



**UJI TRIAKSIAL *UNCONSOLIDATED – UNDRAINED*
(TAK TERKONSOLIDASI – TAK TERDRAINASE)
TANAH DASAR PADA KAWASAN RENCANA
PEMBANGUNAN SPORT CENTER KOTA TEGAL**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan**

Oleh

Pipit Nurpita Lusiana

NIM. 5101416029

**PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**



**UJI TRIAKSIAL *UNCONSOLIDATED – UNDRAINED*
(TAK TERKONSOLIDASI – TAK TERDRAINASE)
TANAH DASAR PADA KAWASAN RENCANA
PEMBANGUNAN SPORT CENTER KOTA TEGAL**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan**

Oleh

Pipit Nurpita Lusiana

NIM. 5101416029

**PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

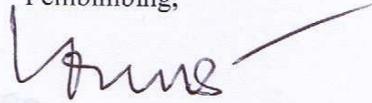
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Pipit Nurpita Lusiana
NIM : 5101416029
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan
Judul : Uji Ttriaksial *Unconsolidated – Undrained* (Tak terkonsolidasi – Tak Terdrainase) Tanah Dasar Pada Kawasan Sport Center Kota Tegal.

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Pogram Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang,³⁰ April 2020

Pembimbing,



Drs. Lashari.,M.T.

NIP.195504101985031001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul uji triaksial unconsolidated – undrained (tak terkonsolidasi – tak terdrainase) tanah dasar pada kawasan sport center Kota Tegal telah dipertahankan didepan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal Bulan ³⁰ ~~April~~ tahun 2020

Oleh :

Nama : Pipit Nurpita Lusiana
NIM : 5101416029
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan

Panitia :

Ketua Panitia,



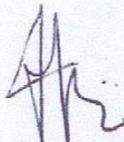
Aris Widodo, S.Pd., M.T.
NIP. 197102071999031001

Sekretaris,



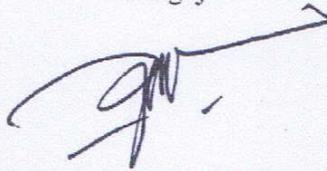
Endah Kanti Pangestuti ST.,M.T
NIP. 197207091998032003

Penguji 1



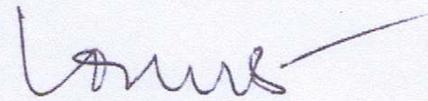
Dr. Rini K., S.T.,M.T.,M.Sc
NIP.197809212005012001

Penguji 2



Aris Widodo,S.Pd.,M.T.
NIP.197102071999031001

Penguji 3



Drs. Lashari, M.T.
NIP.195504101985031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES,



Dr. Nur Qudus, M.T.,IPM
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau dokter), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya ilmiah ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing dan masukan tim penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara sengaja dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi yang lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Semarang, ... 30 April 2020

Yang membuat pernyataan,



Pipit Nurpita Lusiana

NIM.5101416029

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap. (QS. Al-Insyirah : 6-8)

PERSEMBAHAN

Sembari mengucapkan syukur, skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Keluarga Ibu tersayang Sri Wahyuni, yang selalu memberikan semangat dan doa bagi kelancaran semuanya, serta kakek dan nenek tersayang Markum, dan Ecah Sukaesah untuk semua doa dan dukungan selama ini, serta semua saudara terhebat saya.
2. Almamater Universitas Negeri Semarang.

ABSTRAK

Pipit Nurpita Lusiana. 2020. Uji Triaksial *Unconsolidated – Undrained* (Tak Terdrainase – Tak Terkonsolidasi) Tanah Dasar Pada Kawasan Rencana Pembangunan Sport Center Kota Tegal. Dosen Pembimbing Drs. Lashari, M.T. Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan.

Tanah adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi yang tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah merupakan salah satu penunjang yang membantu kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi. tanah juga berfungsi sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Seperti halnya pada lokasi pembangunan Sport Center Kota Tegal masuk kealam jenis tanah lempung lunak dengan ketebalan lempung lunak pada kawasan ini sangat tebal dan diketahui bahwa tanah keras sangat dalam hingga mencapai kedalaman -40 meter dibawah permukaan tanah.

Pengambilan sample tanah di lakukan di salah satu wilayah di Kota Tegal Jawa Tengah dengan kedalaman 15 meter. Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil UNNES. Pengujian yang dilakukan meliputi uji karakteristik tanah, dan uji triaksial *unconsolidated – undrained*.

Hasil Analisis menunjukkan bahwa jenis tanah di kawan rencana pembangunan sport center menurut AASHTO dan USCS yaitu tanah berlempung. Hasil pengujian triaksial menurut tabel klasifikasi nilai kohesi masuk kedalam 3 jenis tanah berbeda yaitu, jenis tanah very soft, soft dan medium.

Kata Kunci : *tanah lempung, karakteristik tanah, triaksial*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Uji Triaksial *Unconsolidated – Undrained* (Tak Terkonsolidasi – Tak Terdrainase) Tanah Dasar Pada Kawasan Sport Center Kota Tegal” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis haturkan kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Aris Widodo, S.Pd.,M.T., Ketua Jurusan, Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Lashari.,M.T., Dosen Pembimbing yang telah memberikan saran, bimbingan, motivasi serta pengarahan selama pembuatan skripsi.
5. Dr. Rini Kusumawardani.,S.T.,M.T.,M.Sc., Dosen penguji yang telah memberikan saran dan bimbingan.
6. Aris Widodo, S.Pd.,M.T., Dosen penguji yang telah memberikan saran dan bimbingan.
7. Pak Faisal, Dosen Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Semarang yang telah membantu saat proses penelitian.
8. Adip, Sari, Afri, Joko, Iqbal, Vina, Nada, Teman-teman yang sudah membantu proses penelitian di laboratorium.
9. Meidy, Yurike, Kos Griya Agung, dan sahabat dan teman yang tidak bisa saya sebutkan untuk semua dukungannya.
10. Mamah, Ibu, abah, dan semua keluarga yang tidak pernah lelah memberikan semangat dan doanya.
11. Dan semua pihak yang sudah membantu hingga proses penelitian dapat menghasilkan karya skripsi

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca guna kebaikan dan kesempatan skripsi. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya, dan bagi semua pihak yang berkepentingan pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, 30 April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang	1
1.2.Identifikasi Masalah	3
1.3.Rumusan Masalah	3
1.4.Tujuan Penelitian	4
1.5.Manfaat Penelitian	4
1.5.1. Manfaat Praktis	4
1.5.2. Manfaat Teoritis	5
1.6.Batasan Masalah.....	5
1.7.Sistematika Skripsi.....	5

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Tanah.....	7
2.2. Klasifikasi Tanah	8
2.2.1. Klasifikasi Tanah Menurut USCS.....	9
2.2.2. Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	12

2.3. Tanah Lempung	15
2.4. Batas-batas Atterberg	15
2.5. Berat Jenis Tanah	17
2.6. Berat Volume Tanah	17
2.7. Kadar Air	19
2.8. Uji Triaksial Unconsolidated – Undrained	20
2.9. Nilai Kohesi	23
2.10. Sudut Geser Dalam	24

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2. Desain Penelitian	25
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3.1. Alat Penelitian	26
3.3.2. Bahan Penelitian	34
3.4. Teknik Pengumpulan Data	35
3.5. Teknik Analisis Data	42

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data	48
4.1.1. Pelaksanaan Penelitian	48
4.1.2. Sample Tanah	48
4.2. Analisis Data	50
4.2.1. Hasil Uji Analisis Butiran Tanah	50
4.2.2. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah	62
4.2.3. Hasil Pengujian Triaksial Unconsolidated – Undrained	64
4.3. Pembahasan	65
4.3.1. Hasil Angka Pori Per titik Bore Hole	65
4.3.2. Hasil Berat Jenis Per titik Bore Hole	67
4.3.3. Hasil Indeks Platisitas Per titik Bore Hole	68
4.3.4. Hasil Uji Triaksial Unconsolidated – Undrained	69

BAB V. PENUTUP

5.1. Simpulan74

5.2. Saran.....75

DAFTAR PUSTAKA76**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanah berdasarkan USCS	11
Tabel 2.2. Klasifikasi Tanah berdasarkan AASHTO	14
Tabel 2.3. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah.....	16
Tabel 2.4. Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)	17
Tabel 2.5. Derajat Kejenuhan dan Konsistensi Tanah	19
Tabel 2.6. Consistency and Unconfined Compression Strength of Clays.....	24
Tabel 2.7. Hubungan antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah	24
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH1.5.....	50
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH1.10.....	50
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH1.15.....	51
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH2.5.....	52
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH2.10.....	52
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH2.15.....	53
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH3.5.....	53
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH3.10.....	53
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH3.15.....	50
Tabel 4.10. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH4.5.....	50
Tabel 4.11. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH4.10.....	51
Tabel 4.12. Hasil Pengujian Analisa Butiran BH4.15.....	52
Tabel 4.13. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah BH1	62
Tabel 4.14. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah BH2	62
Tabel 4.15. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah BH3	63
Tabel 4.16. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah BH4	64
Tabel 4.17. Hasil Pengujian UU Triaksial BH1	64
Tabel 4.18. Hasil Pengujian UU Triaksial BH2	65
Tabel 4.19. Hasil Pengujian UU Triaksial BH3	65
Tabel 4.20. Hasil Pengujian UU Triaksial BH4.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Plasticity Chart.....	10
Gambar 2.2. Diagram Batas-Batas Atterberg.....	16
Gambar 2.3. Diagram Fase Tanah.....	18
Gambar 2.4. Alat Pengujian Triaksial.....	20
Gambar 2.5. Skema Pembebanan Pada Uji Triaksial.....	20
Gambar 2.6. Lingkaran Mohr pada Pengujian UU Triaksial.....	21
Gambar 2.7. Lingkaran Mohr pada Pengujian CU Triaksial.....	22
Gambar 2.8. Lingkaran Mohr pada Pengujian CD Triaksial.....	22
Gambar 3.1. Gambar Luas Wilayah.....	25
Gambar 3.2. Labu Ukur (Piknometer).....	26
Gambar 3.3. Saringan No.4.....	26
Gambar 3.4. Timbangan.....	27
Gambar 3.5. Thermometer.....	27
Gambar 3.6. Tungku Listrik (Hot Plate).....	27
Gambar 3.7. Ring Berat Isi.....	28
Gambar 3.8. Jangka Sorong.....	28
Gambar 3.9. Oven Pengering.....	28
Gambar 3.10. Cawan.....	29
Gambar 3.11. Alat Pendingin (Desikator).....	29
Gambar 3.12. Alat Uji Batas Cair Standart (Atterberg).....	30
Gambar 3.13. Grooving Tool (Cassagrande).....	30
Gambar 3.14. Cawan/Mangkok Pengaduk.....	31
Gambar 3.15. Batang Pembanding.....	31
Gambar 3.16. Spatula.....	32
Gambar 3.17. Cawan Porselen.....	32
Gambar 3.18. Pelat Transparan/Pelat Kaca.....	32
Gambar 3.19. Gelas Ukur.....	33
Gambar 3.20. Air Raksa.....	33
Gambar 4.1. Lokasi Titik Pengeboran N-SPT.....	48
Gambar 4.2. Lokasi Titik Pengambilan Sample Tanah.....	49

Gambar 4.3. Distribusi Butiran Tanah BH1.5	50
Gambar 4.4. Distribusi Butiran Tanah BH1.10	51
Gambar 4.5. Distribusi Butiran Tanah BH1.15	52
Gambar 4.6. Distribusi Butiran Tanah BH2.5	53
Gambar 4.7. Distribusi Butiran Tanah BH2.10	54
Gambar 4.8. Distribusi Butiran Tanah BH2.15	55
Gambar 4.9. Distribusi Butiran Tanah BH3.5	56
Gambar 4.10. Distribusi Butiran Tanah BH3.10	57
Gambar 4.11. Distribusi Butiran Tanah BH3.15	58
Gambar 4.12. Distribusi Butiran Tanah BH4.5	59
Gambar 4.13. Distribusi Butiran Tanah BH3.10	60
Gambar 4.14. Hasil Uji UU Triaksial BH4.15	61

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1. Grup Indeks (GI).....	12
Rumus 2.2. Indeks Plastisitas (PI).....	16
Rumus 2.3. Berat Jenis Tanah (Gs).....	17
Rumus 2.4. Berat Volume Basah (γ_b)	18
Rumus 2.5. Berat Volume Kering (γ_d)	18
Rumus 2.6. Berat Volume Butiran Padat (γ_s)	18
Rumus 2.7. Kadar Air (W)	19
Rumus 2.8. Derajat Kejenuhan (Sr)	19
Rumus 2.9. Nilai Kohesi (c).....	23
Rumus 3.1. Berat Tanah (Wt)	42
Rumus 3.2. Berat Jenis Pada Suhu $t^{\circ}\text{C}$ (Gs).....	43
Rumus 3.3. Berat Jenis Pada Suhu $27,5^{\circ}\text{C}$ (Gs).....	43
Rumus 3.4. Berat Volume Tanah Basah (γ_b)	43
Rumus 3.5. Berat Volume Tanah Kering (γ_d)	44
Rumus 3.6. Volume Pori (V_v)	44
Rumus 3.7. Derajat Kejenuhan (Sr)	44
Rumus 3.8. Volume Air (V_w).....	44
Rumus 3.9. Porositas (n)	44
Rumus 3.10. Angka Pori (e).....	45
Rumus 3.11. Berat Air (Ww)	45
Rumus 3.12. Berat Tanah Kering (Ws).....	45
Rumus 3.13. Kadar Air (ω)	45
Rumus 3.14. Presentase Kadar Air	46
Rumus 3.15. Batas Plastis (PL)	46
Rumus 3.16. Indeks Properties (PI)	46
Rumus 3.17. Kadar Air Batas Susut (w)	47
Rumus 3.18. Batas Susut (SL)	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Triaksial BH1-BH4

Lampiran 2. Usulan Topik Skripsi

Lampiran 3. Usulan Dosen Pembimbing

Lampiran 4. Surat Keputusan Dosen Pembimbing

Lampiran 5. Surat Tugas Seminar Proposal

Lampiran 6. Surat Tugas Sidang Skripsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Semakin tingginya tingkat kesibukan yang terjadi dimasyarakat menyebabkan penurunan tingkat kesehatan, tindakan yang seharusnya dilakukan untuk mencegah turunnya tingkat kesehatan adalah dengan melakukan olahraga yang teratur. Minimnya sarana olahraga menjadi salah satu kendala masyarakat untuk melakukan olahraga sehingga rencana pembangunan sport center pun menjadi salah satu jalan keluar untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Di Kota Tegal sendiri sudah tersedia beberapa sport center yang berdiri dan tersebar di beberapa titik di Kota Tegal, tetapi pemerintahan Kota Tegal ingin mendirikan Sport Center kembali untuk bisa menunjang kebutuhan masyarakat terhadap tempat untuk berolahraga.

Seluruh bangunan sipil termasuk gendung sport center yang akan didirikan selalu berhubungan dengan tanah yang nantinya digunakan sebagai tempat bangunan tersebut berdiri, Begitupun dengan rencana pembangunan sport center ini. Sehingga kenyamanan dan keamanan bangunan yang berdiri di atasnya sangat bergantung pada tanah yang ada di bawahnya.

Tanah didefinisikan sebagai himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*Loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel (Hardiyatmo, 2002:1).

Sedangkan menurut das dalam bukunya “mekanika tanah 1” (1995:1) menjelaskan bahwa 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, jadi seorang ahli teknik sipil

harus juga mempelajari sifat-sifat dasar dari tanah, seperti asal usulnya, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (*Compressibility*), kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban, dan lain-lain.

Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

Meningkatnya kebutuhan tanah untuk fasilitas manusia berbanding terbalik dengan semakin terbatasnya lahan yang akan digunakan untuk pembangunan tersebut sehingga mengakibatkan fasilitas-fasilitas berdiri di tanah yang mungkin tidak stabil, atau bahkan tanah yang tidak seharusnya didirikan bangunan. Seharusnya bangunan tersebut dapat berdiri pada tanah yang mempunyai kuat geser rendah.

Tanah yang terdapat pada kawasan tersebut termasuk kedalam jenis tanah lempung lunak. Ketebalan lempung lunak pada kawasan ini sangat dalam, sehingga untuk mencapai tanah keras sangat dalam. Lempung lunak memiliki kadar air yang sangat tinggi dan kemampuan pemampatan yang sangat rendah, sehingga penurunan akibat beban akan berlangsung sangat lambat. Akibatnya bangunan konstruksi akan mengalami penurunan menjadi lebih rendah daripada elevasi rencan, sehingga menyebabkan bangunan akan lebih cepat rusak daripada umur rencana.

Kekuatan geser tanah adalah kekuatan tanah untuk memikul beban-beban atau gaya yang dapat menyebabkan kelongsoran, keruntuhan, gelincir, dan pergeseran tanah. Tanah yang diambil dari lapangan harus diusahakan tidak berubah kondisinya, terutama pada comtoh asli (*Undisturbed*), di mana masalahnya adalah harus menjaga kadar air dan susunan tanah dilapangannya supaya tidak berubah. (Hardiyatmo, 2002:288)

Kuat geser tanah dari benda uji yang diperiksa di laboratorium, biasanya dilakukan dengan besar beban yang ditentukan lebih dahulu dan dikerjakan dengan menggunakan tipe peralatan yang khusus. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya kuat geser tanah yang diuji di laboratorium, adalah

kandungan mineral dari butiran tanah, bentuk partikel, angka pori dan kadar air, sejarah tegangan yang pernah dialami, tegangan yang ada di lokasi (di dalam tanah), perubahan tegangan selama pengambilan contoh dari dalam tanah, tegangan yang dibebankan sebelum pengujian, cara pengujian, kecepatan pembebanan, kondisi drainase yang dipilih, drainase terbuka (*Drained*) atau drainase tertutup (*Undrained*), tekanan air pori yang di timbulkan, dan kriteria yang diambil untuk penentuan kuat geser (Hardiyatmo, 2002:289).

Uji triaksial sudah menjadi cara yang paling terkenal dan paling sering digunakan untuk mengukur kuat geser tanah. Uji ini lebih banyak digunakan karena alasan teoritis maupun karena dapat dipakai untuk bermacam-macam pengujian. Ada tiga jenis uji triaksial yang biasa digunakan, yaitu Uji triaksial *Unconsolidated-Undrained* (tak terkonsolidasi-tak terdrainase) (UU), Uji triaksial *Consolidated-Undrained* (terkonsolidasi tak terdrainase) (CU), Uji triaksial *Consolidated-drained* (terkonsolidasi terdrainase) (CD) (Laurence 2010:240).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, peneliti bermaksud melakukan penelitian dengan menggunakan uji triaxial *Unconsolidated-Undrained* (UU) untuk mengetahui kuat geser yang terdapat pada tanah rencana pembangunan Sport Center Kota Tegal.

1.2. Identifikasi Masalah

Struktur tanah pada setiap tempat maupun kedalaman memiliki sifat fisik dan mekanik yang berbeda. Sehingga penelitian ini dimaksud untuk mengetahui sifat-sifat tanah dalam beberapa keadaan tempat dan kedalaman.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka peneliti dapat merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kuat geser tanah pada perencanaan pembangunan sport center kota Tegal dengan menggunakan uji triaxial *Unconsolidated-Undrained*?

2. Bagaimana hubungan antara indeks properties dengan kuat geser tanah pada perencanaan pembangunan sport center kota Tegal?

1.4.Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil dari uji triaxial *unconsolidated-undrained* terhadap tanah rencana pembangunan sport center kota Tegal.
2. Mengetahui hasil dari indeks properties tanah rencana pembangunan sport center kota Tegal.
3. Hubungan antara hasil indeks properties dengan hasil uji kuat geser dengan metode Uji Triaksial *Unconsolidated-Undrained* pada tanah rencana pembangunan sport center kota Tegal.

1.5.Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat Parktis

a) Bagi penulis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan penulis dan penulis dapat menerapkan ilmu-ilmu yang telah didapatkan selama masa perkuliahan di Universitas Negeri Semarang.

b) Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dan dapat dijadikan sumber informasi terhadap masyarakat.

c) Bagi Mmahasiswa

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan memberikan informasi kepada mahasiswa lainnya tentang pengujian triaksial..

d) Bagi Dosen

Hasil peelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan penambahan materi pembelajaran yang akan disampaikan oleh dosen terhadap mahasiswanya.

e) **Bagi Jurusan Teknik Sipil**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi materi tambahan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.

1.5.2. Manfaat Teoritis

- a) Sebagai suatu karya ilmiah, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan pada khususnya dan masyarakat pada umumnya mengenai uji triaksial dengan metode *unconsolidated-undrained* (tak terkonsolidasi – tak terdrainase)
- b) Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman untuk kegiatan penelitian sejenis.

1.6. Batasan Masalah

1. Objek penelitian dalam penelitian ini adalah wilayah rencana pembangunan sport center kota Tegal.
2. Subjek penelitian pada penelitian ini yaitu perbedaan sifat fisik dan sifat mekanik dari tanah pada suatu wilayah dan kedalaman.
3. Melakukan uji indeks properties pada tanah rencana pembangunan sport center kota Tegal.
4. Melakukan uji triaksial dengan menggunakan metode triaxial *Unconsolidated-Undrained* (uji triaksial tak terkonsolidasi-tak terdrainase) (UU), pada 4 titik wilayah berbeda, dengan kedalaman setiap titiknya yaitu 5,10, dan 15 meter, dengan jenis tanah yang tidak terganggu.

1.7. Sistematika Skripsi

Dalam penulisan skripsi dibagi menjadi 3 bagian, bagian awal, isi, dan bagian akhir.

1. Bagian Awal

Bagian awal skripsi meliputi : judul, pernyataan keaslian, halaman persetujuan, halaman pengesahan, motto dan persembahan, abstrak,

kata pengantar, daftar isi, daftar table, daftar gambar, dan daftar lampiran.

2. Bagian Isi

Dalam bagian isi skripsi disajikan dalam lima bab dan beberapa sub bab pada setiap bab nya, terdiri dari:

a. **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini tertuang mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan skripsi.

b. **BAB II : KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Pada bab ini mengemukakan tentang landasan teori yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian.

c. **BAB III : METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini berisi tentang pendekatan penelitian, lokasi dan objek penelitian, fokus penelitian, prosedur (langkah-langkah) uji triaksial *unconsolidated-undrained*.

d. **BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil analisis data penelitian, prosedur (langkah-langkah) uji triaksial *unconsolidated-undrained*.

e. **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran yang akan diberikan berdasarkan penelitian.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir ini berisikan daftar pustaka dan lampiran yang mendukung hasil penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Tanah

Tanah adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi yang tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah merupakan salah satu penunjang yang membantu kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi. Tanah sangat mendukung terhadap kehidupan tanaman yang menyediakan hara dan air di bumi. Selain itu, dari segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpanan air dan mencegah terjadinya erosi. Meskipun tanah sendiri bisa juga tererosi sendiri.

Menurut Das dalam bukunya yang berjudul Mekanika Tanah “Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis” Jilid 1, menjelaskan bahwa tanah merupakan material yang terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel tersebut.

Tanah juga didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel tanah tersebut terdapat ruang kosong yang biasa disebut pori-pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa diantara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan material organik bila hasil dari pelapukan tersebut di atas tetap berada pada tempat semula maka bagian tersebut biasa disebut tanah sisa (*residu soil*). Hasil pelapukan tersangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah bawaan (*transportation soil*). Media pengangkutan tanah berupa gravitasi, angin, air dan gletsyer. Pada saat akan berpindah tempat, ukuran dan bentuk partikel-partikel dapat berubah dan terbagi dalam beberapa rentang ukuran.

Tanah menurut Bowles (1989) adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm dan untuk kisaran ukuran-ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut karakal (*cobbles/pebbles*).
- b. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm – 5 mm, yang berkisar dari kasar (3mm – 5mm) sampai halus (<1 mm).
- c. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm – 0,074 mm. lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat gari pantai pada muara sungai.
- d. Lempung (*clay*) adalah partikel yang berukuran lebih dari 0,002 mm, partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi tanah yang kohesif.
- e. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam, berukuran lebih dari 0,001 mm.
- f. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.

2.2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis.

Klasifikasi keteknikan yang paling banyak digunakan adalah klasifikasi *Unifield Soil Classification System* (USCS), klasifikasi USCS memiliki tiga kelompok utama, yaitu tanah dengan ukuran partikel kasar (mengandung pasir

dan kerikil), partikel halus (tanah lempung dan liat), dan tanah dengan kadar organik tinggi (misal tanah gambut). System tanah untuk keteknikan lainnya yaitu AASHTO (*American Assocation of State Highway and Transfortation Officials*).

2.2.1 Klasifikasi Tanah Menurut USCS

Klasifikasi tanah sistem USCS (*Unifield Soil Classification System*), diajukan pertama kali oleh *Casagrande* dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation (USBR)* dan *United State Army Corps of Engineer (USACE)*. Kemudian *American Standard Testing of Materials (ASTM)*, telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah.

Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem klasifikasi kesatuan tanah. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisis ukuran butir dan batas-batas atterberg. Semua tanah diberi dua huruf penunjuk berdasarkan hasil-hasil percobaan ini. Sistem ini mengelompokkan tanah kedalam dua kelompok besar, yaitu :

- a. Tanah berbutir kasar (*Coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Simbol kelompok diawali dengan G untuk kerikil (*Gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
- b. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$).

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS, adalah:

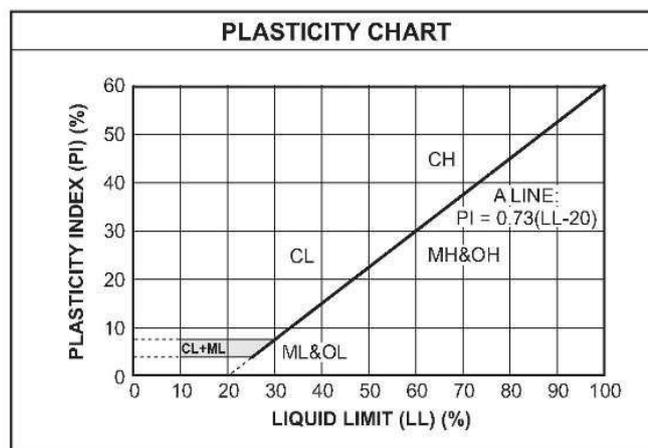
- | | |
|---|---|
| W | = tanah dengan gradasi baik (<i>well graded</i>) |
| P | = tanah dengan gradasi buruk (<i>poorly graded</i>) |
| L | = tanah dengan plastisitas rendah (<i>low plasticity</i>), $LL < 50$ |
| H | = tanah dengan plastisitas tinggi (<i>high plasticity</i>), $LL > 50$ |

Tanah berbutir kasar ditandai dengan symbol kelompok seperti: GW,GP,GM,GC,SW,SP,SM, dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor dibawah ini :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c) untuk tanah dimana 0 – 12% lolos ayakan No. 200
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200)

Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5 sampai 12% symbol ganda seperti : GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW-SM, SW-SC, SP-SM dan SP-SC diperlukan:

Klasifikasi system unifiel soil classification system (USCS) secara visual di lapangan sebaiknya dilakukan pada setiap pengambilan contoh tanah. Hal ini berguna di samping untuk dapat menentukan pemeriksaan yang mungkin perlu ditambahkan, juga sebagai pelengkap klasifikasi yang dilakukan di laboratorium agar tidak terjadi kesalahan label.



Gambar 2.1. Plasticity Chart (Sumber : California Department of Transportation (CALTRANS))

Tabel 2.1. Klasifikasi Tanah berdasarkan USCS

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis		Nama Jenis		
Tanah berbutir kasar 50% tertahan saringan no.200 (0,0075mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no.4(4,75mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, atau sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, <5% lolos saringan no.200; GM, GP, SP, Lebih dari 12% lolos saringan no.200: GM, GC, SM, SC, 5%-12% lolos saringan no.200: Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol doblel	—		
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil, atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doblel simbol	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar tertahan saringan no.4(4,75mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, <5% lolos saringan no.200; GM, GP, SP, Lebih dari 12% lolos saringan no.200: GM, GC, SM, SC, 5%-12% lolos saringan no.200: Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol doblel	—	
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus			Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau			Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai doblel simbol
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung			Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
Tanah berbutir kasar 50% tertahan saringan no.200 (0,0075mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas Untuk mengidentifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya 2 simbol</p> <p>Indeks Plastisitas $PI(\%)$</p> <p>Batas Cair (LL) % Garis A : $PI = 0,73 (LL-20)$</p>			
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)				
		OL	Lanau tak organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah				
	Lanau dan lempung batas cair >50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis				
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)				
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi				
Tanah dengan kadar organik tinggi	Pt	Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				

2.2.2 Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO

Menurut Bowles (1993 : 132), pada klarifikasi tanah dengan system AASHTO ini tanah dibagi menjadi delapan kelompok, yaitu A-1 sampai A-8. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada hasil pengujian analisis saringan dan batas-batas atterberg. Kelompok A-1 sampai dengan kelompok A-3 tergolong tanah berbutir kasar dengan persyaratan tidak lebih dari 35% tanah lolos saringan 200. Kelompok A-4 sampai A-7 tergolong tanah berbutir halus yang terdiri dari lanau dan lempung dengan persyaratan lebih dari 35% tanah lolos saringan 200. Kelompok-kelompok yang telah disebutkan diatas dibagi lagi menjadi beberapa subkelompok (A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7), dan kelompok A-7 dibagi menjadi dua subkelompok yaitu A-7-5 dan A-7-6 (Bowles, 1989).

Menurut Bowles (1993:135), untuk menentukan tingkatan relatif (kualitas) tanah pada masing-masing subkelompok dapat diketahui dengan cara mencari nilai indeks kelompok (*group index*, GI). Indeks kelompok (GI) merupakan fungsi dari persentase tanah yang lolos saringan no 200 dan batas-batas atterberg. Das (1995:68) dalam hardiyatmo, H.C. (2006:59) menyatakan indeks kelompok (*group index*) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$GI = (F-35)[0,2+0,005(LL-40)] + 0,01(F-15)(PI-10).....(2.1)$$

Dengan :

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen material lolos saringan 200 (%)

LL = batas cair (%)

PI = indeks plastisitas (%)

Klasifikasi system ini didasarkan atas kriteria-kriteria sebagai berikut :

a. Ukuran Butir

Kerikil = butiran melalui ayakan dengan lubang 75 mm dan tertinggal di atas ayakan No. 10 dengan lubang 2 mm.

Pasir = butiran melalui ayakan No. 10 (2 mm) dan tertinggal diatas ayakan No. 200 dengan lubang 0,074 mm.

Lanau dan Lempung = butiran melalui ayakan No.200

b. Plastisitas

Berlanau, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas ≤ 10 .

Berlempung, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas ≥ 11

c. Batuan (*bouldrs*)

Ukurannya lebih besar dari 75 mm tidak digolongkan dalam klasifikasi ini.

Tabel 2.2. Klasifikasi Tanah berdasarkan AASHTO

Klasifikasi umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)							Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no. 200)			
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/A-7-6
Analisis saringan (% lolos)											
2,00 mm (no. 10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks	6 maks	Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Catatan :

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk PL > 30, klasifikasinya A-7-5

Untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6

Np= nonplastis

2.3. Tanah Lempung

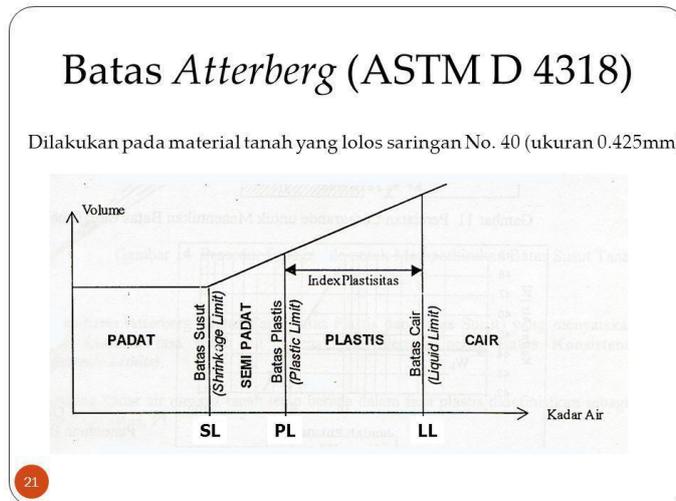
Lempung (*clays*) sebagian besar terdiri dari partikel mikroskop dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskop biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel – partikel dari mika, mineral – mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain.

Lempung didefinisikan sebagai sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (= 2 mikron). Namun demikian, di beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung. (Das, 1995)

Terdapat 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung (Kerr, 1959). Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok: *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *poly gorskite*. Terdapat pula kelompok yang lain misalnya : *chlorite*, *vermiculite*, dan *halloysite*.

2.4. Batas-batas atterberg

Batas-batas Atterberg adalah kadar air pada batas keadaan plastis tanah dengan air yang berbutir halus biasanya memiliki sifat plastis. Sifat plastis tersebut merupakan kemampuan tanah menyesuaikan perubahan bentuk tanah setelah tercampur dengan air pada volume yang tetap. Pada kadar air rendah, yaitu dalam keadaan kering, lempung tersebut adalah keras dan memiliki sifat seperti benda padat. Jika kadar airnya bertambah, lempung akan menjadi lunak dan disebut memasuki tahap semi plastis, dengan menambah kadarnya, maka akan bertambah lunak sampai menjadi plastis. Pada tahap plastis, lempung dapat mengalami perubahan bentuk tanpa terjadi retak atau pecah, dan tanpa mengubah volumenya. Jika kadar airnya bertambah, maka lempung akan menjadi sangat lunak berupa cair dari benda plastis. Kadar air yang menjadi batas dari tahap-tahap ini dinamakan batas susut, batas plastis, batas cair dan batas kohesi yang merupakan keadaan konsistensi tanah.



Gambar 2.2. Diagram Batas-batas Atterberg

Indeks Platisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitan tanah. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempunf. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering (Hardiyatmo, H.C., 2006:48). Indeks Platisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis, dapat dilihat pada persamaan 2.1. berikut ini :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

- PI = indeks platisitas (%)
- LL = batas cair (%)
- PL = batas plastis (%)

Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh Atterberg terdapat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Pastisitas Rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

2.5. Berat Jenis Tanah

Berat jenis dapat didefinisikan sebagai perbandingan dari berat isi bahan terhadap dari isi air. (Bowles, 1993). Berat jenis (G_s) perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s), dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur 4°C (Hardiyatmo, H.C., 2006:5).

Cara uji berat jenis tanah mengacu pada SNI 1964:2008 dan ASTM D 854-02. Berat jenis (*specific gravity*) tanah (G_s) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s), dengan volume air (γ_w) pada temperature tertentu. Biasanya diambil pada temperature 27,5°C. Rumus untuk mencari berat jenis adalah

$$G_s = \gamma_s / \gamma_w \dots\dots\dots(2.3)$$

Nilai-nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam tabel 2.4.

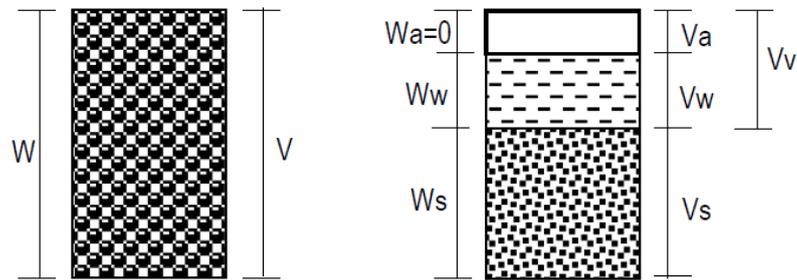
Tabel 2.4. berat jenis tanah (specific gravity)

Macam Tanah	Berat Jenis (G_s)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

2.6. Berat Volume Tanah

Material tanah dapat terdiri atas dua atau tiga unsur, yakni butiran, air, udara. Pada dalam kondisi tanah jenuh terdapat dua unsur, yakni butiran dan air, dan pada tanah yang kering juga hanya terdapat dua unsur yakni butiran dan udara. Sedangkan pada tanah dengan kondisi tak jenuh terdapat tiga unsur, yakni butiran, air dan udara.

Masing-masing elemen tanah tersebut (butir, air dan udara), memiliki volume dan berat. Untuk memahami sifat-sifat tanah secara fisis, maka parameter tanah dijelaskan lebih jelas sebagai berikut :



Gambar 2.3. Diagram Fase Tanah

Keterangan :

- W = berat total tanah (gr)
 W_a = berat udara = 0 (diabaikan)
 W_w = berat air (gr)
 V = volume total tanah (cm^3)
 V_a = volume udara
 V_w = volume air (cm^3)
 V_v = volume pori (cm^3)
 V_s = volume butir (cm^3)

Kemudian berat volume tanah dapat dirumuskan sebagai berikut :

- 1) Berat Volume Basah : adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V).

$$\gamma_b = W/V \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots \dots \dots (2.4)$$

- 2) Berat Volume Kering : adalah perbandingan antara berat butiran padat (W_s) dengan volume total tanah (V).

$$\gamma_d = W_s/V \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots \dots \dots (2.5)$$

- 3) Berat Volume Butiran Padat : adalah perbandingan antara berat butiran padat (W_s) dengan volume butiran padat (V_s).

$$\gamma_s = W_s/V_s \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots \dots \dots (2.6)$$

2.7. Kadar Air

- 1) Kadar Air (*water content*) adalah perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat butiran padat (W_s) di dalam masa tanah.

$$W = W_w/W_s \times 100\% (\%) \dots \dots \dots (2.7)$$

- 2) Derajat Kejenuhan adalah perbandingan antara volume air (V_w) dengan volume total rongga pori (V_v).

$$S = V_w/(V_v) \times 100\% (\%) \dots \dots \dots (2.8)$$

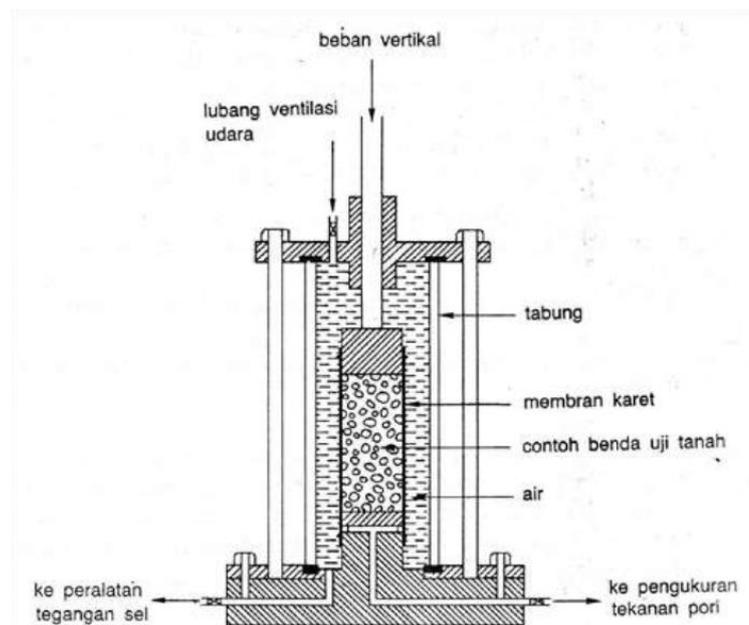
Apabila tanah dalam kondisi jenuh air, maka nilai $S = 1$.

Tabel 2.5. Derajat Kejenuhan dan Konsistensi Tanah.

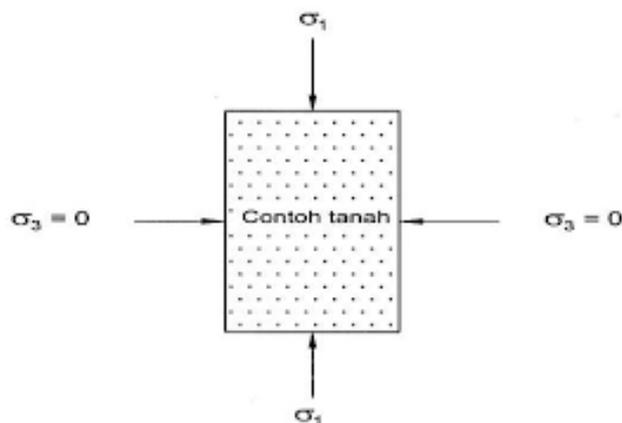
Konsistensi Tanah	Derajat Kejenuhan (S)
Tanah Kering	0,00
Tanah Agak Lembab	>0 – 0,25
Tanah Lembab	0,26 – 0,50
Tanah Sangat Lembab	0,51 – 0,75
Tanah Basah	0,76 – 0,99
Tanah Jenuh Air	1,00

2.8. Uji Triaksial

Uji triaksial sudah menjadi cara paling terkenal dan yang paling sering digunakan sekarang ini untuk mengukur kuat geser tanah. Uji ini lebih disukai baik karena alasan teoritis maupun karena dapat dipakai untuk bermacam-macam pengujian. Semua jenis uji kekuatan geser dapat dilakukan dengan alat triaksial. Alat ini dapat pula dipakai untuk mengukur sifat permeabilitas atau konsolidasi.



Gambar 2.4. Alat Pengujian Triaksial

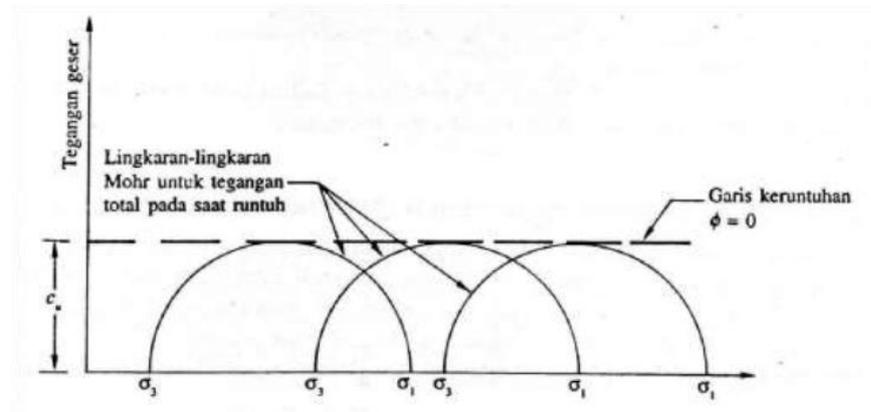


Gambar 2.5. Skema Pembebanan Pada Uji Triaksial

Ada tiga jenis triaksial yang biasa digunakan, yaitu uji tak terdrainase, uji tak terkonsolidasi tak terdrainase, dan uji terdrainase.

a. Uji Triaksial *Unconsolidated-Undrained* (tak terkonsolidasi–tak terdrainase)

Pada uji triaksial *Unconsolidated-Undrained* atau *Quick Test* (pengujian cepat), benda uji yang umumnya berupa lempung mula-mula dibebani dengan beban normal, melalui penerapan tegangan deviator sampai mencapai keruntuhan. Pada penerapan tegangan deviator selama penggeseran, air tak diizinkan keluar dari benda uji. Jadi, selama pengujian, katup drainase ditutup. Karena pada pengujian air tidak diizinkan mengalir ke luar, beban normal tidak ditransfer ke butiran tanahnya. Keadaan tanpa drainase ini menyebabkan adanya kelebihan tekanan pori (*excess pore pressure*) dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan dari butiran tanah.

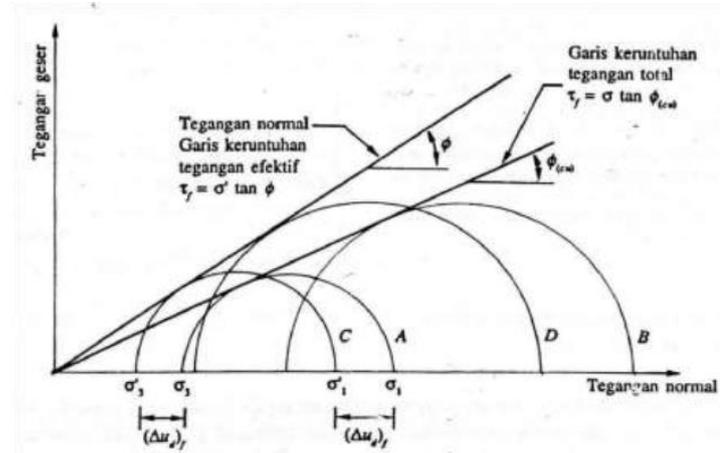


Gambar 2.6. Lingkaran Mohr pada Pengujian UU Triaksial

b. Uji triaksial *Consolidated-Undrained* (terkonsolidasi–tak terdrainase)

Pada uji triaksial *Consolidated-Undrained* atau *Consolidated Quick Test* (uji terkonsolidasi cepat), benda uji mula-mula dibebani dengan tegangan sel tertentu dengan mengizinkan air mengalir ke luar benda uji sampai konsolidasi selesai. Tahap selanjutnya, tegangan deviator diterapkan dengan katup drainase dalam keadaan tertutup sampai benda uji mengalami keruntuhan. Karena katup drainase tertutup, volume benda uji tidak berubah selama penggeseran. Pada pengujian dengan cara ini, akan terjadi kelebihan

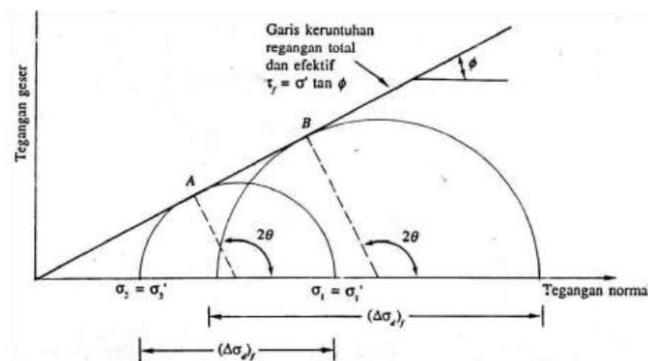
tekanan air pori dalam benda uji. Pengukuran tekanan air pori dapat dilakukan selama pengujian berlangsung.



Gambar 2.6. Lingkaran Mohr pada Pengujian CU Triaksial

c. Uji triaksial *Consolidated-drained* (terkonsolidasi – terdrainase)

Pada uji triaksial *Consolidated – Drained*, mula-mula tegangan tertentu diterapkan pada benda uji dengan katup terdrainase terbuka sampai konsolidasi selesai. Setelah itu, dengan katup drainase tetap terbuka, tegangan deviator diterapkan dengan kecepatan yang rendah sampai benda uji runtuh. Kecepatan pembebanan yang rendah dimaksudkan agar dapat menjamin tekanan air pori nol selama proses penggeseran. Pada kondisi ini seluruh tegangan selama proses pengujian tanah ditahan oleh gesekan antar butiran tanah.



Gambar 2.7. Lingkaran Mohr pada CD Triaksial

Pada uji kuat geser tanah, bila terdapat air di dalam tanah, pengaruh-pengaruh seperti : jenis pengujian, permeabilitas, kadar air, akan sangat

menentukan nilai-nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ). Nilai-nilai kuat geser yang rendah terjadi pada pengujian dengan cara *Unconsolidate-Undrained*. Pada tanah lempung yang jenuh air nilai sudut gesek dalam (ϕ) dapat mencapai nol, sehingga pada pengujian hanya diperoleh nilai kohesinya.

Parameter-parameter kuat geser yang diukur dengan menggunakan ketiga cara pengujian di atas, hanya relevan untuk kasus-kasus dimana kondisi drainase di lapangan sesuai dengan kondisi drainase di laboratorium. Kuat geser tanah pada kondisi drainase terbuka (*drained*) tidak sama besarnya bila diuji pada kondisi tak drainase (*undrained*) dapat digunakan untuk kondisi pembebanan cepat pada tanah permeabilitas rendah, sebelum konsolidasi terjadi. Kondisi terdrainase (*drained*) dapat digunakan untuk tanah dengan permeabilitas rendah hanya sesudah konsolidasi di bawah tambahan tegangan totalnya telah betul-betul sekali. Kuat geser tanah yang berpermeabilitas rendah, secara berangsur-angsur berubah dari kuat geser *undrained* menjadi kuat geser *drained* selama kejadian konsolidasi. Pada tanah yang berpermeabilitas tinggi, kondisi terdrainase (*drained*) hanya relevan bila tiap tambahan tegangan yang diterapkan pada waktu singkat, diikuti oleh menghamburnya seluruh kelebihan tekanan air pori. Sehingga, tambahan tegangan secara cepat tidak mengakibatkan timbulnya kelebihan tekanan air pori dalam tanah.

2.9. Nilai Kohesi

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antar partikel tanah. Bersama dengan sudut gesek dalam, kohesi merupakan kuat geser tanah yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang bekerja pada tanah, dalam hal ini berupa gerakan lateral tanah. Deformasi ini terjadi akibat kombinasi keadaan kritis pada tegangan normal dan tegangan geser yang tidak sesuai dengan faktor aman dari yang direncanakan. Nilai ini didapat dari pengujian triaksial test dan direct shear test. Nilai kohesi secara empiris dapat ditentukan dari data sondir (q_c) yaitu sebagai berikut :

$$c = q_c/20 \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan,

c = Nilai Kohesi (Kg/cm^2)

q_c = Data Sondir

Tabel. 2.6. Consistency and Unconfined Compression Strength of Clays

Soil Properties	Unconfined Compression Strength (Kg/cm^2)
Very Soft	$< 0,25$
Soft	$0,25 - 0,50$
Firm	$0,5 - 1$
Stiff	$1 - 2$
Very Stiff	$2 - 4$
Hard	>4

2.10. Sudut Geser Dalam

Kekuatan geser dalam mempunyai variable kohesi dan sudut geser dalam. Sudut geser dalam bersamaan dengan kohesi menentukan tanah akibat tegangan yang bekerja berupa tekanan lateral tanah. Nilai ini juga didapatkan dari pengukuran engineering properties tanah berupa triaksial test dan direct shear test. Hubungan sudut geser dalam dan jenis tanah ditunjukkan pada tabel 2.7.

Tabel 2.7. Hubungan antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam ($^\circ$)
Kerikil Kepasiran	$35^\circ - 40^\circ$
Kerikil Kerakal	$35^\circ - 40^\circ$
Pasir Padat	$35^\circ - 40^\circ$
Pasir Lepas	30°
Lempung Kelanauan	$25^\circ - 30^\circ$
Lempung	$20^\circ - 25^\circ$

Sumber : Das, 1995

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada salah satu wilayah di kota Tegal Jawa Tengah untuk rencana pembangunan Sport Center Kota Tegal, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Jenis tanah menurut AASHTO termasuk kedalam klasifikasi A-7-5 dan A-7-6 dan USCS termasuk kedalam klasifikasi CL, CH. Sehingga dapat disimpulkan jenis tanah pada lokasi tersebut merupakan jenis tanah berlempung dengan penelitian umum sebagai tanah dasar sedang sampai buruk.
- b. Hasil penelitian karakteristik tanah yang dilihat pada hasil angka pori (e), hasil berat jenis (G_s), dan hasil Indeks Plastisitas (PI) menyimpulkan bahwa, tanah pada lokasi tersebut merupakan tanah berongga dengan dibuktikan oleh hasil berat volume tanah kering yang mengecil, dan butiran tanah yang semakin padat, serta memiliki gradasi yang besar.
- c. Hasil uji triaksial *unconsolidated – undrained* dapat disimpulkan pada setiap titik bore hole nilai kohesi yang dihasilkan meningkat, dengan jenis tanah hard soft, soft sampai dengan medium. Jika nilai kohesi meningkat maka ikatan yang ada pada stuktur tanah semakin membesar, sehingga partikel yang ada pun semakin rapat.

5.2. Saran

- a. Pengambilan sample tanah yang diambil di lapangan, seharusnya lebih banyak atau disesuaikan dengan kebutuhan tanah yang akan digunakan pada penelitian di laboratorium. Sehingga saat melakukan penelitian tidak khawatir dengan sample tanah yang tersedia.
- b. Karena pengujian UU menahan 3 komponen, yaitu air, udara, dan butiran. Maka perlu dilakukan pengujian triaksial *consolidated – undrained* (CD) pada penelitian selanjutnya untuk dapat mengetahui tahanan butiran.
- c. Peralatan penelitian atau hal yang menunjang penelitian di laboratorim bisa diperhatikan kembali. Agar bisa mempermudah saat melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2216-10. *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.*
- ASTM D7263-09. *Laboratory test of Density (Unit Weight) of Soil.*
- ASTM D854-14. *Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.*
- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah.* Edisi kedua. Jakarta: Erlangga.
- Darwis, H. 2018. *Dasar-dasar Mekanika Tanah.* Yogyakarta : Pena Indis
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis).* Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah 1.* Gadjah Mada University Press: Yogyakarta
- Nasrifah, Iin. 2018. Analisis Konsolidasi Tanah Lempung Purwodadi dengan Metode Akar Waktu (Taylor). *Skripsi.* Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Semarang.
- Putra, R. Dwi. 2016. Pengaruh Substitusi Pasir Pada Tanah Organik Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Geser. *Skripsi.* Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung. Lampung.
- Safitri, R. Dkk. 2011. Korelasi Parameter Kuat Geser Hasil Uji Geser Langsung dan Uji Triaksial pada Campuran Tanah Lempung Pasir. *Jurnal Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.* Hal 21-28.
- SNI 4813-2008. 2008. Cara Uji Triaksial untuk Tanah Kohesif dalam Keadaan tidak Terkonsolidasi dan tidak Terdrainase (UU). Jakarta : Badan Standarisasi Indonesia.
- Sobarkhah, Adib. 2018. Analisis Konsolidasi dengan Metode Kecocokan Log Waktu Casagrande Tanah Lempung Purwodadi Lolos Saringan 200. *Skripsi.* Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Wesley, L. D. 2010. *Mekanika Tanah untuk Endapan dan Residu. Jilid 1.* Yogyakarta : Andi
- Widianti, A. Dkk. 2008. Uji Triaksial Unconsolidated-Undrained pada Campuran Tanah Lanau- - Kapur – Abu – Sekam Padi dan Serat Karung Plastik. *Jurnal Semesta Teknika* 11(2). Hal 174 – 175.