

SKRIPSI

**KORELASI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DAN UJI GESER
LANGSUNG TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI CAMPURAN
BELERANG, SEMEN DAN PASIR SIRKON**

Oleh :

GEOFANNY OCTARIYANA

NIM. DAB 116 049



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKARAYA

PALANGKARAYA

2022

**KORELASI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DAN UJI GESER
LANGSUNG TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI CAMPURAN
BELERANG, SEMEN DAN PASIR SIRKON**

SKRIPSI

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

Oleh :

GEOFANNY OCTARIYANA

NIM. DAB 116 049

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

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



(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

KORELASI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DAN UJI GESER LANGSUNG TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI CAMPURAN BELERANG, SEMEN DAN PASIR SIRKON


SKRIPSI

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

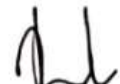
Oleh :
GEOFANNY OCTARIYANA
NIM. DAB 116 049

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:
Hari/Tanggal : Selasa, 5 April 2022
Waktu : 11.00 – 13.00 WIB
Tempat : Ruang Ujian Jurusan Teknik Sipil


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


..... (Pembimbing Utama/Pertama)

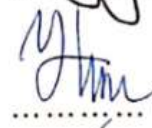
2. **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.**
NIP. 19720219 199702 2 001


..... (Pembimbing Pendamping/Kedua)

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


..... (Anggota)


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


..... (Anggota)

Mengetahui:


Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,


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

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,




Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Geofanny Octariyana
NIM : DAB 116 049
Tempat,Tanggal lahir : Palangka Raya, 04 Oktober 1998
Status : Belum Menikah
Agama : Kristen Protestan
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat di Palangka Raya : Jl. Merpati No. 13
No. Telp Rumah : -
Alamat Asal : Jl. Merpati No. 13
Email : geofannyoctariyanaa@gmail.com
No Hp : 089602143450
No WA : 089602143450
Facebook : -
Instagram : geofannyoct
Line : -
Nama Ayah : Makhfus Saleh
Pekerjaan Ayah : Pensiunan
Alamat : Jl. Merpati No. 13
No. Hp : 0811 5200 38
Nama Ibu : Surianti
Pekerjaan Ibu : -
Alamat : -
No. HP : -
Wali : -



Riwayat Pendidikan*)

- TK : TK Tunas Rimba II Palangka Raya (2003-2004)
- SD : SDN- 9 Palangka (2004-2010)
- SLTP : SMPN- 2 Palangka Raya (2010-2013)
- SLTA : SMAN- 2 Palangka Raya (2013-2016)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya bulan September 2016

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan rahmat pertolongan dan anugerahNya melalui orang-orang yang membimbing dan mendukung dengan berbagai cara sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu saya (Surianti)(✚) dan Ayah saya (Makhfus Saleh) yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Untuk ibu dan ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku serta selalu membimbing melalukan hal yang lebih baik, Terima kasih Ibu dan Ayah.

Sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan karya ini untuk kakakku (Ka Odi) dan adikku (Vira). Terima kasih telah memberikan semangat dan dukungan secara moril dan materiil dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Terimakasih banyak-banyak untuk sahabat-sahabatku Yunda, Wulan, Evia, Jejes dan Ummi yang selalu ada dan setia memberikan motivasi, semangat dan dukungan walau dimanapun kalian berada.

Untuk teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2016, terima kasih banyak atas segala bentuk dukungan dan kebaikan yang telah kalian perbuat dalam kehidupan perkuliahan saya yang tidak akan pernah saya lupakan, semoga kita bisa bertemu lagi dengan keadaan sukses.

Terima kasih juga kepada dosen pembimbing saya, Bapak Ir. Suradji Gandi, M. M dan Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. yang telah membimbing dan mengarahkan pada saat penulisan Skripsi ini. Serta terima kasih kepada dosen penguji Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T., Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. dan Bapak Raden Haryo Saputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat penting kepada saya sehingga terselesaikannya Skripsi ini.

SURAT PERNYATAAN

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

Palangka Raya, April 2022

Yang membuat pernyataan



GEOFANNY OCTARIYANA

NIM. DAB 116 049

RINGKASAN

KORELASI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DAN KUAT GESER LANGSUNG TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI CAMPURAN BELERANG, SEMEN DAN PASIR SIRKON, Geofanny Octariyana, 2022, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Tanah lempung dikategorikan sebagai tanah yang bersifat kurang menguntungkan secara teknis untuk mendukung pekerjaan konstruksi, karena tanah lempung memiliki banyak masalah serta merugikan pada saat sebelum dan sesudah membangun bangunan di atasnya. Oleh karena itu diperlukan adanya perbaikan tanah guna meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung, mengetahui nilai kuat tekan bebas dan kuat geser tanah lempung setelah disubstitusi dengan belerang, semen dan pasir sirkon, mengetahui korelasi kuat tekan bebas tersebut terhadap kuat geser langsung pada tanah lempung yang disubstitusi campuran belerang, semen dan pasir sirkon.

Penelitian ini dimulai dengan menentukan lokasi pengambilan sampel, melakukan pengambilan sampel tanah, pengujian laboratorium dan analisis hasil. Lokasi pengambilan sampel tanah yaitu di Jl.Tjilik Riwut km.10 Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Kemudian dilakukan pengujian laboratorium yang meliputi pemeriksaan sifat fisik tanah (kadar air, berat jenis, berat volume, batas-batas atterberg, analisis saringan & analisis hidrometer) dan pengujian sifat mekanik (kuat tekan bebas & kuat geser langsung tanah lempung asli dan tanah dengan tambahan bahan campuran). Lalu dari hasil pengujian laboratorium dilakukan analisis data yaitu menentukan korelasi hasil uji kuat tekan bebas dan kuat geser langsung tanah lempung.

Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisik tanah, didapat nilai persentase tanah lolos saringan No.200 adalah 51,54% > 50%, nilai batas cair (LL)= 42,79%, indeks plastisitas (IP)= 16,95% dan GI= 6%. Menurut klasifikasi USCS disimpulkan bahwa tanah termasuk ke dalam kelompok CL. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah termasuk ke dalam tanah berlempung dengan kondisi sedang sampai buruk dan termasuk dalam klasifikasi kelompok A-7-6 (6). Hasil pengujian sifat mekanik didapat nilai hasil uji kuat tekan bebas sampel tanah asli yaitu $q_u=0,222 \text{ kg/cm}^2$ dan hasil uji sampel tanah dengan campuran mengalami kenaikan sebesar 116% menjadi $q_u= 0,479 \text{ kg/cm}^2$. Pada uji geser langsung, sudut geser mengalami kenaikan 102% berkisar antara $15,38^0$ sampai dengan $31,12^0$ dan nilai kohesi turun sebesar 0,44% berkisar antara $0,1328 \text{ kg/cm}^2$ menjadi $0,0742 \text{ kg/cm}^2$, dengan nilai kuat geser berkisar antara $0,1567 \text{ Kg/cm}^2$ menjadi $0,1267 \text{ Kg/cm}^2$, terjadi penurunan nilai kuat geser sebesar 19% pada penambahan campuran. Nilai koefisien korelasi 0,7836 menunjukkan hubungan antara hasil uji kuat tekan bebas dan hasil uji geser langsung memiliki hubungan yang kuat dan termasuk korelasi dimana $r= -1$ yang artinya jika nilai x naik, maka nilai y turun dan berlaku sebaliknya.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Uji Kuat Tekan Bebas, Uji Geser Langsung.

SUMMARY

CORRELATION OF THE RESULTS OF UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH TEST AND DIRECT SHEAR TEST OF CLAY SOIL WHICH SUBSTITUTED BY THE MIXTURE OF SULPHUR, CEMENT AND ZIRCON SAND, Geofanny Octariyana, 2022, Civil Engineering Department/Study Program Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Clay is categorized as less technically profitable land to support construction work, because clay soil has many problems and disadvantages in the time before and after building buildings on it. Therefore, there is a need for land improvement to increase the carrying capacity of the land. The purpose of this study is to find out the physical and mechanical properties of clay soil, know the strong value of free press and strong shear clay soil after being substituted with sulfur, cement and sircon sand, knowing the strong correlation of free press to strong shear directly on clay soil substituted mixture of sulfur, cement and sircon sand.

The study began by determining the location of sampling, conducting soil sampling, laboratory testing and analysis of results. The location of soil sampling is at Jl.Tjilik Riwut km.10 Katingan Regency, Central Kalimantan. Laboratory testing then is carried out which includes examination of the physical properties of the soil (moisture content, type weight, volume weight, atterberg boundaries, sieve analysis & hydrometer analysis) and testing of mechanical properties (strong free press & strong direct shearing of the original clay soil and soil with additional mixed materials). Then from the results of laboratory testing conducted data analysis that determines the correlation of the results of strong tests of free press and strong shear directly sliding clay soil.

Based on the results of the examination of the physical properties of the soil, the percentage value of soil passed by filter No.200 is 51.54% > 50%, the liquid limit value (LL)= 42,79%, the plasticity index (IP) = 16.95% and GI = 6%. According to the USCS classification it was concluded that the soil belongs to the CL group. Based on the AASHTO classification, soil belongs to a containerized soil with moderate to poor conditions and belongs to the classification of group A-7-6 (6). The results of the mechanical nature test obtained the value of the test results of the original hard press free soil sample which is $q_u = 0.222 \text{ kg / cm}^2$ and the results of the soil sample test with a mixture increased by 116% to $q_u = 0.479 \text{ kg / cm}^2$. In the direct shear test, the shear angle increased by 102% ranging from 15,380 to 31,120 and the cohesion value decreased by 0.44% ranging from 0.1328 kg/cm² to 0.0742 kg/cm², with the shear strength value ranging from 0.1567 Kg/cm² to 0.1267 Kg/cm², a decrease in the strength of the shear value of 19% on the addition of the mixture. The correlation coefficient value of 0.7836 indicates the relationship between the results of the free press strong test and the results of the direct shear test has a strong relationship and includes a correlation where $r = -1$ which means that if the value x rises, then the value y goes down and applies vice versa.

Keywords: *clay, unconfined compressive test, direct shear test.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa dipanjatkan atas rahmat dan karunia-Nya penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan sehingga dapat diseminarkan dan ditinjau kebalikan untuk diperbaiki.

Skripsi dengan judul **“KORELASI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DAN UJI GESER LANGSUNG TANAH LEMPUNG YANG DISUBSTITUSI CAMPURAN BELERANG, SEMEN DAN PASIR SIRKON”** disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Kasih Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan serta doa tulus yang tiada henti sampai tahap ini.
3. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

6. Bapak Dr. Deddy N. S. P. Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
8. Ibu Veronika Happy, S.T., M.T. selaku Seretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
9. Bapak Raden Haryo Saputra, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
10. Bapak Ir. H. Suradji Gandi, M.M selaku Ketua Penguji/ Penguji 1 Skripsi.
11. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Sekretaris/ Penguji 2 Skripsi.
12. Bapak M. Ikhwan Yani, S. T., M. T. selaku Penguji 3 Skripsi.
13. Bapak Okrobianus Hendri, S. T., M. T. selaku Penguji 4 Skripsi.
14. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
15. Rekan-rekan Mahasiswa dan Mahasiswi Teknik Sipil Angkatan 2016.
16. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya, April 2022



GEOFANNY OCTARIYANA
NIM. DAB 116 049

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BIODATA PENULIS	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Lokasi Pengambilan Sampel.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Lempung	5
2.2 Stabilisasi Tanah.....	5
2.3 Belerang.....	6
2.4 Semen.....	7

2.5 Pasir Sirkon.....	7
2.6 Kuat Geser Tanah	8
2.6.1 Definisi Kuat Geser Tanah	8
2.6.2 Teori Kuat Geser Tanah.....	8
2.6.3 Pengujian Kuat Geser Tanah	11
2.7 Teori Statistik Mengenai Korelasi	16
2.8 Korelasi Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser Langsung	19
2.9 Penelitian Terdahulu	21

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Sampel Tanah	22
3.2 Penelitian di Laboratorium..	22
3.2.1 Pemeriksaan Kadar Air.....	22
3.2.2 Pemeriksaan Berat Jenis	23
3.2.3 Pemeriksaan Batas Atterberg.....	23
3.2.3.1 Pemeriksaan Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	23
3.2.3.2 Pemeriksaan Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	23
3.2.4 Pemeriksaan Berat Volume	23
3.2.5 Pemeriksaan Analisis Saringan (<i>Sieve Analysis</i>).....	24
3.2.6 Pemeriksaan Analisis Hidrometer (<i>Hydrometer Analysis</i>)	24
3.2.7 Pengujian Sifat Mekanik Tanah.....	24
3.2.7.1 Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compressive</i> <i>Strength Test</i>)	24
3.2.7.2 Pengujian Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	24

3.3	Perencanaan Campuran.....	25
3.4	Analisis Data.....	25
3.5	Bagan Alir.....	26

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Umum	27
4.2	Hasil Penelitian.....	27
4.2.1	Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah	27
4.2.2	Klasifikasi Tanah	31
4.2.2.1	Sistem Klasifikasi USCS	31
4.2.2.2	Sistem Klasifikasi AASHTO	32
4.3	Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah	34
4.3.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	34
4.3.2	Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung	37
4.3.2.1	Perhitungan Kuat Geser Tanah (τ).....	40
4.4	Analisis Data.....	42
4.4.1	Korelasi Kuat Tekan Bebas dan Kuat Geser Langsung.....	42

BAB V KESIMPULAN

5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan Antara Sifat Mekanis Tanah dengan Kuat Tekan Bebas	12
Tabel 2.2	Konsistensi dan Korelasi <i>Unconfined Compression Strength</i> Terhadap <i>Shear Strength</i> Pada Tanah Kohesif (Lempung).....	19
Tabel 2.3	Penelitian Terdahulu.....	21
Tabel 3.1	Perencanaan Komposisi Campuran	25
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Lempung	30
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO.....	33
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Asli	34
Tabel 4.4	Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Bebas dengan variasi Campuran	35
Tabel 4.5	Pengujian Kuat Geser Langsung pada Sampel Tanah Lempung Asli	37
Tabel 4.6	Rekapitulasi Uji Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung Asli	39
Tabel 4.7	Rekapitulasi Nilai Hasil Uji Geser Langsung pada Tanah Lempung Asli	41
Tabel 4.8	Korelasi Hasil Uji Kuat Tekan Bebas dan Uji Geser Langsung	42
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Manual Regresi Korelasi Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser Langsung	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel	4
Gambar 2.1 Garis Keruntuhan Menurut Mohr dan Hukum Keruntuhan Mohr- Coulomb (Hardiyatmo, 2002)	10
Gambar 2.2 Skema Uji Tekan Bebas (Hardiyatmo, 2006)	13
Gambar 2.3 Korelasi dimana $r = 0$	17
Gambar 2.4 Korelasi dimana $r = +1$	18
Gambar 2.5 Korelasi dimana $r = -1$	18
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas.....	32
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Regangan dan Tegangan (Sampel Tanah Lempung Asli	35
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Hasil Uji Kuat Tekan Bebas dengan Variasi Campuran.....	36
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kuat Geser dengan Variasi Campuran.....	36
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser (Sampel Tanah Lempung Asli)	38
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Sudut Geser Dalam dengan Variasi Campuran.....	39
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Nilai Kohesi (c) dengan Variasi Campuran.....	40
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Hasil Uji Geser Langsung Pada Tanah dengan Variasi Campuran.....	41

Gambar 4.9 Grafik Regresi Korelasi Sederhana Nilai Kuat Tekan Bebas dan Kuat Geser Langsung	43
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian Di Lapangan	48
Lampiran 2 Dokumentasi Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah.....	49
Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian Sifat Mekanik Tanah	57
Lampiran 4 Dokumentasi Bahan Campuran	61
Lampiran 5 Laporan Hasil Data Penelitian Di Laboratorium.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah dan karakteristiknya merupakan bagian yang esensial dari suatu struktur, karena hampir seluruh bangunan struktur terletak di atas tanah atau menggunakan tanah sebagai bahan materialnya. Salah satu karakteristik tanah yang akan dibahas pada penulisan skripsi ini, adalah mengenai korelasi pada tanah lempung dengan uji kuat tekan dan uji kuat geser yang disubstitusi campuran belerang, semen dan pasir sirkon. Tanah lempung yang akan diteliti yaitu berasal dari Jl.Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Tanah lempung pada lokasi tersebut mempunyai kemampuan yang rendah untuk mendukung beban dan sifat kuat geser yang rendah sehingga perlu distabilisasi sebelum dilakukan pembangunan di atasnya.

Uji Kuat Tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. Kekuatan geser (*Shear Strength*) tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja per satuan luas masa tanah untuk menahan keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam masa tanah tersebut.

Analisis korelasi merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih yang bersifat kuantitatif. Dapat diartikan bahwa adanya perubahan sebuah variabel disebabkan

atau akan diikuti dengan perubahan variabel lain. Dalam penelitian ini merupakan bentuk hubungan perubahan antara kuat tekan dan kuat geser tanah lempung yang disubstitusi campuran belerang, semen dan pasir sirkon.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung pada Jl.Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah?
2. Bagaimana nilai kuat tekan bebas dan kuat geser tanah lempung setelah disubstisusi dengan belerang, semen dan pasir sirkon?
3. Bagaimana korelasi kuat tekan bebas (q_u) tersebut terhadap kuat geser langsung (τ) pada tanah lempung yang telah disubstitusi dengan belerang, semen dan pasir sirkon?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung.
2. Mengetahui nilai kuat tekan bebas dan kuat geser tanah lempung setelah disubstisusi dengan belerang, semen dan pasir sirkon.
3. Mengetahui korelasi kuat tekan bebas (q_u) tersebut terhadap kuat geser langsung (τ) pada tanah lempung yang telah disubstitusi campuran belerang, semen dan pasir sirkon.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian ini, perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Tanah yang digunakan adalah berasal dari Jl.Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah.
2. Bahan pencampur yang digunakan adalah belerang, semen dan pasir sirkon.
3. Pemeriksaan sifat fisik tanah yang dilakukan yaitu:
 - a. Pemeriksaan kadar air
 - b. Pemeriksaan Berat jenis
 - c. Pemeriksaan Batas atterberg
 - d. Pemeriksaan Analisis saringan
 - e. Pemeriksaan Analisis hydrometer
 - f. Pemeriksaan Berat volume
4. Pengujian sifat mekanik tanah yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) dan pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*) pada tanah lempung yang disubstitusi dengan variasi campuran belerang, semen dan pasir sirkon.
5. Pengujian kuat tekan bebas dan kuat geser langsung pada tanah lempung dengan variasi campuran belerang 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, semen 8% dan pasir sirkon 10%.

6. Pemeriksaan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan:

1. Memberikan pengetahuan tentang sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung.
2. Memberikan informasi tentang perilaku tanah lempung yang disubstitusi campuran belerang, semen dan pasir sirkon.
3. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang material.

1.6 Lokasi Pengambilan Sampel

Tanah yang akan digunakan sebagai sampel dari penelitian ini adalah tanah lempung yang berasal dari Jl. Tjilik Riwut km. 10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah, dengan koordinat: $1^{\circ}54'16''\text{S}$ $113^{\circ}19'24''\text{E}$.



(Sumber: earth.google.com)

Gambar 1.1 Lokasi Pengambilan Sampel

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Terzaghi,1987).

Bowles (1991) mendefinisikan tanah liat atau lempung sebagai deposit yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm. Tanah lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau al kali, oksigen, dan karbon dioksida (Grim,1953).

2.2 Stabilisasi Tanah

Soedarmo (1997) menjelaskan tujuan dari stabilisasi tanah yaitu:

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi dan atau tahanan geser yang timbul.
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan sifat fisik dari material tanah.

4. Menurunkan muka air (drainase tanah).
5. Mengurangi permeabilitas.

Bowles (1984) Stabilisasi tanah dalam realisasinya terdiri salah satu atau gabungan pekerjaan-pekerjaan berikut:

1. Mekanis, stabilisasi dengan berbagai macam alat mekanis seperti: mesin gilas, benda-benda berat yang dijatuhkan (pounder), peledakan dengan alat peledak, tekanan statis, pembekuan, pemanasan, dan lain-lain.
2. Bahan pencampur/tambahan seperti: kerikil untuk kohesif (lempung), lempung untuk tanah berbutir kasar, pencampuran kimiawi (semen portland, gamping/kapur, abu batubara, semen aspal dan lainnya).

2.3 Belerang

Belerang atau sulfur adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang S dan nomor atom 16. Belerang merupakan unsur non-logam yang tidak berasa. Dalam bentuk aslinya, belerang adalah sebuah zat padat kristalin kuning. Di alam, belerang dapat ditemukan sebagai unsur murni atau sebagai mineral-mineral pada gunung berapi sulfida dan sulfat. Salah satu contoh penggunaan umum belerang adalah dalam pupuk. Selain itu, belerang juga digunakan dalam bubuk mesiu, korek api, insektisida, dan fungisida (Petrucci, Ralph H., 1985). Stabilisasi tanah dengan Belerang yaitu mencampur tanah dengan Belerang yang sudah di hancurkan menjadi bubuk atau yang telah dilelehkan pada lokasi pekerjaan di lapangan untuk merubah sifat-sifat tanah tersebut menjadi material yang lebih baik

yang memenuhi ketentuan sebagai bahan konstruksi yang diijinkan dalam perencanaan.

2.4 Semen

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan kedalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen portland, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air. Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mencampurkan batu kapur yang mengandung kapur (CaO) dan lempung yang mengandung silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3) dalam oven dengan suhu kira-kira 145°C sampai menjadi klinker (Muda A, 2011).

2.5 Pasir Sirkon

Pasir sirkon merupakan mineral zirconium yang paling banyak di bumi. Zircon ditemukan dalam bentuk mineral aksesori pada batuan baku hasil pembekuan magma yang kaya akan silika seperti granit, pegmatite dan *nepheline syenite*. Batuan sedimen juga mengandung zircon namun dalam jumlah kecil.

Zircon ditemukan terkonsentrasi dengan mineral berat lainnya seperti ilmenit, rutil, monazite, leucoxene dan garnet pada pasir sungai dan pantai dengan kandungan utama besi dan titanium. Zircon juga merupakan mineral yang bersifat tahan korosi dan kestabilan pada temperatur tinggi yang baik. Zircon tidak larut

dalam air namun larut dalam larutan asam serta dapat mengendap pada larutan basa. Pada umumnya warna dari zircon bervariasi dari putih bening, kuning, kehijauan, coklat kemerahan, kuning kecoklatan, hingga gelap. Sistem kristalnya dapat berupa monoklinik, heksagonal, tetragonal dan dipiramid. Berat jenis dari zircon 4,6-5,8 (Hakam A, 2010).

2.6 Kuat Geser Tanah

2.6.1 Definisi Kuat Geser tanah

Kekuatan geser suatu tanah dapat didefinisikan sebagai tahanan maksimum dari tanah terhadap tegangan geser di bawah suatu kondisi yang diberikan (Smith, 1992). Kuat geser tanah sebagai perlawanan internal tanah terhadap persatuan luas terhadap keruntuhan atau pengerasan sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud (Das, 1994).

Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) adalah kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan kelembaban tertentu (Head, 1982). Kekuatan geser dapat diukur di lapangan maupun di laboratorium. Pengukuran di lapangan antara lain dapat dilakukan menggunakan *vane shear*, *plate load* dan tes penetrasi. Pengukuran di laboratorium meliputi penggunaan *miniatur vane shear*, *direct shear*, *triaxial compression*, *unconfined compression* (Sallberg, 1965) dan *fall-cone soil shear strength*.

2.6.2 Teori Kuat Geser tanah

Mohr (1910) mengatakan kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Kuat

geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan (Hardiyatmo, 2002).

Coulomb (1776) mendefinisikan $f(\sigma)$ seperti pada persamaan sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad (2-1)$$

dengan:

τ : Kuat geser tanah (kN/m²)

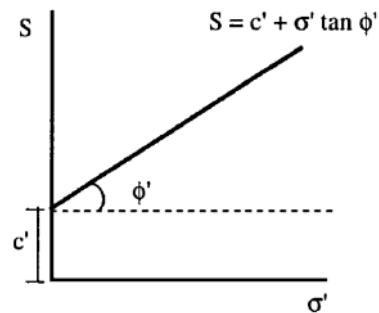
c : Kohesi tanah (kN/m²)

ϕ : Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal (°)

σ : Tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m²)

Garis keruntuhan (failure envelope) menurut Coulomb (1776) berbentuk garis lengkung seperti pada Gambar 2.1 di mana untuk sebagian besar masalah-masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup didekati dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal dan kekuatan geser (Das,1995).

Tanah, seperti halnya bahan padat, akan runtuh karena tarikan maupun geseran. Tegangan tarik dapat menyebabkan retakan pada suatu keadaan praktis yang penting. Walaupun demikian, sebagian besar masalah dalam teknik sipil dikarenakan hanya memperhatikan tahanan terhadap keruntuhan oleh geseran.



(Sumber : ocw.upj.ac.id)

Gambar 2.1 Garis Keruntuhan menurut Mohr dan Hukum Keruntuhan Mohr-Coulomb (Hardiyatmo, 2002).

Jika tegangan-tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan-tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis selubung kegagalan (failure envelope). Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangan yang terjadi mencapai titik R, bahan sudah mengalami keruntuhan.

Tegangan-tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori. Terzaghi (1925) mengubah persamaan Coulomb ke dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut:

$$\tau = c' + (\sigma - u) \operatorname{tg} \phi' \quad (2-2)$$

$$\tau = c + \sigma' \operatorname{tg} \phi' \quad (2-3)$$

dengan:

c' : kohesi tanah efektif (kN/m^2)

σ' : tegangan normal efektif (kN/m^2)

u : tekanan air pori (kN/m^2)

ϕ' : sudut gesek dalam tanah efektif ($^\circ$)

2.6.3 Pengujian Kuat Geser Tanah

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

- a). Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength* (UCS)).
- b). Uji geser langsung (*Direct Shear Test*).

Di laboratorium yang paling umum dipergunakan adalah pengujian geser langsung dan pengujian kuat tekan bebas.

A. Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength* (UCS))

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat-sifat stabilisasi tanah. Di samping pelaksanaannya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan. Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Pengujian kuat tekan bebas termasuk hal khusus dari pengujian Triaksial *Unconsolidated Undrained*. Pengujian *Unconfined Compression* pada tanah lempung jenuh air, biasanya menghasilkan harga C_u yang sedikit lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian UU (untuk tes triaksial) tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Tabel 2.1 Hubungan Antara Sifat Mekanis Tanah Dengan Kuat Tekan**Bebas**

Sifat Mekanis Tanah	Kuat Tekan Bebas (Kg/cm ²)
Sangat lunak	<0,25
Lunak	0,25-0,50
Sedang	0,50-1,00
Kaku	1,00-2,00
Sangat kaku	2,00-4,00
Keras	>4,00

Dari diagram lingkaran mold dapat di hitung besarnya kekuatan geser tanah tersebut, antara lain:

$$Su = C = \frac{qu}{2} \quad (2-4)$$

$$\tau = \frac{P}{A} \quad (2-5)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2-6)$$

$$\Delta L = L_0 - L / L_0 = L_0 - L \Delta \quad (2-7)$$

$$A = \frac{A_0}{(1-\epsilon)} \quad (2-8)$$

Keterangan:

L₀ : Panjang contoh tanah mula-mula.

L : Panjang contoh tanah setelah mendapatkan beban vertical P.

ΔL : Perubahan panjang contoh tanah akibat beban vertical P.

A₀ : Luas penampang contoh tanah mula-mula.

A : Luas penampang setelah di koreksi.

Bila yang dicoba contoh *undisturbed* diperoleh *undisturbed strength*. Bila yang dicoba contoh *remolded* diperoleh *remolded strength ratio* dari *undisturbed strength* dan *remolded* diperoleh *sensitivity*. $Sensitivity = (Undisturbed strength) / (Remolded strength)$.

Dalam percobaan ini dimensi contoh harus memenuhi syarat :

$2D \leq L \leq 3D$, keterangan :

D : diameter contoh tanah.

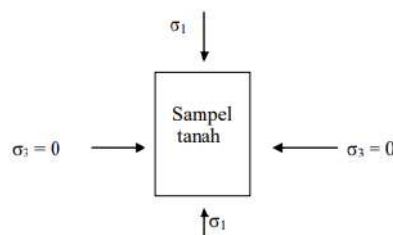
L : Tinggi contoh tanah.

Sebab bila $L \leq 2D$, Sudut bidang runtuhnya akan mengalami *overlap*.

Dan bila $L \geq 3D$, berlaku sebagai kolom, akan ada bahaya tekuk. Jadi hubungan rasio L&D yang ideal:

L : D = 2 : 1.

Uji tekan bebas termasuk ini juga bisa dilakukan dengan uji triaksial *unconsolidated undrained*, UU (tak terkonsolidasi-tak terdrainase). Gambar skematik dari prinsip pembebanan dalam percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.2. Kondisi pembebanan sama dengan yang terjadi pada uji triaksial, hanya tekanan selnya nol ($\sigma_3 = 0$).



(Sumber: eprints.ums.ac.id)

Gambar 2.2 Skema uji tekan bebas (Christady, 2006)

Bila maksud pengujian adalah untuk menentukan parameter kuat geser tanah, pengujian ini hanya cocok untuk jenis tanah lempung jenuh, dimana pada pembebanan cepat, air tidak sempat mengalir ke luar dari benda uji. Pada lempung jenuh, tekanan air pori dalam benda uji pada awal pengujian negatif (tegangan kapiler).

Tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada saat keruntuhannya, karena $\sigma_3 = 0$, maka:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u \quad (2-9)$$

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 triaksial unconsolidated-undrained dengan benda uji yang sama. Sehingga diperoleh:

$$S_u = C_u = \frac{q_u}{2} \quad (2-10)$$

Dimana s_u atau c_u adalah kuat geser *undrained* dari tanahnya. Hasil uji tekan bebas biasanya tidak begitu meyakinkan bila digunakan untuk menentukan nilai parameter kuat geser tanah tak jenuh.

Dalam praktek, untuk mengusahakan agar kuat geser *undrained* yang diperoleh dari hasil uji tekan bebas mendekati sama dengan hasil uji triaksial pada kondisi keruntuhan, beberapa hal yang harus dipenuhi, antara lain (Holtz dan Kovacs, 1981):

- (1) Benda uji harus 100% jenuh, kalau tidak, akan terjadi desakan udara di dalam ruang pori yang menyebabkan angka pori (e) berkurang sehingga kekuatan benda uji bertambah.
- (2) Benda uji tidak boleh mengandung retakan atau kerusakan yang lain. Dengan kata lain benda uji harus utuh dan merupakan lempung homogen. Dalam praktek, sangat jarang lempung *overconsolidated* dalam keadaan utuh, dan bahkan sering terjadi pula lempung *normally consolidated* mempunyai retakan-retakan.
- (3) Tanah harus terdiri dari butiran sangat halus. Tekanan kekang efektif (*Effective Confining Pressure*) awal adalah tekanan kapiler residu yang merupakan fungsi dari tekanan pori residu. Hal ini berarti bahwa penentuan kuat geser tanah dari uji tekan bebas hanya cocok untuk tanah lempung.
- (4) Proses pengujian harus berlangsung dengan cepat sampai contoh tanah mencapai keruntuhan. Pengujian ini merupakan uji tegangan total dan kondisinya harus tanpa drainase selama pengujian berlangsung. Jika waktu yang dibutuhkan dalam pengujian terlalu lama, penguapan dan pengeringan benda uji akan menambah tegangan kekang dan dapat menghasilkan kuat geser yang lebih tinggi. Waktu yang cocok biasanya sekitar 5 sampai 15 menit.

Perlu diperhatikan bahwa kuat tekan bebas adalah nilai $(\sigma_1 - \sigma_3)$ saat runtuh (dengan $\sigma_3 = 0$), sedang kuat geser *undrained* adalah nilai $\tau_f = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_3)$ saat runtuh.

B. Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Cara pengujian geser langsung ini terdapat dua cara yaitu, tegangan geser terkendali (*stress controlled*) dan regangan terkendali (*strain controlled*). Pada pengujian tegangan terkendali, tegangan geser diberikan dengan menambahkan beban mati secara bertahap dan dengan penambahan yang sama besarnya setiap kali sampai runtuh. Keruntuhan akan terjadi sepanjang bidang bagi kotak besi tersebut. Pada uji regangan terkendali, suatu kecepatan gerak mendatar tertentu dilakukan pada bagian belahan atas dari pergerakan geser horisontal tersebut dapat diukur dengan bantuan sebuah arloji ukur horisontal.

2.7 Teori Statistik Mengenai Korelasi

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi / hubungan (*measures of association*). Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam statistik bivariat yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel. Diantara sekian banyak teknik-teknik pengukuran asosiasi, terdapat dua teknik korelasi yang sangat populer sampai sekarang, yaitu Korelasi Pearson Product Moment dan Korelasi Rank Spearman. Pengukuran asosiasi mengenakan nilai numerik untuk mengetahui tingkatan asosiasi atau kekuatan hubungan antara variabel. Dua variabel dikatakan berasosiasi jika perilaku variabel yang satu mempengaruhi variabel yang lain. Jika tidak terjadi pengaruh, maka kedua variabel tersebut disebut independen.

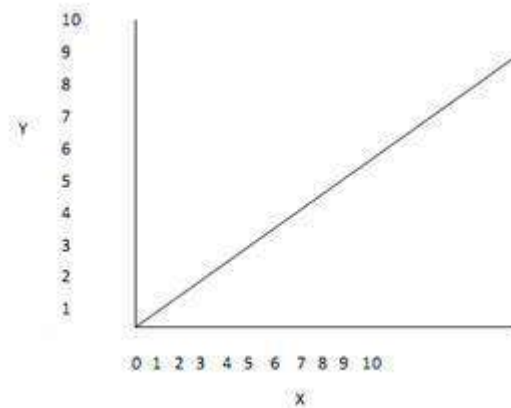
Korelasi mempunyai karakteristik-karakteristik diantaranya:

1. Kisaran Korelasi: Kisaran (*range*) korelasi mulai dari 0 sampai dengan 1. Korelasi dapat positif dan dapat pula negatif.
2. Korelasi Sama Dengan Nol: Korelasi sama dengan 0 mempunyai arti tidak ada hubungan antara dua variabel. Jika dilihat dari sebaran data, maka gambarnya akan seperti terlihat di bawah ini:



Gambar 2.3 Korelasi dimana $r = 0$

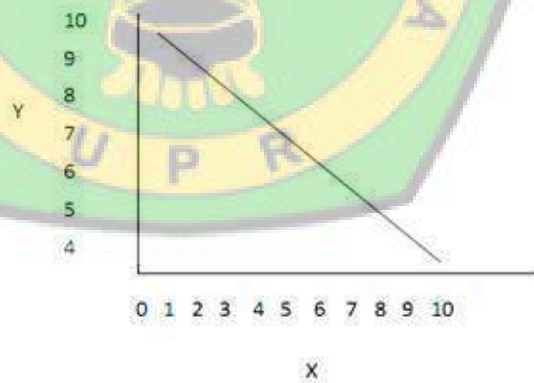
3. Korelasi Sama Dengan Satu: Korelasi sama dengan + 1 artinya kedua variabel mempunyai hubungan linier sempurna (membentuk garis lurus) positif. Korelasi sempurna seperti ini mempunyai makna jika nilai X naik, maka Y juga naik, seperti pada gambar yang tertera di bawah ini:



(Sumber: maps.jonathansarwono.com)

Gambar 2.4 Korelasi dimana $r = +1$

4. Korelasi sama dengan minus satu: artinya kedua variabel mempunyai hubungan linier sempurna (membentuk garis lurus) negatif. Korelasi sempurna seperti ini mempunyai makna jika nilai X naik, maka Y turun dan berlaku sebaliknya, seperti pada gambar yang tertera di bawah ini:



(Sumber: maps.jonathansarwono.com)

Gambar 2.5 Korelasi dimana $r = -1$

2.8 Korelasi Kuat Tekan Bebas Terhadap Kuat Geser Langsung

Korelasi kuat tekan bebas terhadap kuat geser langsung ini dapat diketahui dengan cara mengukur kuat tekan bebas tanah, sehingga dapat mengetahui kekuatan geser tanah (C_u). Uji kuat tekan bebas merupakan cara untuk memperoleh kuat geser tanah kohesif yang cepat dan ekonomis. Keterbatasan pada pengujian ini adalah tidak bisa dilakukan pada tanah yang dominan pasir.

1. Kuat tekan bebas (q_u):

Nilai kuat tekan bebas (*unconfined compressive strength*) q_u , di dapat dari pembacaan ring dial maksimum untuk melihat kuat geser kohesif.

$$q_u = \frac{k \times R}{A} \quad (2-11)$$

2. Kuat geser *undrained* (C_u):

Kuat geser *undrained* (C_u) adalah setengah dari kuat tekan bebas.

$$C_u = \frac{q_u}{2} \quad (2-12)$$

Tabel 2.2 Konsistensi dan korelasi *Unconfined Compression Strenght* terhadap *Shear Strenght* pada tanah kohesif (lempung)

Konsistensi	Shear Strenght (Kg/cm ²)	UCS (Kg/cm ²)
Very soft	<0,12	<0,25
Soft	0,12-0,25	0,25-0,50
Medium	0,25-0,50	0,50-1,00
Stiff/firm	0,50-1,00	1,00-2,00
Very stiff	1,00-2,00	2,00-4,00
Hard	>2,00	>4,00

(Sumber: Lambe dan Whitman, 1979)

Dari tabel dapat dilihat hubungan kuat tekan bebas terhadap kuat geser langsung, yaitu semakin besar nilai kuat tekan bebas, semakin besar pula nilai kuat geser pada tanah tersebut. Nilai kuat geser langsung yaitu setengah dari nilai kuat tekan bebas.



2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Metode	Hasil
Albertus W, Iswan dan M.Jafri (2015)	Korelasi Kuat Tekan dengan Kuat Geser pada Tanah Lempung yang Didistribusi dengan Variasi Campuran Pasir.	Pencampuran tanah lempung dengan pasir terhadap nilai kuat tekan dan nilai kuat geser, maka dilakukan dengan cara membuat variasi pencampuran pasir sebesar 10%, 20%, 30% dan 40%.	Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pencampuran pasir pada tanah lempung bisa dikatakan baik karena kuat tekan mengalami peningkatan dari 0,2975 kg/cm ³ menjadi 0,3500 kg/cm ³ dan kuat geser terjadi kenaikan dari 0,4754 menjadi 0,5682 pada pencampuran 10% pasir.
Risma M (2007)	Pengaruh Pencampuran Semen Pada Tanah Lempung Terhadap Kekuatan Geser Puncak Dan Geser Sisa.	Tanah lempung yang dicampur dengan semen pada presentase sebanyak 4 %, 8 % dan 12 %.	Semakin banyak persentase pencampuran semen semakin besar nilai parameter geser tanah dan akan sangat signifikan pada percampuran di atas 8 %, namun perlu dilakukan uji tambahan pada percampuran semen di antara 4 % dan 8 % serta di atas 12 % agar kesimpulan dapat lebih akurat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Sampel tanah

Tanah yang akan digunakan untuk pengujian adalah jenis tanah lempung yang diambil dari Jl.Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah dengan cara pengambilan sampel yang dilakukan sebagai berikut:

Untuk contoh tanah asli (*Undisturb*) diambil dari kedalaman kira-kira 50 cm di bawah permukaan tanah guna menghilangkan sisa-sisa kotoran tanah. Contoh tanah asli dapat diambil dengan memakai tabung contoh (*samples tubes*). Tabung contoh ini dimasukkan ke dalam dasar lubang bor. Tabung-tabung contoh yang biasanya dipakai memiliki diameter 6 sampai dengan 7 cm. Pengambilan sampel berdasarkan ASTM D-1587-83.

3.2 Penelitian di Laboratorium

Penelitian yang dilaksanakan di laboratorium adalah untuk mengetahui sifat-sifat tanah seperti sifat fisik dan sifat mekanik dari tanah. Penelitian ini juga untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang dihasilkan setelah dilakukan penambahan belerang, semen dan pasir sirkon pada tanah tersebut. Pemeriksaan yang akan diuji meliputi:

3.2.1 Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut. Pemeriksaan berdasarkan ASTM D 2216-71.

3.2.2 Pemeriksaan Berat Jenis

Selain mencari kadar air dalam tanah, parameter lain yang perlu dicari pada tanah adalah berat jenis butiran tanah (Gs). Berat jenis adalah perbandingan berat volume tanah dengan berat volume air. Pemeriksaan ini menggunakan standar ASTM D 854-58.

3.2.3 Pemeriksaan Batas Atterberg

3.2.3.1 Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pemeriksaan berdasarkan ASTM D 43-66.

3.2.3.2 Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Pemeriksaan berdasarkan ASTM D 424-74.

3.2.4 Pemeriksaan Berat Volume

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pemeriksaan berdasarkan ASTM D 2216-73.

3.2.5 Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Pemeriksaan analisis saringan hidrometer bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butiran dari tanah yang lolos saringan no.10, pemeriksaan berdasarkan ASTM D 4427-87.

3.2.6 Analisis Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan no.10, pemeriksaan berdasarkan ASTM D 422-63.

3.2.7 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test/UCT*) dan kuat geser langsung (*direct shear*) pada tiap persentase pencampuran 0%, 2,5%, 5%, 7,5%.

3.2.7.1 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*)

Maksud dan tujuan pengujian ini adalah menentukan besarnya sudut gesek dalam (ϕ) dan kohesi tanah (c) serta kuat tekan bebas tanah dari contoh tanah (q_u).

Pengujian ini akan dilakukan dengan sampel tanah tanpa campuran, kemudian sampel tanah variasi campuran belerang dengan presentase campuran 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% yang dicampur dengan 8% semen dan 10% pasir sirkon. Pengujian berdasarkan ASTM D 2166.

3.2.7.2 Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pengujian geser langsung dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter Kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Pengujian ini akan dilakukan dengan sampel

tanah tanpa campuran, kemudian sampel tanah variasi campuran belerang dengan presentase campuran 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% yang dicampur dengan 8% semen dan 10% pasir sirkon. Pengujian berdasarkan ASTM D 3080.

3.3 Perencanaan Campuran

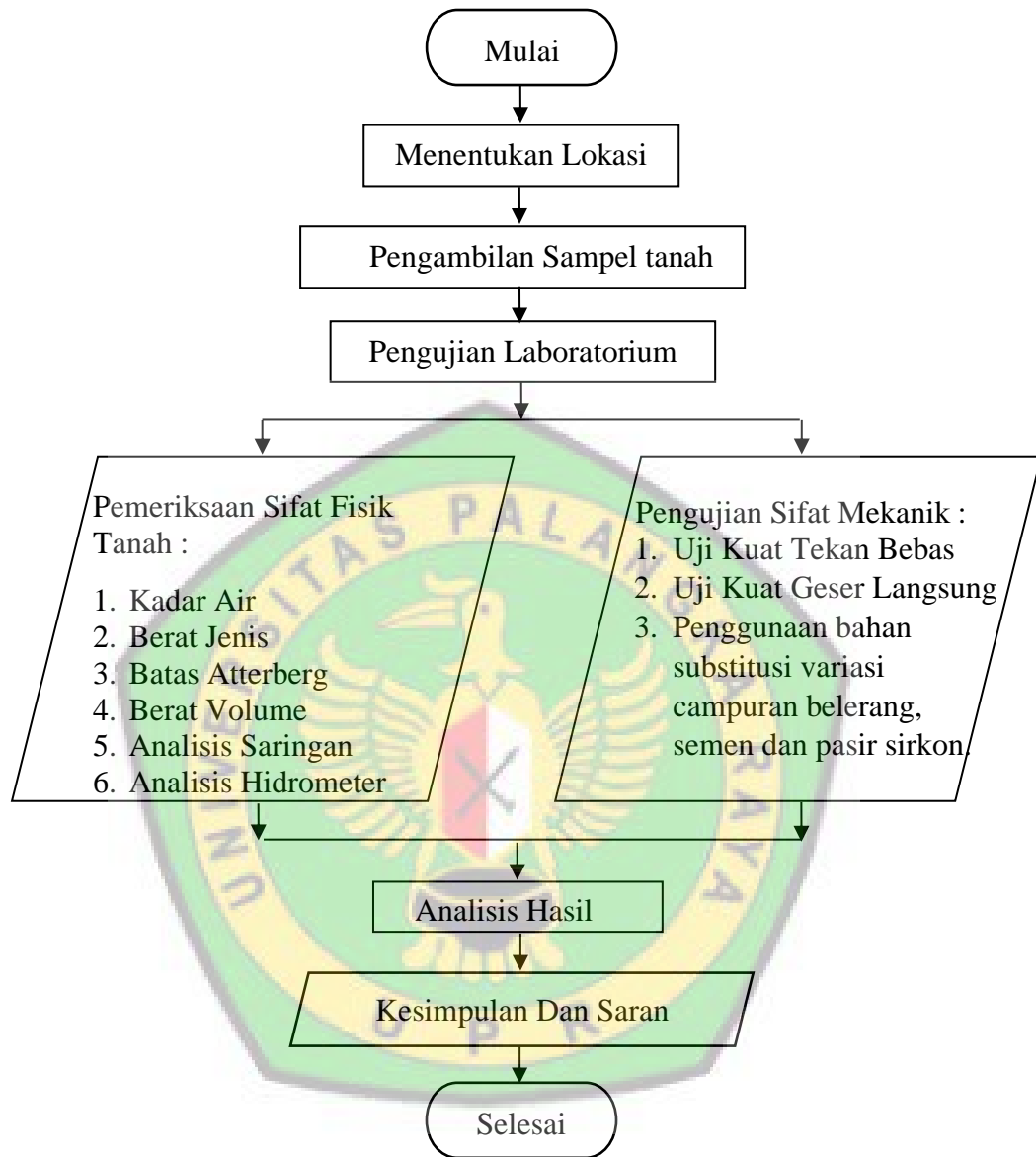
Tabel 3.1 Perencanaan Komposisi Campuran

Variasi	Persentase Campuran Benda Uji (%)			
	Lempung	Belerang	Semen	Pasir Sirkon
Variasi 1	100	0	0	0
Variasi 2	100	0	8	10
Variasi 3	100	2,5	8	10
Variasi 4	100	5	8	10
Variasi 5	100	7,5	8	10

3.4 Analisis Data

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium selanjutnya dilakukan analisis untuk masing-masing pengujian sehingga didapatkan sifat fisik tanah lempung. Setelah dilakukan pemeriksaan sifat fisik tanah, tanah diklasifikasikan menggunakan sistem klasifikasi tanah AASHTO dan USCS, selanjutnya dilakukan pengujian mekanik tanah untuk tiap sampel tanah dengan campuran belerang, semen dan pasir sirkon.

3.5 Bagan Alir



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V KESIMPULAN

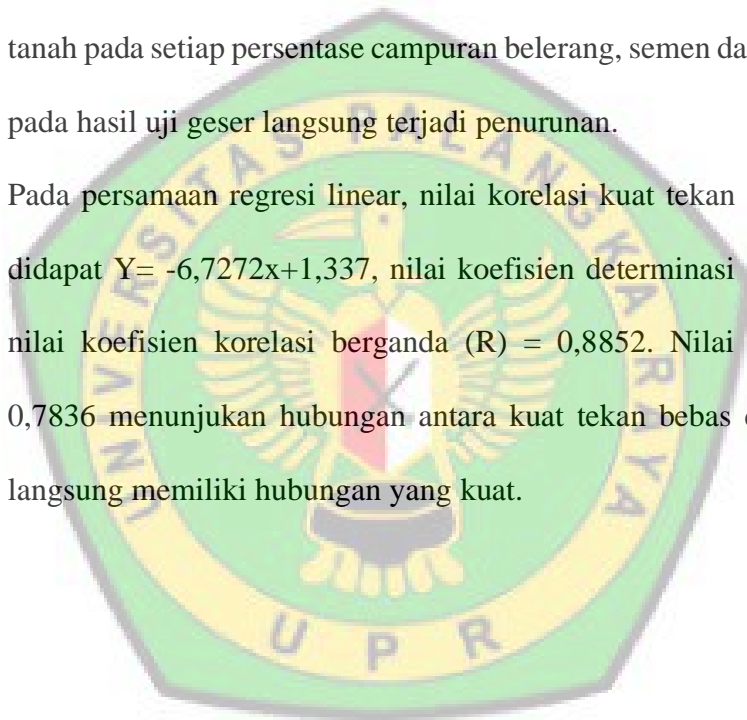
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pemeriksaan sifat fisik, tanah lempung yang berasal dari Jl. Tjilik Riwut km.10, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah, diperoleh kadar air (w)= 42,16%, berat volume tanah (γ)= 1,74 g/cm³, persentase lolos saringan no. 200(0,075 mm)= 51,54% > 50% maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus, nilai batas cair rata-rata (LL)= 41,93% < 50% dan indeks plastisitas (PI)= 16,10. Menurut klasifikasi USCS tanah termasuk dalam kelompok CL yaitu lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang dan menurut klasifikasi AASHTO, tanah termasuk dalam kelompok A-7-6 (6) yaitu tanah lempung dengan kondisi sedang sampai buruk. Dari hasil uji mekanik tanah lempung asli, didapatkan nilai kuat tekan bebas q_u = 0,222 kg/cm² dan c_u = 0,111 kg/cm² untuk pengujian geser langsung didapatkan ϕ = 15,38⁰ dan kohesi tanah lempung asli (c) = 0,1328 Kg/cm².
2. Dengan variasi campuran didapatkan nilai kuat tekan bebas, yaitu tanah lempung+ belerang 0%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (q_u)= 0,353 kg/cm², tanah lempung+ belerang 2,5%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (q_u)= 0,388 kg/cm², tanah lempung+ belerang 5%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (q_u) = 0,420 kg/cm², tanah lempung+ belerang 7,5%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (q_u) = 0,479 kg/cm² dengan selisih nilai 0,479 kg/cm² – 0,222 kg/cm² = 0,257 kg/cm² mengalami kenaikan sebesar

116% dan hasil pengujian geser langsung dengan variasi campuran yaitu tanah lempung+ belerang 0%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (τ) = 0,1504 kg/cm², tanah lempung+ belerang 2,5%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (τ) = 0,1499 kg/cm², tanah lempung+ belerang 5%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (τ) = 0,1337 kg/cm², tanah lempung+ belerang 7,5%+ semen 8%+ pasir sirkon 10% (τ) = 0,1267 kg/cm² dengan selisih nilai 0,1567 kg/cm² – 0,1267 kg/cm² = 0,03 kg/cm² mengalami penurunan sebesar 19%. Pada hasil uji kuat tekan bebas terjadi kenaikan nilai kuat tekan bebas tanah pada setiap persentase campuran belerang, semen dan pasir sirkon serta pada hasil uji geser langsung terjadi penurunan.

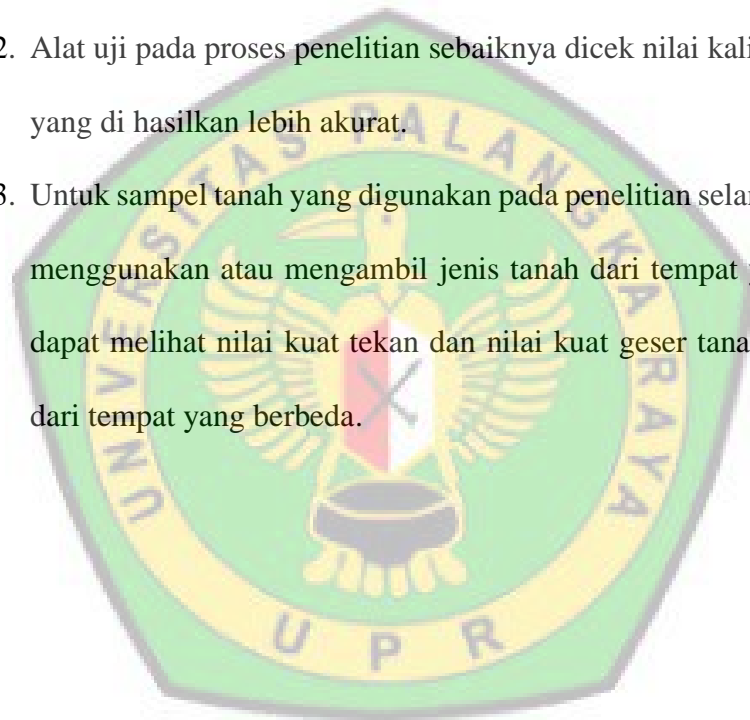
3. Pada persamaan regresi linear, nilai korelasi kuat tekan dengan kuat geser didapat $Y = -6,7272x + 1,337$, nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,7836 dan nilai koefisien korelasi berganda (R) = 0,8852. Nilai koefisien korelasi 0,7836 menunjukkan hubungan antara kuat tekan bebas dengan kuat geser langsung memiliki hubungan yang kuat.



5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian dan analisis data yang dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk penelitian kedepannya disarankan untuk menggunakan variasi persentase campuran yang berbeda guna mendapatkan formula yang lebih lengkap untuk jenis tanah dengan sifat fisik dan mekanik berbeda.
2. Alat uji pada proses penelitian sebaiknya dicek nilai kalibrasinya agar data yang di hasilkan lebih akurat.
3. Untuk sampel tanah yang digunakan pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan atau mengambil jenis tanah dari tempat yang berbeda agar dapat melihat nilai kuat tekan dan nilai kuat geser tanah pada jenis tanah dari tempat yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

Albertus, dkk. 2015. *Korelasi Kuat Tekan dengan Kuat Geser pada Tanah Lempung yang Didistribusi dengan Variasi Campuran Pasir*. Fakultas Teknik Universitas Lampung.

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2216-71. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2216-73. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 854-58. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 4427-87. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 442-63. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 43-66. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 424-74. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D-1587-83. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 2166. Amerika:
ASTM International

ASTM (*American Society for Testing and Material*) D 3080. Amerika:
ASTM International

Bowles, J. E., 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.

Braja, Noor Endah, Indrasurya. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Jakarta: Erlangga.

Canonica, Lucio. 2013. *Memahami Mekanika Tanah*. Bandung: C.V Angkasa

Darmawijaya, M.I. 1991. *Klasifikasi Tanah*. Yogyakarta: Gajah Mada Press.

Das, B. M., 1995. *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.

Hardiyatmo, H C. 1992. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Hardiyatmo. H. C. 2010. *Stabilitas Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Prasenda, Christian. 2015. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung*. Fakultas Teknik. Universitas Lampung.

Pratama, Willy A. 2015. *Korelasi Kuat Tekan Dan Kuat Geser Pada Tanah Lempung Yang Disubstitusi Dengan Variasi Campuran Pasir*. Fakultas Teknik. Universitas Lampung.

Purnomo, Mego. 2011. *Korelasi Antara CBR, PI Dan Kuat Geser Tanah*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Risma M. 2007. *Pengaruh Pencampuran Semen Pada Tanah Lempung Terhadap Kekuatan Geser Puncak Dan Geser Sisa*. Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Terzaghi, K., & Peck, R. B., 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. (B. Witjaksono, & B. K. R, Trans.) Jakarta: Erlangga.

Toyeb Muhammad, Puri Anas, Masrizal. 2017. *Perilaku Kuat Geser Tanah Terstabilisasi Semen Untuk Subgrade Jalan*. Univeritas Islam Riau, Pekanbaru.

Zardi Muhammad, Muklis. 2015. *Pengaruh Pencampuran Semen Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lempoh Keude*. Universitas Abulyatama, Aceh Besar.

