

SKRIPSI

**HUBUNGAN NILAI BATAS CAIR DAN INDEKS PLASTISITAS
TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN DENGAN PASIR
TERHADAP NILAI KOHESI TANAH PADA UJI KUAT GESER LANGSUNG
DAN UJI KUAT TEKAN BEBAS**

Oleh

ESRA YULIATY GIRSANG

NIM. DAB 115 005



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2022

SKRIPSI

**HUBUNGAN NILAI BATAS CAIR DAN INDEKS PLASTISITAS
TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN DENGAN PASIR
TERHADAP NILAI KOHESI TANAH PADA UJI KUAT GESER
LANGSUNG DAN UJI KUAT TEKAN BEBAS**

oleh

ESRA YULIATY GIRSANG
NIM. DAB 115 005

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi
dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Palangka Raya, Maret 2022

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Ir. SURADJI GANDI, M.M.
NIP. 195707061987011002



Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.
NIP. 19720219 199702 2 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua



Dr. RUDI WALUYO S.T., M.T.
NIP.19780608 200501 1 003

**HUBUNGAN NILAI BATAS CAIR DAN INDEKS PLASTISITAS
TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN DENGAN PASIR
TERHADAP NILAI KOHESI TANAH PADA UJI KUAT GESER
LANGSUNG DAN UJI KUAT TEKAN BEBAS**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :
ESRA YULIATY GIRSANG
NIM. DAB 115 005

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Jumat/25 Maret 2022
Waktu : 13.00 – 15.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Sarjana (offline)

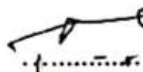
Tim Penguji :

1. **Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.**
NIP. 19570706 198701 1 002


2. **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.**
NIP. 19720219 199702 2 001

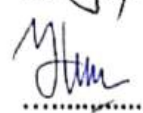
3. **M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.**
NIP. 19710225 199802 1 001

4. **OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.**
NIP. 19751001 200604 1 003

 (Ketua Penguji/Penguji 1)

 (Sekretaris/Penguji 2)


 (Penguji 3)

 (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,

Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19541119 199302 1 001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua,

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Esra Yuliaty Girsang
NIM : DAB 115 005
Tempat, Tanggal Lahir : Saribudolok, 26 Juli 1997
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. Borneo Induk No.32
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Saribudolok, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara
Email : Esrayuliaty@gmail.com
No. Hp : 0813 7506 4997
No.Wa : 0813 7506 4997
Facebook : Esra Yuliaty Girsang
Instagram : @esraa_girsang
Line : -
Nama Ayah : Walmen Girsang
Pekerjaan Ayah : Bertani
Alamat : Saribudolok, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara
No.Hp : 0821 6455 5485
Nama Ibu : Masni Saragih
Pekerjaan Ibu : Bertani
Alamat : Saribudolok, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara
No.Hp : -
Wali : -



Riwayat Pendidikan*)

- TK : TK GKPS BETHESDA SARIBUDOLOK
- SD : SD SWASTA GKPS SARIBUDOLOK
- SMP : SMP NEGERI 1 SILIMAKUTA
- SLTA : SMA SWASTA CINTA RAKYAT DUYNHOVEN
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Univeritas Palangka Raya bulan September 2015

Palangka Raya, April 2022
Yang membuat pernyataan

Esra Yuliaty Girsang
DAB 115 005

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa Skripsi saya belum dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber yang diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, April 2022



ESRA YULIATY GIRSANG
NIM. DAB 115 005

LEMBAR PERSEMBAHAN

Janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan.

Yesaya 41 : 10

Terimakasih Tuhan Yesus buat semua berkat dan kesempatan yang Tuhan berikan hingga aku sampai pada tahap yang luar biasa ini. Terimakasih buat semua alur cerita hidup dan perjuanganku, Tuhan luar biasa, tidak ada yang sama seperti-Mu yang selalu mengerti dan tahu bagaimana pribadiku. Tuhan selalu ada di setiap suka dukaku dan Tuhan tidak pernah membiarkan aku sendirian. Aku yakin dan percaya bahwa waktu-Nya Tuhan adalah waktu yang terbaik, bahkan apa yang Tuhan berikan dan sediakan selalu membuatku terharu bahkan apa yang tak pernah terpikirkan olehku sebelumnya itu yang Tuhan berikan. Muzijat-Mu nyata kurasakan di dalam hidupku.

Terimakasih mamak dan bapak ku yang kusayangi. Terimakasih sudah berjuang bersamaku melewati masa-masa sulit dan bahagia bersama. Terimakasih sudah selalu mau mendengarkan setiap keluh kesahku, kalian luar biasa. Terimakasih buat semua perjuangan, pengorbanan, doa - doa serta harapan mamak dan bapak untukku. Tetap doakan aku ya mak, pak, aku selalu membutuhkan kalian. Mamak bapak adalah orangtua yang hebat dan pahlawan di hidupku. Mamak dan bapak adalah salah satu alasan terbesarku mengapa aku harus selalu berjuang. Ada rasa bangga yang sangat besar sekali memiliki orangtua yang baik seperti kalian mak pak. Sungguh sangat berterimakasih diberikan orangtua hebat seperti kalian. Tetap sehat-sehat selalu ya mak pak. Jadilah saksi disetiap perjuanganku, aku sayang mamak dan bapak melebihi apapun. Kalian adalah semangatku dan support system terbaikku.

Terimakasih buat bang Ricky, Arion, Alpen, Giska dan adek pudan Paskah. Terimakasih juga buat Alm. oppung Kristi, Alm. Tua Perwi laki-laki, Tante Landri , Panggi Landri , Tua Perwi perempuan, Tante Gabriel, Tulang Rose, Tulang Kristi, Atturang Rose, Atturang Kristi, Oppung pael, Tulang Pael, Atturang Pael, semua abang

, kakak, adek-adekku dan orang-orang yang ikut berperan penting yang tidak dapat kusebutkan satu-per satu. Terimakasih sudah selalu menyemangatiku dan mendoakanku. Semoga kita semua selalu diberkati Tuhan Yesus dimanapun kita berada. Tetap saling support satu sama lain. Aku menyayangi kalian.

Terimakasih Lisa Wati sahabat satu-satunya selama kuliah yang selalu membantu aku dan selalu ku repotkan. Terimakasih sudah menjadi orang baik ya sa, semoga segala sesuatunya yang Lisa doakan dan harapkan berbuah baik dan diberkati Tuhan.

Terimakasih to Fernando Simanjuntak yang selalu siap membantu dan selalu ngajarin aku, terimakasih banyak to udah jadi teman kuliah dari semasa masih maba sampai berada di titik akhir perjuangan kuliah. Semoga kita sukses dan apapun cita-citamu semoga di berkati Tuhan Yesus. Tetap jadi orang baik ya to.

Terimakasih untuk Juda Simarmata, Raja Iyan Purba, Riswan Marpaung, Junestin Simanjuntak, Frengki Sipayung, Hordi Tobing, Eska Sumbayak dan Susan Sinaga. Terimakasih Banyak sudah bersedia membantu mengambil sampel tanah untuk penelitianku, semoga kita semua sukses dan selalu dalam lindungan dan penuh berkat dari Tuhan Yesus.

Terimakasih Kak Putri Purba, Kak Irma Simanjorang, Sari Jumaria Sipayung, Juitania Purba, Maradona Haloho, Sandi Simarmata, Ferdi Haloho, Iyan Pintu Batu, Ira Girsang dan Andre damanik. Terimakasih sudah ada dan mau menjadi temanku di perantauan ini. Terimakasih sudah mau membantu dan menolong bahkan menjadi tempat bercanda dan teman ceritaku. Sehat-sehat kita ya, sukses selalu buat kita dan Tuhan Yesus memberkati.

Terimakasih untuk kakak dan abang seniorku ANAK RANTAU (kak Regine Grace Tera, kak Cici Pangaribuan, bang Bangun siagian, bang Sendes Pane, kak Esra Butar-Butar, kak Norce Lumbantoran, kak Vendty Hutabarat, bang Hendi Siringo-ringo dkk) dan Keluarga HITA TEKNIK. Terimakasih ya abang dan kakak semua buat dukungan kalian, terimakasih udah mau berbagi ilmu dan pinjamin buku/TB (tugas besar) untukku. Semoga kakak dan abang semuanya selalu sehat dan sukses. God Bless Us.

Terimakasih juga buat semua teman-teman Teknik Sipil UPR angkatan 2015, Terimakasih untuk Kristian Situngkir, Sudiko Simanjuntak, Dedy Simamora, Bagas Tarigan, Jeremi Sitinjak, Asima Tobing, Given'sis Panjaitan, Eka Putri Yansasy, Cici Paramida. Terimakasih buat semua kesan-kesan baik nya. Akhirnya kita bisa melewati tahap demi tahap dunia perkuliahan. Mulai dari per TB-an yang sangat menguras otak, waktu, uang dan tenaga hingga masa-masa skripsweet yang gak ada sweet sweet nya sama sekali wkwkwk tapi finally semua bisa terlewati dengan baik dan air mata bahagia hahahaha.

Tidak lupa juga aku berterimakasih untuk team pelayananku di GKPS Palangka Raya. Terimakasih buat kakak-kakak GSM yang udah bantu dukungan doa dan nyemangatin aku terus. Terimakasih juga buat teman-teman Namaposo GKPS Palangka Raya dan Orangtua yang udah ikut serta mendukung dan mendoakanku. Semoga semua harapan, cita-cita dan doa kita diberkati Tuhan Yesus. Sukses dan semangat selalu buat kita semua.

Terimakasih buat dosen pembimbing akademik saya bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. Terimakasih buat bapak Ir. H. Suradji Gandi, M.T, selalu dosen pembimbing I skripsi saya, Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selalu dosen pembimbing II skripsi saya, bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku dosen pembahas/penguji I skripsi saya, bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku dosen pembahas/penguji II skripsi saya dan juga terimakasih kepada staff dan tata usaha jurusan Teknik Sipil ibu Yunita, SE dan pak john.

Terimakasih buat diriku sendiri yang sudah berjuang sejauh ini, tetap sehat tetap kuat dan semangat ya sra. Ada banyak hal yang menantimu didepan sana. Perjalanan kita masih panjang. Tetap lah berjuang, jangan ada kata menyerah karena semua kesulitan, semua masalah pasti ada jalan keluar/solusinya. Tetap percaya dan imani kalau kamu itu tidak akan pernah berjalan sendirian. Andalkan Tuhan disetiap saat di hidupmu tetap undang Tuhan untuk selalu hadir di setiap rencana dan perjalanan kehidupanmu. Berikan yang terbaik versi esra, karena aku berharga, aku bisa dan aku sayang aku. Terimakasih ya sraa....

RINGKASAN

HUBUNGAN NILAI BATAS CAIR DAN INDEKS PLASTISITAS TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN DENGAN PASIR TERHADAP NILAI KOHESI TANAH PADA UJI KUAT GESER LANGSUNG DAN UJI KUAT TEKAN BEBAS, Esra Yuliaty Girsang, 2022, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Tanah lempung merupakan jenis tanah dengan daya dukung rendah, pengaruh air sangat besar terhadap perilaku fisik dan mekaniknya. Pada tanah berbutir halus akan banyak dipengaruhi oleh air. Karena pada tanah berbutir halus, luas permukaan spesifik menjadi lebih besar, variasi kadar air akan mempengaruhi plastisitas tanah. Salah satu metode dalam usaha perbaikan tanah adalah dengan mencampur bahan pencampur seperti pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah lempung, sifat fisik pasir, mengetahui pengaruh penambahan pasir terhadap nilai batas cair dan plastisitas indeks tanah lempung dan untuk mengetahui hubungan batas cair dan plastisitas indeks tanah lempung yang disubstitusikan dengan pasir terhadap kohesi dan kuat tekan bebas. Penelitian ini menggunakan metode pengujian dilaboratorium dan analisis regresi linier. Berdasarkan pengujian sifat fisik tanah asli, menurut AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah lempung dalam kelompok A-7-6 (11) dan menurut USCS tanah diklasifikasikan dalam kelompok CL dengan jenis tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (*lean clays*) Berdasarkan pengujian sifat fisik tanah asli pasir, menurut AASHTO pasir tersebut diklasifikasikan dalam kelompok tanah A-3 dengan jenis tanah adalah pasir halus, dan menurut USCS pasir tersebut diklasifikasikan dalam kelompok SW atau pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus. Tanah lempung asli memiliki nilai batas cair (*Liquid Limit*) = 49,42% dan nilai plastisitas indeks (PI) = 23,12%, sedangkan pada tanah lempung dengan variasi campuran pasir terjadi penurunan nilai batas cair sebesar 64,75%, dan nilai plastisitas indeks 34,51% dari tanah lempung asli.

Dari persamaan regresi linear sederhana batas cair (*liquid limit*) dan kohesi tanah (c) didapat persamaan $Y = 0,0045x + 0,808$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,8989 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,808, plastisitas indeks tanah (PI) dengan kohesi tanah (c) didapat persamaan $Y = 0,005x + 0,1254$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,8737 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,7634, batas cair (*liquid limit*) dengan kuat tekan bebas (q_u) didapat persamaan $Y = 0,0183x - 0,1055$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9889 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,9779, plastisitas indeks tanah (PI) dengan kuat tekan bebas (q_u) didapat persamaan $Y = 0,0208x - 0,3129$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9743 dan nilai

koefisien determinasi (R^2) = 0,9493. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai batas cair dan plastisitas indeks tanah lempung maka nilai kohesi dan kuat tekan bebas juga semakin kecil.

Kata Kunci : Tanah lempung, Pasir, Uji Kuat Geser Langsung, Uji Kuat Tekan Bebas, Batas Cair, Plastisitas Indeks, Kohesi, Kuat Geser, Kuat Tekan Bebas.

SUMMARY

CONNECTION OF LIQUID LIMIT AND PLASTICITY INDEX OF CLAY SOIL SUBSTITUTED WITH SAND ON SOIL COHESION ON DIRECT SHEAR TEST AND UNCONFINED COMPRESSION TEST, Esra Yuliaty Girsang, 2021, Department/Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Palangka Raya University.

Clay soil is a type of soil with low bearing capacity, the influence of water is very large on its physical and mechanical behavior. In fine-grained soil will be much affected by water. Because in fine-grained soils, the specific surface area becomes larger, variations in water content will affect soil plasticity. One of the methods in soil improvement efforts is to mix mixing materials such as sand. This study aims to determine the physical properties of clay, physical properties of sand, determine the effect of adding sand to the liquid limit value and plasticity index of clay and to determine the relationship between the liquid limit and the plasticity index of clay substituted with sand on cohesion and free compressive strength. This study uses laboratory testing methods and linear regression analysis. Based on the physical properties test of the original soil, according to AASHTO the soil is classified as clay in group A-7-6 (11) and according to USCS the soil is classified in group CL with inorganic clay types with low to medium plasticity, gravel loam, sandy loam, loam. silty, lean clays Based on the physical properties of the original sand, according to AASHTO the sand is classified in the A-3 soil group with the soil type being fine sand, and according to the USCS the sand is classified in the SW group or well graded sand, gravel sand, with little or no fine grain. The original clay has a liquid limit value (Liquit Limit) = 49.42% and the value of plasticity index (PI) = 23.12%, while in clay with a mixture of sand there is a decrease in the liquid limit value of 64.75%, and the value of plasticity index 34.51% of the original clay.

From the simple linear regression equation, the liquid limit and soil cohesion (c) obtained the equation $Y = 0.0045x + 0.808$ with the correlation coefficient (r) = 0.8989 and the coefficient of determination (R²) = 0.808, the plasticity index of the soil (PI) with soil cohesion (c) obtained the equation $Y = 0.005x + 0.1254$ with correlation coefficient value (r) = 0.8737 and coefficient of determination (R²) = 0.7634, liquid limit with strong free compression (qu) the equation $Y = 0.0183x - 0.1055$ with correlation coefficient value (r) = 0.9889 and coefficient of determination (R²) = 0.9779, soil plasticity index (PI) with independent compressive strength (qu) the equation $Y = 0.0208x - 0.3129$ with correlation coefficient value (r) = 0.9743 and coefficient of determination (R²) = 0.9493. It can be concluded that the smaller the liquid limit value and the plasticity index of clay, the smaller the cohesion and free compressive strength values.

Keywords : *Clay, Sand, Direct Shear Test, Unconfined Compression Test, Liquid Limit, Plasticity Index, Cohesion, Shear Strength, Free Compressive Strength.*

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat karunia-Nya, sehingga penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “ **HUBUNGAN NILAI BATAS CAIR DAN INDEKS PLASTISITAS TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSIKAN DENGAN PASIR TERHADAP NILAI KOHESI TANAH PADA UJI KUAT GESER LANGSUNG DAN UJI KUAT TEKAN BEBAS** ” disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Sutan P. Silitonga, STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Deddy Nan Setya Putra Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing Akademik Penulis.

6. Ibu Veronika Happy, P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Ir. Suradji Gandi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama.
8. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
9. Bapak M.Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah 1.
10. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah 2.
11. Ibu Murniati, S.T., M.T. selaku Moderator.
12. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Rekan-rekan Mahasiswa dan Mahasiswi Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Proposal Skripsi ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang, Terima kasih.

Palangka Raya, April 2022

ESRA YULIATY GIRSANG
NIM. DAB 115 005

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah.....	6
2.2 Tanah Lempung (<i>Clay</i>)	7
2.3 Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah	8
2.3.1 Sifat Fisik Tanah	8
2.3.2 Sifat Mekanik Tanah	14
2.3.3 Pengujian Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	16
2.3.4 Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	17
2.4 Klasifikasi Tanah.....	18
2.5 Kohesi	26

Halaman

2.6 Stabilisasi Tanah	27
2.7 Pasir	28
2.8 Korelasi	29
2.9 Penelitian Terdahulu	31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Umum.....	32
3.2 Bahan Penelitian.....	32
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	33
3.4 Pengolahan Data di Laboratorium.....	33
3.4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli	34
3.4.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah	35
3.5 Perencanaan Campuran	36
3.6 Analisis Data	36
3.7 Bagan Alir Penelitian	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum.....	38
4.2 Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah.....	38
4.2.1 Klasifikasi Tanah.....	40
4.3 Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Mekanik Tanah	44
4.3.1 Pengujian Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>).....	44
4.3.2 Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	49
4.4 Hubungan Antara Nilai Batas Cair (LL) Dengan Kohesi Tanah (c).....	54
4.5 Hubungan Antara Nilai Plastisitas Indeks (PI) Dengan Kohesi Tanah (c)	56
4.6 Hubungan Antara Nilai Batas Cair (LL) Dengan Kuat Tekan Bebas (qu)	57

Halaman

4.7 Hubungan Antara Plastisitas Indeks (PI) Dengan Kuat Tekan Bebas (qu).....	59
4.8 Pembahasan	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	65

DAFTAR PUSTAKA	66
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

L1 Dokumentasi Penelitian	68
L2 Data Laboratorium Penelitian	74

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Jenis Tanah Terhadap Nilai Gs	10
Tabel 2.2 Standart Sieve Numbers dan Diameter Lubang Saringan.....	12
Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi AASHTO	22
Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	24
Tabel 2.5 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Unified</i>	25
Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu	31
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah.....	39
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Batas-Batas <i>Atterberg</i> Tanah Dan Variasi Campuran Pasir	39
Tabel 4.3 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO	42
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung Tanah Lempung Asli	45
Tabel 4.5 Nilai Kuat Geser Berdasarkan Uji Kuat Geser Langsung	48
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Asli.....	50
Tabel 4.7 Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Asli Dan Variasi Campuran Pasir	53
Tabel 4.8 Nilai Batas Cair Dan Kohesi Tanah (c)	54
Tabel 4.9 Nilai Plastisitas Indeks Dan Kohesi Tanah (c).....	56
Tabel 4.10 Nilai Batas Cair Dan Kuat Tekan Bebas (qu)	57
Tabel 4.11 Nilai Plastisitas Indeks Dan Kuat Tekan Bebas (qu).....	59
Tabel 4.20 Rekapitulasi Nilai Batas Cair (LL), Plastisitas Indeks (PI), Kohesi Tanah (c), KuatGeser Tanah Dan Kuat Tekan Bebas (qu)	61

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel	5
Gambar 2.1 Nilai-nilai Batas Atterberg Untuk Sekelompok Tanah	21
Gambar 2.2 Grafik Tegangan Normal dengan Tegangan Geser	26
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Batas Cair Dan Indeks Plastisitas	41
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Batas Cair Dan Indeks Plastisitas	43
Gambar 4.3 Grafik Uji Kuat Geser Langsung Tanah Lempung Asli	46
Gambar 4.4 Diagram Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ)	48
Gambar 4.5 Diagram Nilai Kuat Geser (τ)	49
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Asli	52
Gambar 4.7 Diagram Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)	53
Gambar 4.8 Diagram Nilai Kuat Geser (c_u)	54
Gambar 4.9 Grafik Regresi Linier Antara Batas Cair (LL) Dengan Kohesi Tanah (c)	55
Gambar 4.10 Grafik Regresi Linier Antara Plastisitas Indeks (PI) Dengan Kohesi Tanah (c)	56
Grafik 4.11 Grafik Regresi Linier Antara Batas Cair (LL) Dengan Kuat Tekan Bebas (q_u)	58
Grafik 4.12 Grafik Regresi Linier Antara Plastisitas Indeks (PI) Dengan Kuat Tekan Bebas (q_u)	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah memiliki peranan penting pada perencanaan dan pekerjaan suatu konstruksi bangunan sipil. Dalam hal ini tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi diatas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang harus diperhitungkan, kemudian dapat meneruskan ke dalam tanah sampai pada lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Adapun tanah yang biasa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu jenis tanah lempung dan pasir.

Tanah lempung merupakan jenis tanah dengan daya dukung rendah, pengaruh air sangat besar terhadap perilaku fisik dan mekaniknya. Tanah lempung memiliki kemampuan menyerap air yang cukup tinggi dan kondisi pengaliran air sangat rendah. Untuk itu dalam penggunaan tanah lempung sebagai bahan konstruksi, kadar air tanah memegang peranan yang sangat penting. Dalam bentuk massa yang kering, tanah lempung mempunyai kekuatan yang lebih besar dalam mendukung beban, dan hal tersebut akan sangat berlawanan jika tanah lempung pada kondisi basah. Pada tanah berbutir halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Karena pada tanah berbutir halus, luas permukaan spesifik menjadi lebih besar, variasi kadar air akan mempengaruhi plastisitas tanah.

Kondisi tanah pada suatu daerah tidak akan memiliki sifat tanah yang sama dengan daerah lainnya, namun tidak semua tanah memiliki kekuatan yang mampu mendukung konstruksi. Tanah yang mempunyai stabilitas baik adalah tanah yang mampu mendukung konstruksi besar. Sedangkan tanah yang kurang baik harus distabilisasi terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai pondasi pendukung dengan cara mencampur bahan pencampur seperti pasir, dan dilakukan penyelidikan pada batas cair dan plastisitas indeks tanah lempung untuk mengetahui hubungan dengan kohesinya secara mendalam.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka yang menjadi rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat-sifat fisik tanah lempung dari daerah Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah?
2. Bagaimana sifat-sifat fisik pasir dari daerah Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah?
3. Bagaimana pengaruh penambahan pasir terhadap nilai batas cair dan plastisitas indeks pada tanah lempung?
4. Bagaimana hubungan batas cair dan plastisitas indeks tanah lempung yang disubstitusikan dengan pasir terhadap kohesi dan kuat tekan bebas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik tanah lempung yang berasal dari daerah Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Mengetahui sifat-sifat fisik pasir dari daerah Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah?
3. Mengetahui pengaruh penambahan pasir terhadap nilai batas cair dan plastisitas indeks pada tanah lempung.
4. Mengetahui hubungan batas cair dan plastisitas indeks terhadap kohesi dan nilai kuat tekan bebas tanah yang disubstitusikan dengan pasir.

1.4 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, masalah yang akan dikaji dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut :

1. Sampel tanah lempung yang digunakan berasal dari daerah Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Sampel pasir yang digunakan berasal dari daerah Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah.

3. Pengujian dilakukan di laboratorium mekanika tanah Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
4. Pengujian sifat-sifat fisik tanah meliputi :
 - a. Pengujian Kadar Air Tanah
 - b. Pengujian Berat Volume/ Berat Isi Tanah
 - c. Pengujian Berat Jenis Tanah
 - d. Pengujian Analisa Saringan
 - e. Pengujian Analisa Hidrometer
 - f. Pengujian Batas-batas *Atterberg*
4. Pengujian sifat-sifat mekanik tanah meliputi :
 - a. Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)
 - b. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

1.5 Manfaat Penelitian

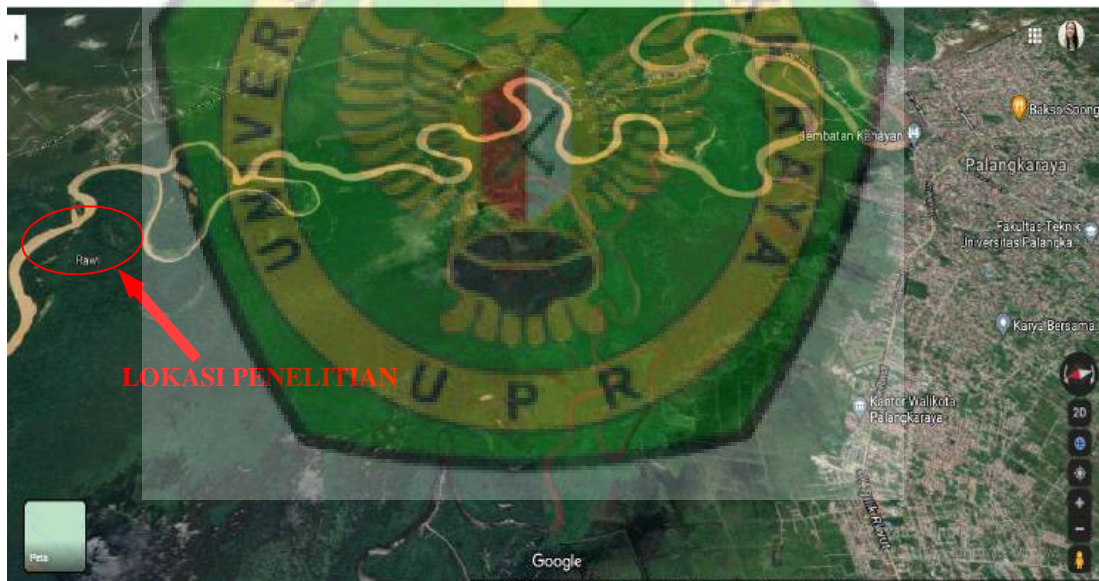
Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui lebih dalam tentang sifat-sifat fisik dan mekanik pada tanah lempung dari daerah Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

2. Dapat mengetahui hubungan batas cair, plastisitas indeks terhadap nilai kohesi tanah yang disubstitusikan dengan pasir.
3. Memberikan pengetahuan lebih kepada masyarakat maupun mahasiswa Teknik Sipil Universitas Palangka Raya khususnya yang berminat dalam ilmu pengetahuan geoteknik.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung ini dari daerah Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.



Sumber : Google Maps,(2021)

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah terbentuk dari terjadinya pelapukan batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat proses mekanis dan kimia. Pelapukan mekanis disebabkan oleh memuai dan menyusutnya batuan akibat perubahan panas dan dingin secara terus menerus yang akhirnya menyebabkan hancurnya batuan tersebut. Tiga bagian yang membentuk tanah, yaitu udara, air, dan partikel-partikel tanah itu sendiri kemudian membentuk suatu gumpalan yang mempunyai massa total tanah.

Pengertian tanah menurut Bowles (1984), tanah merupakan campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis unsur-unsur sebagai berikut :

1. Berangkal (*boulder*) adalah potongan batuan batu besar, biasanya lebih besar dari 200 mm – 300 mm dan untuk kisaran ukuran-ukuran 150 mm – 250 mm, batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
2. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm – 5 mm, yang berkisar dari kasar (3 mm – 5 mm) sampai halus ($< 1 \text{ mm}$).
3. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm – 0,074 mm.

4. Lempung (*clay*) adalah partikel yang berukuran lebih dari 0,002 mm, partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi dari tanah yang kohesif.
5. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam, berukuran lebih dari 0,01 mm.

Tanah didefinisikan sebagai suatu sistem tiga fase yang mengandung air, udara dan bahan-bahan mineral dan organik serta jasad-jasad hidup, yang karena pengaruh berbagai faktor lingkungan pada permukaan bumi dan kurun waktu, membentuk berbagai hasil perubahan yang memiliki ciri-ciri morfologi yang khas (Schoeder, 1972).

2.2 Tanah Lempung (*Clay*)

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Tanah lempung didefinisikan 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. Disini tanah di klasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan pada

ukurannya saja. Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung (*clay mineral*).

2.3 Sifat Fisik Tanah dan Sifat Mekanik Tanah

Sifat fisik tanah yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusunan massa tanah yang ada. Sedangkan sifat mekanik tanah merupakan sifat perilaku dari struktur massa pada tanah dikenai suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknis mekanis.

2.3.1 Sifat Fisik Tanah

1. Kadar Air Tanah

Pada dasarnya tanah terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian padat dan bagian rongga. Bagian padat terdiri dari partikel-partikel tanah yang padat sedangkan bagian rongga terisi oleh air dan udara. Untuk menentukan suatu kadar air dari tanah tersebut dapat dilakukan pengujian sampel tanah dengan membandingkan antara berat yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen. Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah.

2. Berat Volume/Isi Tanah

Berat isi tanah adalah berat suatu volume tanah dalam keadaan utuh, dinyatakan dalam gram/cm^3 . Kalau dalam berat jenis tanah yang dimaksud dalam volume tanah, hanya volume padatan tanah saja, sedangkan untuk berat isi volume tanah dalam hal ini termasuk dalam bahan padat dan ruang pori.

Faktor yang mempengaruhi berat isi tanah adalah besarnya ruang pori tanah, semakin besar ruang pori total tanah akan semakin kecil berat isi tanah. Tanah berpasir dan lempung berpasir umumnya berkisar antara $1,2 - 1,8 \text{ g/cm}^3$. Sedangkan tanah yang lebih halus antara $1,0 - 1,6 \text{ g/cm}^3$.

Berat isi tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang sering ditetapkan karena berkaitan erat dengan perhitungan penetapan sifat-sifat fisik tanah lainnya, seperti retensi air, ruang pori total (RPT), *coefficient of linear extensibility* (COLE), dan kadar air tanah. Kita perlu mengetahui berat isi tanah dan sifat-sifat fisik tanah lainnya karena dalam bidang pertanian data sifat-sifat fisik tanah tersebut diperlukan dalam beberapa aspek budidaya seperti optimalisasi pengolahan tanah, perhitungan penambahan kebutuhan air, pupuk, kapur dan pembenahan tanah pada satuan luas tanah sampai kedalaman tertentu selain itu berat isi tanah juga erat kaitannya dengan tingkat kepadatan tanah dan kemampuan akar tanaman menembus tanah.

3. Berat Jenis Tanah

Menentukan berat jenis tanah ialah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah cincin yang dimasukkan kedalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan dan cincin serta tanahnya ditimbang. Setelah mendapatkan nilai G_s , maka kita dapat menentukan macam tanah dari berat jenis tanah tersebut dengan nilai-nilai berat jenis tanah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Jenis Tanah Terhadap Nilai G_s

Jenis Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2.65 - 2.68
Pasir	2.65 - 2.68
Lanau Organik	2.62 - 2.68
Lempung Organik	2.58 - 2.65
Lempung Anorganik	2.68 - 2.75
Humus	1.37
Gambut	1,25- 1.80

Sumber: Hardiyatmo (2002)

4. Analisa Saringan

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil.

Penyaringan merupakan metode yang biasanya secara langsung untuk menentukan ukuran partikel dengan didasarkan pada batas-batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan. Tanah digolongkan kedalam 4 macam pokok sebagai berikut:

a. Batu kerikil dan pasir

Golongan ini terdiri dari pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk. Butir batu kerikil biasanya terdiri dari pecahan batu tetapi kadang mungkin pula terdiri dari suatu macam zat tertentu.

b. Lempung

Lempung terdiri dari butiran yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesif. Kohesif menyatakan bahwa bagiannya melekat satu sama lainnya. Sedang plastisitas merupakan sifat yang memungkinkan dapat diubah tanpa perubahan isi dan tanpa terjadi retakan.

c. Lanau

Lanau merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang plastis dan mudah ditembus air dari pada lempung dan memperlihatkan sifat dibatasi yang tidak terdapat dalam lempung. Dibatasi menunjukkan nilai perubahan isi apabila lanau diubah bentuknya.

Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah, analisis butiran merupakan pengujian yang sangat sering dilakukan. Analisis ukuran

butiran adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 1992) .

**Tabel 2.2 U.S. Standart Sieve Numbers dan Diameter
Lubang Saringan**

Nomor Saringan	Diameter Lubang (mm)
4	4.75
10	2.00
20	0.850
40	0.425
60	0.250
100	0.150
200	0.075

Sumber : United Soil Classification System, (1952)

5. Analisa Hidrometer (*Hydrometer*)

Analisa hydrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila suatu contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran, dan beratnya. Di laboratorium pengujian hydrometer dilakukan dalam silinder pengendap yang terbuat dari gelas dan memakai 50 gram contoh tanah yang kering oven dan lolos ayakan nomor 200. Kemudian dicampurkan dengan larutan pendispersi (pengendap) sesuai dengan kepekatan yang ada.

Tujuannya adalah untuk mengetahui pembagian butir (gradasi) tanah yang lolos saringan nomor 200 sehingga diketahui gradasi butiran tanah dengan lebih teliti.

6. Analisa Batas-Batas Atterberg

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair tanah adalah kadar air minimum di mana sifat suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Konsistensi dari lempung dan tanah-tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air dari tanah. Tanah yang telah lolos saringan no.40 dicampur dengan air suling, lalu dimasukkan ke mangkok *Casagrande*, lalu putar alat *Liquid Limit* dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah, lalu ambil sebagian tanah dan masukkan ke dalam oven selama 24 jam untuk menghitung kadar airnya metode yang digunakan dalam penentuan batas cair adalah ASTM.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis adalah kadar air dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis keadaan semi solid. Batas Plastis dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Pada cara uji ini, material tanah yang lolos saringan ukuran 0.425 mm atau saringan No.40, diambil untuk dijadikan benda uji kemudian dicampur dengan air suling atau air mineral hingga menjadi cukup plastis untuk digeleng/dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3 mm. Metode penggelengan dapat dilakukan dengan telapak tangan atau dengan alat penggeleng batas plastis (*prosedur alternatif*). Benda uji yang mengalami retakan setelah

mencapai diameter 3 mm, diambil untuk diukur kadar airnya. Kadar air yang dihasilkan dari pengujian tersebut merupakan batas plastis tanah.

2.3.2 Sifat Mekanik Tanah

1. Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Seperti material teknik lainnya, tanah mengalami penyusutan volume jika mengalami tekanan merata sekelilingnya. Apabila menerima tegangan geser, tanah akan mengalami distorsi dan apabila distorsi yang terjadi cukup besar, maka partikel-partikelnya akan terpeleset satu sama lain dan tanah akan dikatakan gagal dalam geser. Pada tanah tidak berkohesi, kekuatan gesernya hanya terletak pada gesekan antara butir tanah saja ($c = 0$), sedangkan pada tanah berkohesi dalam kondisi jenuh, maka $\phi = 0$ dan $S = c$. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar seperti ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

- a. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan pematatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada gesernya.
- b. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang gesernya.

Pengujian ini dimaksudkan untuk memperoleh tahanan geser tanah pada tegangan normal tertentu. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kuat geser tanah.

Suatu beban yang dikerjakan pada suatu massa tanah akan selalu menghasilkan tegangan dengan intensitas yang berbeda-beda di dalam zona berbentuk bola lampu di bawah beban tersebut.(Bowles,1993).

Kuat geser tanah sebagai perlawanan internal tanah terhadap persatuan luas terhadap keruntuhan atau pengerasan sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud (Das,1994).

Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi dan antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tau = f(\sigma) \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

τ = Tegangan geser pada saat terjadinya atau kegagalan (failure)

σ = Tegangan normal pada saat kondisi tersebut

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan (Hary Cristady, 2002). Coulomb (1776) mendefinisikan $f(\sigma)$ seperti pada persamaan sebagai berikut :

$$\tau = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan :

τ = Kuat geser tanah (kN/m²)

c = Kohesi tanah (kN/m²)

σ = Tegangan normal total

u = Tegangan air pori

φ = Sudut perlawanan geser efektif

Ada beberapa cara untuk menentukan kuat geser tanah, antara lain :

- a. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)
- b. Pengujian Triaksial (*Triaxial Test*)
- c. Pengujian Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)
- d. Pengujian Kipas Geser (*Vane Shear Test*)

2.3.3 Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Gaya geser diterapkan secara bertahap sampai terjadinya keruntuhan pada tanah. Keruntuhan terjadi diseluruh permukaan bidang geser. Percobaan ini diulang dengan pembebanan atau tegangan vertikal bervariasi. Uji geser langsung biasanya dilakukan beberapa kali pada sebuah contoh tanah dengan nilai Uji geser langsung merupakan pengujian parameter kuat geser tanah yang paling mudah dan sederhana.

Alat uji geser langsung dapat berbentuk lingkaran/bulat atau persegi panjang. Sebuah gaya normal P ditempatkan pada bagian atas kotak dan gaya horizontal F ditempatkan pada bidang horizontal. Akibat adanya beban vertikal dan horizontal yang bekerja pada alat akan menyebabkan terjadinya tegangan pada tanah. Tegangan tersebut berupa tegangan utama besar (*major principal stress*) dan tegangan utama kecil (*minor principal stress*) yang dapat menyebabkan tanah mengalami tegangan geser yang membentuk sudut terhadap bidang gesernya. Sedangkan tegangan utama sedang (*intermediate principal stress*) tetap bekerja merata disemua sisi tetapi tidak diperhitungkan karena tidak menyebabkan deformasi.

Uji geser dapat dikontrol tegangan ataupun regangannya. Dalam percobaan tegangan vertikal diatur sesuai kebutuhan dan rencana percobaan sementara tegangan normal yang berbeda-beda.

2.3.4 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Kuat tekan bebas adalah besarnya gaya aksial persatuan luas pada saat sampel tanah mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial telah mencapai 20%. (pilih yang lebih dahulu tercapai saat pengujian). Uji tekan bebas termasuk hal yang sangat khusus dari uji triaksial *unconsolidated-undrained* (tak terkonsolidasi-tak terdrainase). Kondisi pembebanan sama dengan yang terjadi pada uji triaksial, hanya tekanan selnya nol ($\sigma_3 = 0$). Tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji

berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada saat keruntuhannya, karena $\sigma_3 = 0$, maka :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan q_u adalah kuat tekan bebas (*unconfined compression strength*). Secara teoritis, nilai $\Delta\sigma_f$ pada lempung jenuh seharusnya sama seperti yang diperoleh dari pengujian-pengujian triaksial dengan benda uji yang sama. Sehingga diperoleh :

$$S_u = C_u = \frac{q_u}{2} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana S_u atau C_u adalah kuat geser undrained dari tanahnya. Uji kuat tekan bebas adalah salah satu cara untuk mengetahui geser tanah. Uji kuat tekan bebas bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif, baik dalam keadaan asli (*undisturbed*), buatan (*remoulded*) maupun tanah yang dipadatkan (*compacted*).

2.4 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah bertujuan 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 tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknik tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Bowles, 1989).

Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi.

Adapun sistem klasifikasi tanah yang telah umum digunakan adalah :

1. Sistem AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Official*)

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini telah mengalami beberapa perbaikan, yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Roadofthe Highway*

Research Board pada tahun 1945 (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M145).

Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

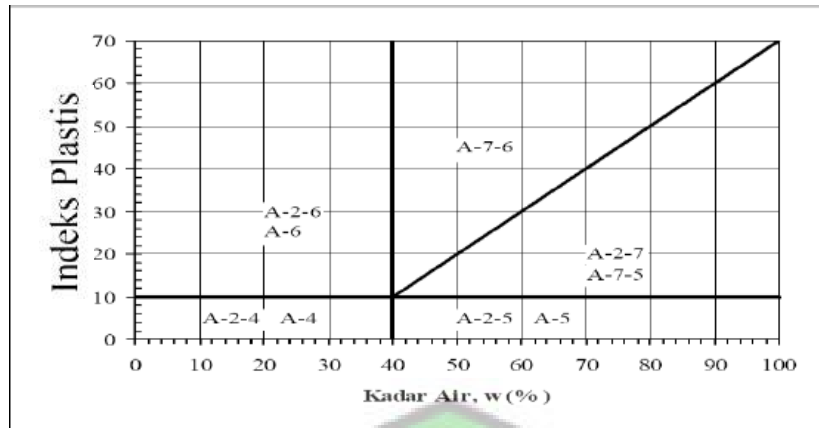
1) Ukuran Butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).

Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075 mm).

2) Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.



Gambar 2.1 Nilai-Nilai Batas Atterberg Untuk Subkelompok Tanah

- 3) Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) di temukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dileluarkan tersebut harus dicatat.

Apabila sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 2.3 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.

Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35 % atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						Tanah lanau - lempung (lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No. 200	≤50 ≤30 ≤15	--- ≤50 ≤25	--- ≥51 ≤10	--- --- ≤35	--- --- ≤35	--- --- ≤35	--- --- ≤35	--- --- ≥36	--- --- ≥36	--- --- ≥36	--- --- ≥36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	--- ≤6	--- NP	--- NP	≤40 ≤10	≥41 ≤10	≤40 ≥11	≥41 ≥11	≤40 ≤10	≥40 ≤10	≤40 ≥11	≥41 ≥11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						Biasa sampai jelek				

Sumber : Das, 1995.

Keterangan: * Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$

** Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$

2. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS)

Klasifikasi tanah sistem ini 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 Society for Testing and Materials* (ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Dalam USCS, suatu tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu :

1. 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*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Simbol kelompok diawali dengan **M** untuk lanau inorganik (*inorganic silt*), atau **C** untuk lempung inorganik (*inorganic clay*), atau **O** untuk lanau dan lempung organik. Simbol **Pt** digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah **W** - untuk gradasi baik (*well graded*), **P** - gradasi buruk (*poorly graded*), **L** - plastisitas rendah (*low plasticity*) dan **H** - plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Adapun menurut *Bowles*, 1991 kelompok-kelompok tanah utama pada sistem klasifikasi *Unified* diperlihatkan pada Tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	$w_L < 50\%$	L
Organik	O	$w_L > 50\%$	H
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles, 1991.

Klasifikasi sistem tanah *unified* 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.

Tabel 2.4 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified*

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi	
Tanah berbutir kasar > 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	
		Kerikil dengan Butiran halus	GP	
	Pasir > 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir dengan butiran halus	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	SW
			Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	SP
	Pasir dengan butiran halus	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	SM	
		Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	SC	
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung, batas cair ≤ 50%	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk-batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	ML
			Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	CL
			Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	OL
		Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	MH
Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)			CH	
Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			OH	
Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi			PT	

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus: Kurang dari 5% lolos saringan no. 200 GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200 GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No. 200. Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel

Kriteria Klasifikasi

$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$

$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW

Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$

Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$

$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$

$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$

Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$

Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol

Diagram Plastisitas:

Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.

Garis A : $PI = 0.73 (LL - 20)$

Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

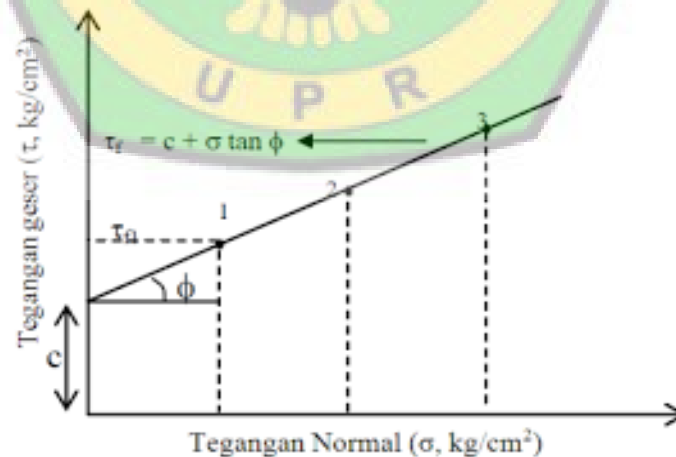
Sumber : Hary Christady, 1996.

Sumber : Hary Christady, 1996.

2.5 Kohesi

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antar partikel tanah. Bersama dengan sudut geser dalam, kohesi merupakan parameter 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 Triaxial Test dan Direct Shear Test (Kh Sunggono, 1984)

Menurut Das, (1995) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi tegangan normal (sumbu x) dan tegangan geser (sumbu y) dapat dilihat pada Gambar 2.3 Dari beberapa nilai tegangan normal dan tegangan geser didapatkan parameter kohesi (c)



Sumber: Das, (1995)

Gambar 2.2 Grafik Tegangan Normal Dengan Tegangan Geser

2.6 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul.
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisik pada tanah.
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).
5. Mengganti tanah yang buruk.

Pada umumnya cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan berikut (*Bowles*, 1991):

- a. Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.

- b. Bahan Pencampur (*Additiver*), yaitu penambahan kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir, dan pencampur kimiawi seperti semen, gamping, abu batubara, abu vulkanik, batuan kapur, gamping dan/atau semen, semen aspal, sodium dan kalsium klorida, limbah pabrik kertas dan lain-lainnya.

Metode atau cara memperbaiki sifat-sifat tanah ini juga sangat bergantung pada lama waktu pemeraman, hal ini disebabkan karena didalam proses perbaikan sifat-sifat tanah terjadi proses kimia yang dimana memerlukan waktu untuk zat kimia yang ada didalam *additive* untuk bereaksi.

2.7 Pasir

Secara partikel, ukuran partikel pasir besar dan sama atau seragam, bentuknya bervariasi dari bulat sampai persegi. Bentuk-bentuk yang dihasilkan dari abrasi dan pelarutan adalah sehubungan dengan jarak transportasi sedimen. Perilaku terjadinya massa disebabkan oleh jarak pori di antara butiran masing- masing yang bersentuhan. Mineral pasir yang lebih dominan adalah kwarsa yang pada dasarnya stabil, lemah dan tidak dapat merubah bentuk. Pada suatu saat, pasir dapat meliputi granit, magnetit dan *hornblende*. Karena perubahan cuaca di mana akan cepat terjadi pelapukan mekanis dan terjadi sedikit pelapukan kimiawi, mungkin akan ditemui mika, *feldspar* atau *gypsum*, tergantung pada batuan asal. Secara permeabilitas, pasir merupakan material yang mempunyai permeabilitas tinggi, mudah ditembus air. Kapilaritas pasir dapat dikatakan rendah, sehingga dapat diabaikan. Kekuatan hancur pasir diperoleh dari gesekan antar butiran. Dan berkenaan dengan kekuatan hancur,

perlu diperhatikan bahwa pada pasir lepas sedikit tersementasi dapat menyebabkan keruntuhan struktur tanah.

Dalam hal kemampuan berdeformasi, pasir bereaksi terhadap beban cepat seperti tertutupnya pori-pori dan padatnya butiran akibat pengaturan kembali. Deformasi atau perubahan bentuk pasir pada dasarnya plastis, dengan beberapa pemampatan elastis yang terjadi di dalam butiran-butiran. Jumlah pemampatan dihubungkan dengan gradasi kerapatan relatif dan besarnya tegangan yang bekerja. Kepekaan dan terjadinya kerapatan pasir disebabkan getaran keras dan material-material yang siap dipadatkan. Kehancuran dapat terjadi pada butiran-butiran pada saat tegangan-regangan yang bekerja relatif rendah.

2.8 Korelasi

Analisis korelasi adalah alat statistika yang dapat dipakai untuk menggambarkan derajat hubungan linier antara satu variabel dan variabel lainnya. Analisis korelasi sering kali digunakan bersama-sama dengan regresi untuk mengukur seberapa baik garis regresi menerangkan dari variabel tak bebas (Y). Korelasi juga dapat digunakan tanpa analisis regresi, namun hanya untuk mengukur derajat hubungan antara dua variabel.

Dari variabel-variabel yang akan dicari bentuk hubungannya terlebih dahulu hendaknya dijelaskan mana yang sebagai variabel bebas X dan mana yang sebagai variabel tak bebas Y. Bentuk hubungan yang paling sederhana antara variabel X dengan variabel Y adalah berbentuk garis lurus atau berbentuk hubungan linier yang

disebut dengan regresi linier sederhana atau sering disebut regresi linier saja dengan persamaan matematikanya adalah sebagai berikut:

$$Y = A + BX \dots\dots\dots(2.5)$$

Apabila A dan B mengambil nilai seperti: A= 0 dan B=1, persamaan (2.5) akan menjadi Y=X. Persamaan (2.5) adalah suatu bentuk persamaan yang paling sederhana dari regresi linier sederhana. Dari persamaan (2.5) A dan B disebut konstanta atau koefisien regresi linier sederhana atau parameter garis regresi linier sederhana. A disebut *intercept coefficient* atau intersep yaitu jarak titik asal atau titik acuan dengan titik potong garis regresi dengan sumbu Y dan B disebut *slope coefficient* atau *slup* yang menyatakan atau menunjukkan kemiringan atau kecondongan garis regresi terhadap sumbu X dari persamaan garis regresi (2.5) diatas, dalam hubungan tersebut terdapat satu variabel bebas X dan satu variabel tidak bebas Y. Dengan menggunakan program aplikasi *Microsoft Excel*, grafik dan korelasi X dan Y akan dapat digambarkan dan persamaan korelasinya juga dapat dimunculkan dalam grafik.

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Markus Manik; Iswan; Muhammad Jafri.	2015	Hubungan Batas Cair dan Plastisitas Indeks Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan ISS 2500 Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung dan Uji Tekan Bebas	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sampel tanah lempung yang telah distabilisasi dengan menggunakan ISS 2500 di dapatkan Tanah dari lokasi I termasuk dalam golongan A-6 dan tanah dari lokasi II termasuk dalam golongan A-7-6 sedangkan tanah III termasuk dalam golongan A-7-5 yang berarti termasuk dalam golongan tanah berlempung. Ketiga jenis tanah ini termasuk tanah lempung yang biasa sampai dengan jelek sebagai bahan tanah dasar. Semakin banyak volume larutan ISS 2500 dicampurkan pada tanah I, tanah II, tanah III, maka akan meningkatkan nilai kohesi tanah (c), tegangan maksimum (Qu). Pencampuran ISS 2500 dengan tanah lempung mengakibatkan nilai batas cair (LL) berada pada 42% – 47%
2	Syahreza Nurdian; Setyanto; Lusmeilia Afriani.	2015	Korelasi parameter kekuatan geser tanah dengan menggunakan uji triaksial dan uji geser langsung pada tanah lempung substitusi pasir	Dengan menggunakan analisis regresi linier berganda, didapatkan korelasi parameter kuat geser (c dan ϕ) antara hasil pengujian triaksial, pengujian geser langsung, dan sifat-sifat fisik tanah. Nilai ϕ kohesi hasil pengujian triaksial lebih besar 1,1 – 1,3 kg/cm ² daripada nilai kohesi uji geser langsung untuk kondisi basah dengan selisih rata-rata 1,26 kg/cm ² dan 0,7 – 0,9 kg/cm ² untuk kondisi kering dengan selisih rata-rata 0,892 kg/cm ² . Sedangkan nilai sudut geser hasil pengujian geser langsung untuk kondisi basah lebih besar 24° – 42° daripada sudut geser uji triaksial dengan selisih rata-rata 35,138° dan untuk kondisi kering lebih besar 1,7° – 19,7° daripada sudut geser uji triaksial dengan selisih rata-rata 11,56°.

Sumber : Penulis, (2021).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Memulai suatu pekerjaan/penelitian perlu adanya suatu rencana atau metode yang dapat mendekatkan pada tujuan dan sasaran yang diinginkan dari suatu penelitian, sehingga pada saat melakukan penelitian, hasil yang diinginkan tidak selisih jauh dari yang diharapkan. Dengan adanya suatu rencana atau metode kerja yang tepat pada suatu kegiatan yang dikerjakan akan dicapainya suatu hasil yang baik terutama terhadap penggunaan waktu, biaya, dan tenaga. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium, untuk mengetahui bagaimana pengaruh nilai batas cair dan plastisitas indeks tanah lempung dari Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah yang disubstitusikan dengan pasir halus yang terdapat di daerah Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah terhadap nilai kohesi tanah pada uji kuat geser langsung dan uji kuat tekan bebas. Dilanjutkan dengan pemilihan literatur yang tepat dan dapat digunakan sebagai pedoman untuk penelitian di laboratorium, sehingga dengan pedoman dari literatur tersebut maka di dapat data-data penelitian laboratorium dan data-data tersebut dipergunakan untuk penyelesaian tugas akhir ini nantinya.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang terdapat di

Daerah Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

2. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Pasir yang digunakan adalah pasir halus yang terdapat di daerah Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah.

3.3 Metode Pengambilan Sampel

Tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui karakteristik lapisan tanah secara visual mengenai warna, jenis tanah dan ukuran butiran dan pengambilan contoh tanah asli tidak terganggu (*undisturbed sampel*) dengan menggunakan tabung silinder untuk keperluan penyelidikan lebih lanjut di laboratorium. *Undisturbed sampel* adalah contoh tanah yang menunjukkan sifat asli tanah secara ideal tidak mengalami perubahan struktur dan kadar air.

3.4 Pengolahan Data di Laboratorium

Pelaksanaan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik, pengujian kuat geser langsung dan kuat tekan bebas pada tanah lempung. Tahap pengujian tersebut dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya. Dilakukan 3 kali percobaan pada masing-masing pengujian dan campuran. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan data.

3.4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Kadar air (*Water Content*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen. Pengujian berdasarkan ASTM D2216-98.

2. Berat Volume (*Volumetric Weight*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D2167.

3. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02.

4. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

5. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Pengujian

berdasarkan ASTM D4318-00.

6. Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

Tujuan pengujian analisa saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (\emptyset 0,075 mm). Pengujian berdasarkan ASTM D 422.

7. Analisa Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)

Tujuannya adalah untuk mengetahui pembagian butir (gradasi) tanah yang lolos saringan nomor 200 sehingga diketahui gradasi butiran tanah dengan lebih teliti. Pengujian ini berdasarkan ASTM D-422-63.

3.4.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pengujian kuat geser langsung (*direct shear*) dan pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression strenght*).

1. Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 3038-72 dengan memperoleh kuat geser tanah dengan percobaan geser langsung. Dimana tahanan geser diukur pada suatu cincin uji (*proving ring*), dan harga maksimum adalah kekuatan geser tanah pada bidang keruntuhan. Kuat geser tanah ini diperoleh dengan contoh tanah yang dibebani bermacam-macam beban tekan dan digambar suatu grafik dari tegangan geser terhadap tegangan tekan, biasanya memberikan suatu grafik garis lurus. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kohesi (c) dan sudut geser dalam

(ϕ). Dalam pengujian ini sampel tanah akan dicampur dengan pasir dengan presentase campuran yaitu 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% dan masing masing sampel terdiri dari 3 (tiga) sampel.

2. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfied Compression Strenght*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas (tanpa ada tekanan horizontal atau tekanan samping) q_u , dalam keadaan asli maupun buatan, dan juga untuk mengetahui derajat kepekaan tanah, *sensitivity* (ST). Dalam pengjian ini akan dilakukan 5 (lima) sampel tanah yang akan dicampur dengan pasir, dengan presentase campuran yaitu 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% dan masing masing sampel terdiri dari 3 (tiga) sampel. Hal ini dilakukan untuk memperoleh ketelitian dan keakuratan data dari masing-masing percobaan.

3.5 Perencanaan Campuran

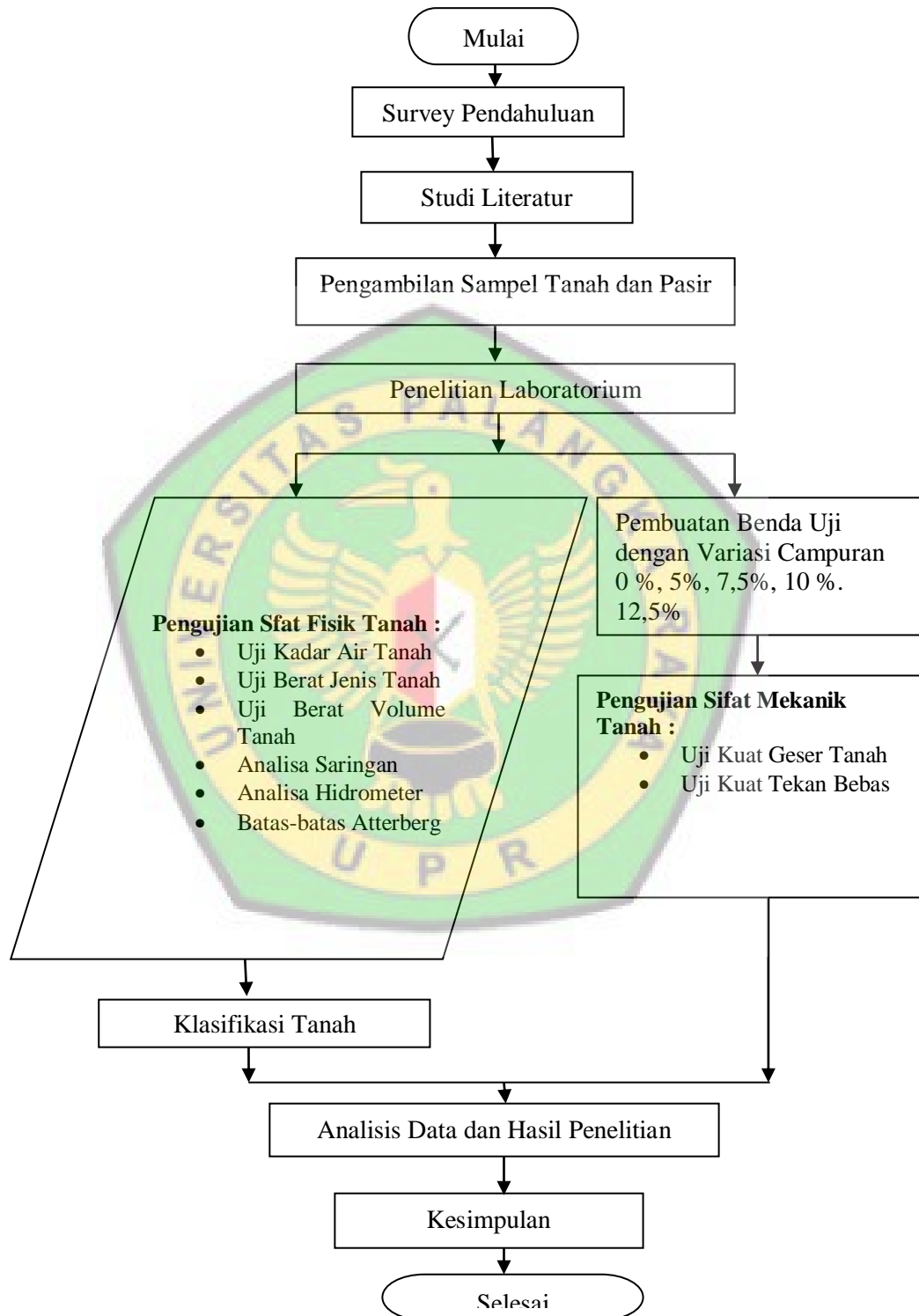
Pada pemerikasaan ini menggunakan campuran pasir halus. Komposisi campuran menggunakan pasir dengan persentase penambahan sebesar 0%, 5% dan 7,5%, 10%, 12,5%.

3.6 Analisis Data

Analisis data hasil pengujian akan diperoleh dengan mencari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi linear atau dengan menggunakan regresi yang paling sesuai untuk mendapatkan hubungan antara batas cair, plastis indeks dengan kohesi tanah.

3.7 Bagan Alir Penelitian

Skema penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang diambil dari daerah Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Berdasarkan dari hasil pengujian diperoleh kadar air (w) = 37,68%. Berat isi tanah (γ) = 1,24 g/cm³. Berat jenis (G_s) = 2,70. Batas cair (*Liquid Limit*) = 49,41%; Batas plastis (*Plastic Limit*) = 26,29%; Plastisitas Indeks (*Plasticity Index*) = 23,12%; Batas susut (*Shrinkage Limit*) = 15,36%; analisa saringan persentase lolos saringan No.200 = 57,54% dan nilai GI = 11%. Berdasarkan hasil klasifikasi tanah dengan sistem USCS, tanah tersebut masuk ke dalam kelompok CL dengan jenis tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang dan berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO tanah tersebut masuk ke dalam kelompok A-7-6 (11) dengan jenis tanah adalah lempung.
2. Pasir yang digunakan adalah pasir yang diambil dari daerah Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar air (w) = 7,15%. Berat isi (γ) = 1,65 g/cm³. Berat jenis (G_s) = 2,35.

Pemeriksaan analisa saringan yang lolos pada saringan No.200 = 9,32%. Berdasarkan hasil klasifikasi dengan sistem USCS pasir tersebut masuk dalam kelompok SW dengan jenis tanah adalah pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus dan berdasarkan sistem AASHTO pasir tersebut masuk ke dalam kelompok tanah A-3 dengan jenis tanah adalah pasir halus dan penilaian sebagai bahan tanah dasar baik.

3. Tanah lempung asli memiliki nilai batas cair = 49,42% dan nilai plastisitas indeks = 23,12%. Tanah lempung dengan campuran pasir 5% memiliki nilai batas cair = 46,00% dan nilai plastisitas indeks = 19,76%. Tanah lempung dengan campuran pasir 7,5% memiliki nilai batas cair = 44,20% dan nilai plastisitas indeks = 19,43%. Tanah lempung dengan campuran pasir 10% memiliki nilai batas cair = 39,90% dan nilai plastisitas indeks = 15,24%. Tanah lempung dengan campuran pasir 12,5% memiliki nilai batas cair = 32,00% dan nilai plastisitas indeks = 7,98%. Berdasarkan hasil pengujian batas-batas *atterberg* dapat dilihat bahwa tanah lempung dengan penambahan campuran pasir mengalami penurunan nilai batas cair dan plastisitas indeks dari tanah lempung asli.
4. Dari persamaan regresi linear sederhana batas cair (*liquid limit*) dan kohesi tanah (c) didapat persamaan $Y = 0,0045x + 0,808$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,8989 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,8080 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara batas cair (*liquid*

limit) dengan kohesi tanah (c). Hal ini dapat disimpulkan semakin besar batas cair (*liquid limit*) maka nilai kohesi tanah (c) semakin besar.

Dari persamaan regresi linear sederhana plastisitas indeks tanah (PI) dengan kohesi tanah (c) didapat persamaan $Y = 0,005x + 0,1254$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,8737 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,7634 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara plastisitas indeks (PI) dengan kohesi tanah (c). Hal ini dapat disimpulkan semakin besar nilai plastisitas indeks (PI) maka nilai kohesi tanah (c) semakin besar.

Dari persamaan regresi linear sederhana batas cair (*liquid limit*) dengan kuat tekan bebas (q_u) didapat persamaan $Y = 0,0183x - 0,1055$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9889 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,9779 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara batas cair (*liquid limit*) dengan kuat tekan bebas (q_u). Hal ini dapat disimpulkan semakin besar nilai batas cair (*liquid limit*) maka nilai kuat tekan bebas (q_u) semakin besar.

Dari persamaan regresi linear sederhana plastisitas indeks tanah (PI) dengan kuat tekan bebas (q_u) didapat persamaan $Y = 0,0208x - 0,3129$ dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9743 dan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,9493 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara plastisitas indeks (PI) dengan kuat tekan bebas (q_u). Hal ini dapat disimpulkan semakin besar nilai plastisitas indeks (PI) maka nilai kuat tekan bebas (q_u) semakin besar.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk pengujian sifat fisik dan mekanik tanah diharapkan menggunakan sampel tanah yang tidak terganggu dan dilakukan pengujian secepatnya setelah pengambilan sampel agar tanah tidak mengeras atau kering.
2. Perlu diadakan pengujian dengan variasi campuran pasir yang lebih banyak agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
3. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di labroatorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan pada saat penelitian sehingga diperoleh data yang akurat.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada jenis-jenis pasir lain yang akan digunakan sebagai bahan campuran pada tanah lempung.

DAFTAR PUSTAKA

- Atterberg, A. 1911. *Uber die Physikalische Bodenuntersuchung und uber die plastizitatder Tone*. Int. Mitt. Boden, Vol.1.
- Bowles, J.E (1991), *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. 1991. *Mekanika Tanah, Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. (1994), *Mekanika Tanah Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. (1995), *Mekanika Tanah Jilid I*. Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo (1992), *Mekanika Tanah I*. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C.2002.*Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kazuto Nakazawa, dkk (2002), *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Kh,Sunggono., (1984), *Mekanika Tanah*, NOVA, Bandung.
- Markus Manik, dkk 2015), *Hubungan Batas Cair dan Plastisitas Indeks Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan ISS 2500 Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung dan Uji Tekan Bebas*. UNILA, Lampung.
- Syahreza, dkk (2015), *Korelasi parameter kekuatan geser tanah dengan menggunakan uji triaksial dan uji geser langsung pada tanah lempung substitusi pasir*. UNILA, Lampung.

Syamroni, M (2013), *Studi Sifat mekanik Tanah Organik yang Distabilisasi*

Menggunakan Cornice Adhesive. UNILA, Lampung.

Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*.

Erlangga, Jakarta.

United Soul Classification System (1952), *U.S. Standart Sieve Numbers*.

