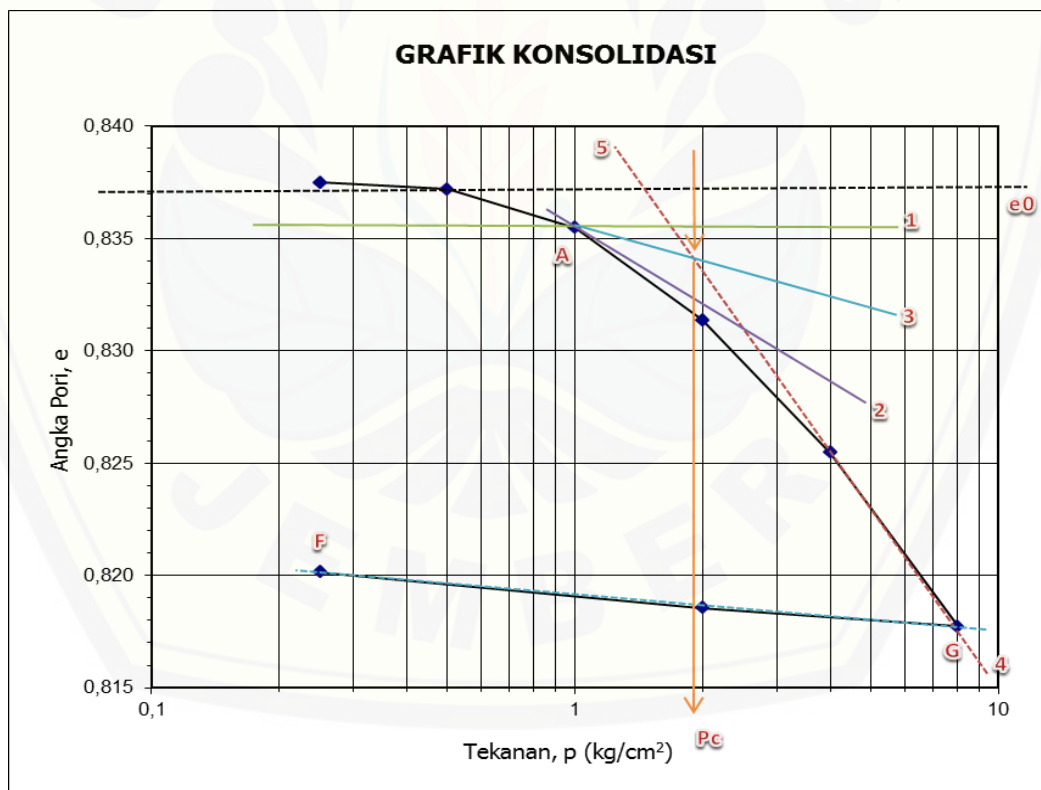
2. Titik 1B

Tekanan (Kg/cm^2)	Angka Pori (e)	Koefisien Konsolidasi (C_v)	M_v (Kg.cm^2)
0,25	1,4291	0,8722	0,0708
0,5	1,4273	0,8364	0,0185
1	1,4235	0,6889	0,0258
2	1,4179	0,6599	0,0248
4	1,4102	0,8655	0,0205
8	1,4004	0,3899	0,0122
2	1,4004		
0,25	1,4055		



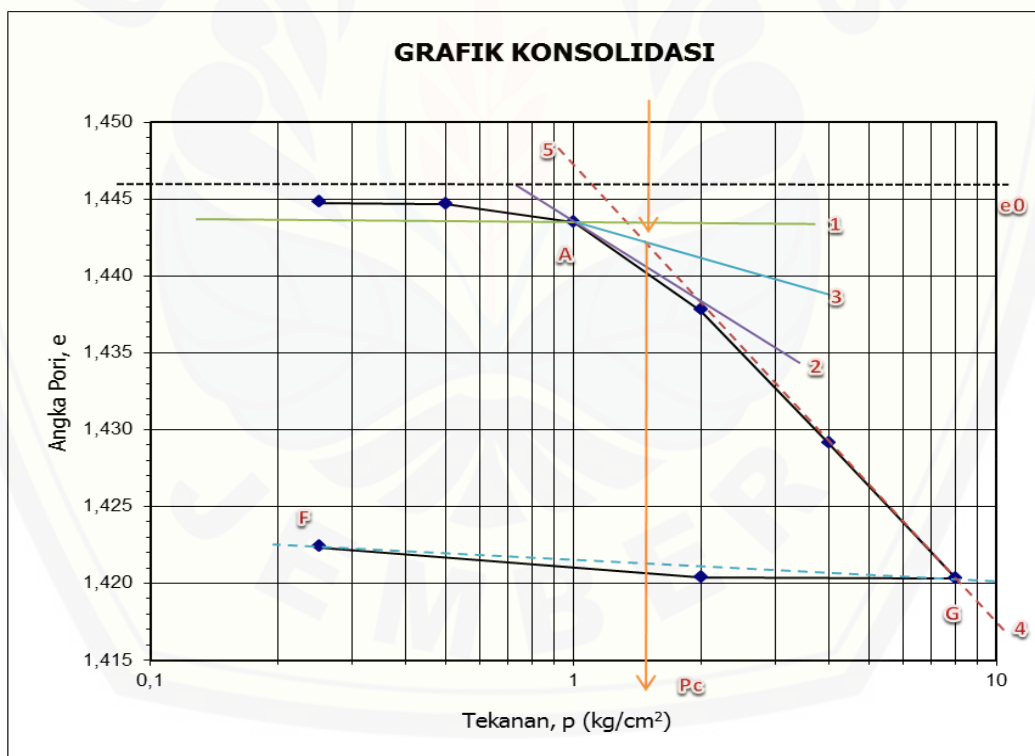
3. Titik 2A

Tekanan (Kg/cm ²)	Angka Pori (e)	Koefisien Konsolidasi (Cv)	Mv (Kg.cm ²)
0,25	0,8375	1,9467	0,0065
0,5	0,8372	0,5904	0,0076
1	0,8355	0,3320	0,0162
2	0,8314	1,0616	0,0198
4	0,8255	1,1625	0,0181
8	0,8177	1,9467	0,0065
2	0,8185		
0,25	0,8202		



4. Titik 2B

Tekanan (Kg/cm^2)	Angka Pori (e)	Koefisien Konsolidasi (C_v)	M_v (Kg.cm^2)
0,25	1,4448	0,8347	0,0151
0,5	1,4447	1,6610	0,0034
1	1,4435	1,1068	0,0117
2	1,4378	1,2741	0,0184
4	1,4291	0,9652	0,0174
8	1,4203	0,8347	0,0151
2	1,4204		
0,25	1,4223		



LAMPIRAN 7. Dokumensi



Gambar 1 Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 2 Pengujian Analisa Saringan Basah



Gambar 3 Pengujian Berat Jenis Tanah



Gambar 3 Pengujian Berat Jenis Tanah



Gambar 4 Pengujian Konsolidasi Tanah



Gambar 5 Pengujian Kadar Air Tanah



Gambar 6 Pengujian Berat Isi Tanah



Gambar 7 Pengujian *Direct Shear*