

SKRIPSI

**PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KEMBANG SUSUT DAN DAYA
DUKUNG TANAH LEMPUNG**

Oleh :

DITHA KURNIA
NIM. DAB 114 050



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2021

**PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KEMBANG SUSUT
DAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG**

SKRIPSI

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

Oleh:

DITHA KURNIA
NIM. DAB 114 050

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

Palangka Raya, Juli 2021

Ketua Penguji/Penguji 1



Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.
NIP. 197202191997022001

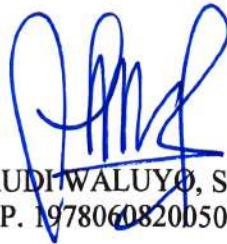
Sekretaris/Penguji 2



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

Mengetahui:

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



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

**PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KEMBANG SUSUT DAN DAYA
DUKUNG TANAH LEMPUNG**

SKRIPSI

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

Oleh:

DITHA KURNIA
NIM. DAB 114 050

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Jum'at, 23 Juli 2021
Waktu : 14.00 – 15.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Tim Penguji:

1. Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.
NIP. 197102191997022001

..... (Ketua Penguji/Penguji 1)

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

..... (Sekretaris/Penguji 2)

3. M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.
NIP. 197102251998021001

..... (Penguji 3)

4. OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.
NIP. 197510012006041003

..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan,

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,

Ir. WALUYO NUSWANTORO, S.T., M.T.
NIP. 196511191993021001

Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 197806082005011003

BIODATA MAHASISWA

Data Pribadi

Nama : Ditha Kurnia
NIM : DAB 114 050
Tempat, Tgl lahir : Buntok, 05 April 1994
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : JL. G.Obos V Menteng 20 Gang. Pratama Palangka Raya
No. Telp. Rumah : -
Email : adittekniksipil@gmail.com
No. Hp : 081256673937
No WA : 081256673937
Facebook : Adhiieet
Instagram : h7ue94_adiiitttt
Line : -
Nama Ayah : Buksan
Pekerjaan Ayah : Pensiun
Alamat : JL. Pembangunan Gang. Purnama Rt.12 Rw. 03 No. 36 Buntok
Nama Ibu : Pite
Pekerjaan Ibu : Pengawai Negeri Sipil
Alamat : JL. Pembangunan Gang. Purnama Rt.12 Rw. 03 No. 36 Buntok
No. Hp : 082153961636



Riwayat Pendidikan*)

- TK : Raudhatul Athfal Al Wardah Buntok
- SD : SDN 10 Buntok, Dusun Selatan
- SLTP : SMP Negeri 1 Dusun Selatan, Barito Selatan
- SLTA : SMA Swasta Muhammadiyah Buntok Kab. Barito Selatan
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangkaraya bulan Agustus 2014

Palangka Raya, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,

DITHA KURNIA
NIM. DAB 114 050

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta Karunia-Nya, sehingga saya akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.

Saya juga mengucapkan terimakasih yang amat besar untuk kedua Orang Tua saya yang selalu mendoakan yang terbaik untuk saya dan memberikan kesempatan dengan baik untuk saya bisa menyelesaikan Skripsi dan saya juga tidak lupa mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya untuk kakak saya madonna anak paling tua yang telah support saya baik itu dari materi hingga tenaga selama saya kuliah kurang lebih 7 Tahun di Kota Palangka Raya dan juga terimakasih untuk adik perempuan saya Fauziah yang suka ngomel-ngomel kalau disuruh tapi tetap dikerjain.

Terima kasih juga untuk Jhoniko, Ving, Ebing, Vendty, Helmi dan Haryadi yang selalu siap membantu. Saya banyak berterima kasih juga kepada Bapak/Ibu Dosen, Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T., Bapak Ir. H. Suradji Gandi, M.M., Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T., Bapak M. Ikwan Yani, S.T., M.T., yang selama masa Pendidikan sudah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta ide dalam membimbing dan memberikan masukan atau saran untuk dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Saya sangat sadar akan kekurangan yang dimiliki baik suka maupun duka. Maka dari itu, pengalaman ini biarlah menjadi pembelajaran bagi saya untuk tetap terus semangat dan menjadikan diri saya lebih baik untuk dikemudian hari. *Aamiin Ya Rabbal Alamin.*

Karena semuanya itu saya bersyukur atas pencapaian skripsi ini.

Wa 'alaikum Salam Wr. Wb

ثُمَّ رَاتِ مَوَالِدَ وَالْأَنْفُسِ الْأَمْوَالِ مِنْ وَنَقْصِ وَالْجُوعِ وَالْخَوْفِ مِنْ بَشِيءٍ وَلَنْبَلُوكُمْ
عُونَ رَاجِدٍ إِلَيْهِ وَإِنَّا لِلَّهِ إِنَّا قَالُوا مُصِيبَةٌ أَصَابَتْهُمْ إِذَا الَّذِينَ * الصَّابِرِينَ وَبَشِيرِ

Artinya: "Dan sungguh akan Kami uji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang bersabar (155), Yaitu orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka mengucapkan: "Inna lillahi wa inna ilaihi raji'un (Sesungguhnya kami milik Allah, dan kepadanya kami akan kembali)" (156)." (Q.S Al-Baqarah: 155-156)

RINGKASAN

PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KEMBANG SUSUT DAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG, Ditha Kurnia, DAB 114 050, Jurusan/ Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Umumnya sebagian besar daerah Petuk Katimpun KM.10, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah ini diliputi oleh tanah lempung dengan pengembangan yang cukup besar (plastisitas tinggi), volumenya akan berubah (mengembang) bila kadar air bertambah (berubah). Volumenya akan membesar dalam kondisi basah dan akan menyusut bila dalam kondisi kering. Sifat inilah yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi. perilaku tanah yang tidak stabil disebabkan karena pengaruh jalan yang terendam air sehingga terjadi penurunan pada tanah yang membuat jalan tidak rata atau bergelombang dan berlobang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah serta mengetahui pengaruh kadar air terhadap kembang susut dan daya dukung tanah lempung.

Dalam penelitian ini dilakukan tanah lempung akan dicampur dengan air menggunakan perencanaan penambahan variasi campuran sebesar 0%, 5%,10% 15%. Analisis data terhadap hasil penelitian menggunakan analisis varian untuk mengetahui pengaruh campuran air terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah dasar.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium sifat fisik tanah asli, AASHTO mengklasifikasikan tanah dasar sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-6 (3) dan USCS mengklasifikasikan sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang tanah masuk kedalam kelompok CL. Hasil pengujian *direct shear* terhadap daya dukung pada tanah asli yang dikeringkan selama 6 jam didapat nilai tertinggi (τ) = 0,288 kg/cm², ϕ = 25°, (c) = 0,230 kg/cm², dengan persentase sebesar 13,83% sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat q_{ult} = 6,94 kg/cm²; q_{ijin} = 2,31 kg/cm², setelah penambahan air sebesar 5%, 10%, 15% pada massa pemeraman 1 hari didapat nilai terendah (τ) = 0,126, ϕ = 16°, (c) = 0,090 kg/cm², mengalami persentase penurunan sebesar 50,30% pada campuran tanah+15% air sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat q_{ult} = 2,06 kg/cm²; q_{ijin} = 0,69 kg/cm². Sehingga dengan penambahan air memberikan pengaruh terhadap penurunan nilai kuat geser dan daya dukung tanah lempung. Dari hasil penelitian didapat persentase pengembangan tertinggi pada penambahan air 15% dari tanah asli sebesar 0,78cm, kadar air 69,38%, mengalami peningkatan sebesar 18,18%. Sedangkan hasil persentase penyusutan didapat nilai terendah pada tanah yang dikeringkan selama 6 jam sebesar 0,35 cm, kadar air 5,64%, mengalami penyusutan 53,03%. Analisis data berdasarkan analisis varian campuran menyatakan bahwa penambahan air mengalami penurunan daya dukung terendah sebesar q_{ult} = 2,06 kg/cm²; q_{ijin} = 0,69 kg/cm² pada tanah asli+15% air. Memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah lempung untuk perbaikan tanah dasar.

Kata kunci: Kuat Geser, Daya Dukung, Tanah Lempung

SUMMARY

THE INFLUENCE OF WATER CONTENT ON SHRINKING AND THE CARRYING CAPACITY OF CLAY SOIL, Ditha Kurnia, DAB 114 050, Civil Engineering Department, Faculty Of Technique Palangka Raya University.

Generally, most of the Petuk Katimpun KM.10 area, Jekan Raya District, Palangka Raya City, Central Kalimantan Province is covered by clay with a large enough development (high plasticity), the volume will change (expand) when the water content increases (changes). The volume will increase in wet conditions and will shrink when in dry conditions. This property causes damage to the construction. Unstable soil behavior is caused by the influence of roads that are submerged in water so that there is a decrease in the soil that makes the road uneven or bumpy and with holes. The purpose of this study was to determine the physical and mechanical properties of the soil and to determine the effect of water content on the shrinkage and bearing capacity of clay soil.

In this research, the clay soil will be mixed with water using the planning of adding a mixture variation of 0%, 5%, 10% 15%. Analysis of the data on the results of the study used analysis of variance to determine the effect of the water mixture on the value of shear strength and bearing capacity of the subgrade.

From the results of research conducted in the laboratory of the physical properties of the original soil, AASHTO classifies the subgrade as loam in group A-6 (3) and USCS classifies it as inorganic clay with low to moderate plasticity the soil belongs to the CL group. The results of direct shear testing on the bearing capacity of the original soil which was dried for 6 hours obtained the highest value (τ) = 0.288 kg/cm², $\phi = 25^\circ$, $c = 0.230$ kg/cm², with a percentage of 13.83% while for the value of the bearing capacity of the soil obtained $q_{ult} = 6.94$ kg/cm²; $q_{ijin} = 2.31$ kg/cm², after the addition of water by 5%, 10%, 15% on the curing mass for 1 day, the lowest value (τ) = 0.126, $\phi = 16^\circ$, $c = 0.090$ kg/cm², experienced the percentage decrease is 50.30% in the soil mixture + 15% water, while for the value of the bearing capacity of the soil, it is obtained $q_{ult} = 2.06$ kg/cm²; $q_{ijin} = 0.69$ kg/cm². So that the addition of water has an effect on decreasing the value of shear strength and carrying capacity of clay soil. From the results of the study, it was found that the highest percentage of development was in the addition of 15% water from the original soil of 0.78cm, water content was 69.38%, an increase of 18.18%. While the results of the percentage of shrinkage obtained the lowest value on the soil that was dried for 6 hours of 0.35 cm, water content of 5.64%, experiencing depreciation of 53.03%. Data analysis based on mixed variance analysis stated that the addition of water experienced a decrease in the lowest carrying capacity of $q_{ult} = 2.06$ kg/cm²; $q_{ijin} = 0.69$ kg/cm² on native soil+15% water. Gives a real influence on the value of shear strength and bearing capacity of clay soil for subgrade improvement.

Keyword: Shear Strength, Bearing Capacity, Clay

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala Rahmat dan Berkat-Nya sehingga penulisan Skripsi dengan judul **“Pengaruh Kadar Air Terhadap Kembang Susut dan Daya Dukung Tanah Lempung”** dapat diselesaikan dengan baik guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Mengingat keterbatasan pengetahuan, pengalaman dan kemampuan penulisan, draft skripsi ini tidak lepas dari kekurangan dan belum sempurna, namun penulis berharap draft skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya bagi semua pihak yang berkenan memanfaatkannya. Dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih 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 Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy NSP 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/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
6. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, S.TP., S.T., M.T.. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan saran yang diberikan.
7. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi atas bimbingan dan saran yang diberikan.
8. Bapak Ir. Suradji Gandi, M.M. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi atas bimbingan dan saran yang diberikan.

9. Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembahas/Penelaah Skripsi 1 atas bimbingan dan saran yang diberikan.
10. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah Skripsi 2 atas bimbingan dan saran yang diberikan.
11. Ibu Ina Elvina, S.T., M.T. atas bantuannya selama proses Seminar Proposal dan Seminar Hasil
12. Para Staf dan Dosen Pengajar Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan motivasi, saran dan dukungan doa.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari Skripsi ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Palangka Raya, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
RINGKASAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Tanah	6
2.2 Klasifikasi Tanah	7
2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO	7
2.2.2 Sistem Klasifikasi <i>Unified Soil Classification System (USCS)</i> ...8	
2.3 Batas-batas Atterberg	10
2.4 Tanah Lempung.....	12
2.4.1 Susunan Tanah Lempung	13
2.5 Kuat Geser Tanah	13
2.5.1 Kuat Geser Langsung	15
2.6 Teori Daya Dukung	17
2.6.1 Daya Dukung Tanah Menurut Teori Terzaghi	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Umum	24
3.2 Persiapan Bahan dan Alat	25
3.3 Pemeriksaan Data Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Asli	27
3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli	27
3.3.2 Pemeriksaan Sifat Tanah Mekanik Asli	31
3.4 Persiapan Sampel	32
3.5 Analisis Data	33
3.6 Daya Dukung Tanah	34
3.7 Tahapan Penelitian	35
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Uraian Umum	36
4.2 Hasil Penelitian	36
4.2.1 Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah	36
4.3 Klasifikasi Tanah	37

4.3.1 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	37
4.3.2 Sistem Klasifikasi USCS.....	40
4.4 Hasil Pengujian Sifat-Sifat Mekanik Tanah	41
4.4.1 Kuat Geser Langsung	41
4.5 Perhitungan Daya Dukung Tanah Menurut Terzaghi	47
4.6 Uji Kembang Susut	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Batasan Berat Jenis Tanah	6
2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	8
2.3 Sistem klasifikasi <i>Unifed Soil Classification System</i> (USCS).....	9
2.4 Batas-batas Atterberg.....	10
2.5 Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi.....	11
2.6 Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi	18
2.7 Penelitian Terdahulu	19
3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli	32
3.2 Kebutuhan Tanah Asli Dan Air	33
3.3 Nilai Faktor Daya Dukung Tanah Terzaghi	34
4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Pada Jenis Tanah Lempung.....	36
4.2 Klasifikasi Tanah (Sistem AASHTO)	39
4.3 Hasil Pemeriksaan Uji Kuat Geser Langsung Pada Tanah asli	42
4.4 Rekapitulasi Pengujian Kuat Geser Tegangan Geser	44
4.5 Rekapitulasi Pengujian Kuat Geser Kohesi	45
4.6 Rekapitulasi Pengujian Kuat Geser Kadar Air	46
4.7 Rekapitulasi Pengujian Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	47
4.8 Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi	48
4.9 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Menurut Teori Terzaghi	49
4.10 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Nilai Pengembangan.....	50
4.11 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Nilai Penyusutan.....	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Peta Lokasi Pengambilan sampel Kel. Petuk Katimpun KM.10.....	5
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	35
4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	38
4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS.....	41
4.3 Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung.....	43
4.4 Grafik hubungan nilai tegangan geser, durasi pengeringan dan persentase penambahan air.....	44
4.5 Grafik hubungan nilai kohesi, durasi pengeringan dan persentase penambahan air.....	45
4.6 Grafik hubungan nilai kadar air, durasi pengeringan dan persentase penambahan air.....	46
4.7 Grafik hubungan nilai daya dukung tanah.....	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan suatu pendukung sebuah bangunan yang berfungsi sebagai penahan beban konstruksi di atasnya. Semua beban konstruksi seperti jalan dan gedung diteruskan ke dalam tanah, sehingga kuat daya dukung tanah sangat berperan penting untuk mendirikan sebuah konstruksi di atasnya. Hampir setiap pengerjaan sebuah pembangunan berhubungan dengan tanah. Ada beberapa jenis tanah yang memiliki sifat-sifat tidak layak untuk didirikan sebuah konstruksi yaitu yang mempunyai daya dukung rendah, kekuatan geser rendah, dan kembang susut tanah yang besar. Tidak sedikit beberapa pembangunan di Indonesia dihadapi dengan tanah yang memiliki daya dukung rendah.

Tanah lempung (*clays*) adalah sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan terdiri dari partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clays mineral*), dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya (Das, Braja M. 1985). Tanah lempung termasuk ke dalam golongan tanah kohesif yang memiliki butiran halus. Tanah lempung biasanya tanah yang mempunyai potensi kembang susut tinggi dan mempunyai daya dukung yang baik pada kondisi tidak jenuh air tetapi jelek pada kondisi jenuh air.

Kembang susut adalah tanah lempung yang mempunyai sifat kembang susut yang besar, sifat kembang susut ini sangat dipengaruhi oleh kandungan air yang ada didalam tanah tersebut. Jika kandungan airnya banyak maka tanah tersebut akan mengembang dan kekuatan daya dukungnya akan berkurang, demikian sebaliknya jika kadar airnya berkurang atau kering maka tanah itu akan menyusut dan mengakibatkan tanah pecah-pecah di permukaannya sedangkan sifat-sifat daya dukungnya akan meningkat.

Salah satu permasalahan dilokasi yaitu perilaku tanah yang tidak stabil karena pengaruh jalan yang terendam air sehingga terjadi penurunan pada tanah yang membuat jalan tidak rata atau bergelombang dan berlobang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap kembang susut dan daya dukung tanah lempung yang berasal dari Kelurahan Petuk Ketimpun, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik tanah pada Kelurahan Petuk Ketimpun, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia ?
2. Bagaimana pengaruh kadar air terhadap kembang susut tanah lempung ?
3. Bagaimana pengaruh kadar air terhadap daya dukung tanah lempung ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam laporan Skripsi ini adalah:

1. Menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah lempung pada Kelurahan Petuk Ketimpun, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia.
2. Menganalisis pengaruh kadar air terhadap kembang susut tanah lempung.
3. Menganalisis pengaruh kadar air terhadap daya dukung tanah lempung.

1.4 Manfaat Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh kadar air di Kelurahan Petuk Katimpun terhadap kembang susut dan daya dukung tanah. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk penelitian yang bersifat melanjutkan penelitian yang sudah ada.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Tanah yang digunakan adalah berasal dari Kelurahan Petuk Ketimpun KM.10 Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia.
2. Evaluasi karakteristik tanah asli meliputi :
 - a) Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content*)
 - b) Pemeriksaan Berat Isi (*Desity Test*)
 - c) Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Test*)

d) Pemeriksaan Batasan-batasan (*Atterberg*) :

- 1) Batas Cair (*Liquid Limit*)
- 2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)
- 3) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

e) Pemeriksaan Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

3. Pemeriksaan Uji Kuat Geser Langsung (*Direct shear test*)
4. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.



1.6 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian yang akan ditinjau pada penelitian ini berlokasi Kelurahan Petuk Ketimpun KM.10 Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya.



Sumber : Google Earth

Gambar 1.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Kel. Petuk Katimpun KM.10

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Tanah

Menurut *Sarief (1986)*, tanah adalah benda alami yang terdapat di permukaan bumi yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan dan bahan organik (pelapukan sisa tumbuhan dan hewan), yang merupakan medium pertumbuhan tanaman dengan sifat-sifat tertentu yang terjadi akibat gabungan dari faktor-faktor alami, iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan. Menurut (*Das, 1995*), tanah adalah material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai zat cair juga gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Batasan berat jenis untuk beberapa jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Batasan Berat Jenis Tanah

Macam Tanah	Batas
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,68
Lempung Tak Organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

(*Sumber : Hardiyatmo, 1992*)

2.2 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah pengelompokan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan karakteristiknya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinannya (Das, 1995).

2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO awalnya membedakan tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk subkelompok. Sistem yang diperbaharui (*Proc. 25 th Annual Meeting of Highway Research Board, 1945*) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tadi tetapi menambahkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya ditinjau terhadap indeks kelompok, yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas-batas *Atterberg* (*Bowles, 1984*).

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	Bahan - bahan (35% atau kurang melalui No.. 200)							Bahan-bahan Lanau-Lempung (Lebih dari 35% melalui 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				A-7-5 A-7-6
Analisis Saringan Persen Melalui: No. 10 No. 40 No. 200	50 maks 30 maks 15 maks	50 maks 25 maks	51 maks 10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik Fraksi Melalui No. 40 Batas Cair Indeks Plastisitas	6 maks		N.P	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 maks 10 maks	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 10 min	41 maks 11 min
Indeks Kelompok	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Jenis-jenis Bahan pendukung utama	Fragmen batuan, Kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau lempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan Umum Sebagian Tanah Dasar	Sangat baik baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Sumber : DAS,1995

2.2.2 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified Soil Classification System* (USCS)

Dalam sistem klasifikasi USCS, tanah dibagi atas 3 kelompok besar yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No 200. Simbol kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus, (*fine grained soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dari M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi.

3. Tanah organik (Gambut/Humus), secara laboratorium dapat ditentukan jika perbedaan batas cair tanah contoh yang belum dioven dengan yang telah dioven sebesar > 25%. Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah **W**—untuk gradasi baik (*Wells graded*), **P**—gradasi buruk (*poorly graded*), **L**—plastisitas tinggi (*low plasticity*) dan **H**—plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam klasifikasi USCS sebagai berikut :

- 1) Persentase lolos ayakan No. 200 dan lolos ayakan No. 4.
- 2) Koefisien keseragaman (Cu) dan koefisien gradasi (Cc).
- 3) Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI).

Tabel 2.3 Sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi	
Tanah berbutiran kasar lebih dari 50% lolos ayakan No. 200	Kerikil 90% indeks kasar terlalu sedikit No. 4	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Pasir 90% indeks kasar terlalu sedikit No. 4	Pasir berbutiran (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
Tanah berbutiran halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dengan keropositas < 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "tepat" (<i>lean clay</i>)	
		OL	Lanau anorganik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
	Lanau dengan keropositas > 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus distonase, atau lanau distonase, lanau yang elastis	
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clay</i>)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

Kriteria Klasifikasi	
$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} \times D_{30}}$ Antara 1 dan 3	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah aris dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} \times D_{30}}$ Antara 1 dan 3	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah aris dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol

Diagram Plastisitas:
 Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutiran halus dan kasar. Batas *Atterberg* yang termasuk dalam daerah yang di aris berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.

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

Sumber : Hary Christady, 1996

Sumber : Hary Christady, 1996

2.3 Batas – Batas Atterberg

Batas *Atterberg* dikenalkan oleh Albert Atterberg pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus serta memastikan karakter indeks properti tanah. Batas *Atterberg* mencakup batas cair, batas plastis, serta batas susut. Tanah yang berbutir halus umumnya mempunyai karakter plastis. Karakter plastis itu adalah kekuatan tanah sesuaikan pergantian bentuk tanah sesudah bercampur dengan air pada volume yang tetap. Tanah itu bakal berupa cair, plastis, semi padat atau padat bergantung jumlah air yang bercampur pada tanah itu. Batas *Atterberg* memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat sampai jadi cairan kental sesuai sama kadar airnya. Dari test batas *Atterberg* akan diperoleh parameter batas cair, batas plastis, batas lengket serta batas kohesi yang disebut kondisi ketekunan tanah. Batas-batas *Atterberg* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.4 Batas-batas Atterberg

PL (%)	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesi
<	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesi Sebagian
7 – 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesi
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesi

Sumber: Das, 1995

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air pada batas antara kondisi cair dan plastis.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya,

dengan kedudukan diantara plastis dan semi padat. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara LL dan PL. Kisaran ini disebut indeks plastisitas.

3. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$IP = LL - PL$$

Dimana :

IP = Indeks Plastisitas LL = Batas Cair PL = Batas Plastis

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah dan kohesi diberikan oleh Atterberg tabel berikut ini:

Tabel 2.5 Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi

Basah \longrightarrow Makin Kering \longrightarrow Kering			
Keadaan Cair (Liquid)	Keadaan Plastis (Plastic)	Keadaan Semi Plastis (Semi-Plastic)	Keadaan Padat (Solid)
↓	↓	↓	
Batas Cair (Liquid Limit)	Batas Plastis (Plastic Limit)	Batas Susut (Shrinkage Limit)	

Sumber: Das, 1995

4. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Kondisi kadar air pada kedudukan antara daerah setengah padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah disebut Batas Susut.

$$SL = (V_0/W_0 - 1/G_s) \times 100\%$$

Keterangan :

SL = batas susut tanah

V_0 = volume benda uji kering

W_0 = berat benda uji kering

G_s = berat jenis tanah

2.4 Tanah Lempung

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastisitas pada tanah bila di campur dengan air. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi, kohesifitas yang besar berakibat fluktuasi kembang susut yang relatif besar. Kondisi tanah basah volume tanah akan mengembang sehingga kuat gesernya akan rendah dan tanah akan lengket, sedangkan pada kondisi kering akan mengalami retakan-retakan akibat tegangan susut dan tanah dalam kondisi keras. Selain itu tanah lempung mempunyai volume pori yang besar sehingga mempunyai berat isi dan sudut gesek yang kecil. Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (*Bowles, 1991*).

2.4.1 Susunan Tanah Lempung

Susunan tanah lempung terdiri dari silika tetrahedral dan alumunium oktahedra. Silika dan alumunium secara parsial dapat digantikan oleh elemen yang lain dalam kesatuannya, keadaan ini dikenal sebagai *substitusi isomorf*. Kombinasi susunan dari kesatuan dalam bentuk susunan lempeng. Berbagai macam lempung terbentuk oleh kombinasi tumpukan dari susunan lempeng dasarnya dengan bentuk yang berbeda-beda (Hardiyatmo dkk, 2002). Pelapukan akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung. Partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Diantaranya terdiri dari kelompok-kelompok *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite*. Terdapat pula kelompok yang lain, misalnya: *chlorite*, *vermiculite*, dan *hallosite*. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butir-butiran seperti lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

2.5 Kuat Geser Tanah

1. Paramater Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Seperti material teknik lainnya, tanah mengalami penyusutan volume jika menderita tekanan

merata disekelilingnya. 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. Dalam hampir semua jenis tanah daya dukungnya terhadap tegangan tarik sangat kecil atau bahkan tidak mampu sama sekali.

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 $S = c$.

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa-analisa daya dukung tanah (*bearing capacity*), tegangan tanah terhadap dinding penahan (*earth pressure*) dan kestabilan lereng (*slope stability*).

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.

Oleh karena itu kekuatan geser tanah dapat diukur dengan rumus :

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \phi \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

τ : Kekuatan geser tanah

σ : Tegangan normal total

u : Tegangan air pori

c : Kohesi tanah efektif

ν : 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 baling-baling (*Vane shear test*)

Dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah adalah pengujian geser langsung (*Direct shear test*) sebagai uji kuat geser tanah lempung.

2.5.1 Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pengujian geser langsung merupakan salah satu jenis pengujian tertua dan sangat sederhana untuk menentukan parameter kuat geser tanah (*shear strength parameter*) kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Dalam pengujian kuat geser langsung ini dapat dilakukan pengukuran secara langsung dan cepat untuk mendapatkan nilai kekuatan geser tanah dengan kondisi tidak terdrainase (*undrained*). Alat uji dari uji geser langsung lebih mudah dioperasikan dan lebih cepat, serta sampel mudah di buat. Pengujian ini pada awalnya hanya digunakan untuk jenis tanah non-kohesif, namun dalam perkembangannya dapat pula

diterapkan pada jenis tanah kohesif. Bidang keruntuhan geser yang terjadi dalam pengujian geser langsung adalah bidang yang dipaksakan, bukan merupakan bidang terlemah seperti yang terjadi pada pengujian kuat tekan bebas ataupun triaksial. Dengan demikian selama proses pembebanan horizontal, tegangan yang timbul dalam bidang geser sangat kompleks, hal ini sekaligus merupakan salah satu kelemahan utama dalam percobaan geser langsung. Nilai kekuatan geser tanah antara lain digunakan dalam merencanakan kestabilan lereng, serta daya dukung tanah pondasi, dan lain sebagainya.

Nilai kekuatan geser ini dirumuskan oleh *Coulomb* dan *Mohr* dalam persamaan berikut ini:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots(2.2)$$

keterangan :

τ : kekuatan geser maksimum (kg/cm²)

c : kohesi (kg/cm²)

σ : tegangan normal (kg/cm²)

ϕ : sudut geser dalam (°)

Prinsip dasar dari pengujian ini adalah pemberian beban secara horizontal terhadap benda uji melalui cincin/kotak geser yang terdiri dari dua bagian dan dibebani vertikal dipertengahan tingginya, dimana kuat geser tanah adalah tegangan geser maksimum yang menyebabkan terjadinya keruntuhan. Selama pengujian pembacaan beban horizontal dilakukan pada interval regangan tetap tertentu (*Strain controlled*). Umumnya diperlukan minimal 3 (tiga) buah benda uji yang identik, untuk melengkapi satu seri pengujian geser langsung. Prosedur

B = lebar pondasi

γ = berat volume tanah

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung tanah (**Tabel 2.6**)

Daya dukung tanah yang diijinkan berdasarkan nilai faktor keamanan

= 3, jadi didapat nilai q_{all} :

$$q_{all} = \left(\frac{1}{SF}\right) \times q_{ult}$$

Tabel 2.6 Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

Φ	Keruntuhan Geser Umum		
	N_c	N_q	N_γ
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
34	52,6	36,5	35
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	347,6	415,1	1153,2

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

NAMA	JUDUL	METODE	HASIL
IKA MEISY PUTRI RAHMAWATI 115060113111002 (MALANG 2015)	PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KUAT GESER TANAH EKSPANSIF BOJONEGORO DENGAN STABILISASI MENGUNAKAN 15% <i>FLY ASH</i> DENGAN METODE <i>DEEP SOIL MIX</i>	<p>Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung ekspansif yang berasal dari Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur dan <i>fly ash</i> yang diperoleh dari toko bangunan di Malang.</p> <p>Setelah sampel tanah lempung ekspansif dan <i>fly ash</i> telah diperoleh, berikutnya adalah tahapan persiapan benda uji. Adapun persiapan benda uji dengan dibedakan variasi kadar air $OMC \pm 6\%$.</p> <p>Setiap sampel tanah dipadatkan sampai kepadatan yang sudah ditentukan.</p>	<p>Berdasarkan analisa dan pembahasan hasil penelitian, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kadar air pada tanah asli berpengaruh terhadap kuat geser tanah. Semakin besar kadar air, nilai q_u, tegangan dan C_u semakin kecil. 2. Semakin besar kadar air pada tanah, nilai sudut geser dalam (ϕ) semakin kecil. Berbeda dengan nilai kohesi, nilai kohesi maksimum berada pada daerah sekitar OMC (kadar air optimum).

		<p>Selanjutnya dilakukan pembuatan DSM dengan menggunakan pipa diameter 30 mm. Sedangkan untuk sampel <i>swelling</i>, ada sampel untuk tanah asli dan 6 sampel dibedakan untuk jumlah DSM 1-6 buah.</p> <p>Dilanjutkan proses pemeraman selama 4 hari sebelum dilakukan pengujian. Ada tiga pengujian yang akan dilakukan, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uji tekan bebas (<i>unconfined compression test</i>): ASTM D 2166-85 2. Uji triaksial (<i>triaxial test</i>): ASTM D 2850-87 3. Uji <i>swelling</i>: ASTM D 4546-86 <p>Batas plastis (<i>plastic limit</i>)= 30,41%</p>	<p>3. Volume <i>deep soil mix</i> berpengaruh terhadap pengembangan (<i>swelling</i>), semakin besar rasio volume perbaikan <i>deep soil mix</i>, maka pengembangan (<i>swelling</i>) semakin kecil.</p> <p>Setelah melakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil penelitian ini, maka muncul saran-saran untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut.</p> <p>Saran-saran yang dapat diberikan adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan bahan limbah yang lebih bervariasi untuk mengurangi pencemaran dan
--	--	---	---

		<p>Batas susut (<i>shrinkage limit</i>)= 2,4% Indeks plastisitas (PI)= 43,92%. Tanah lolos ayakan No. 200= 91,83% Klasifikasi tanah sistem unified tanah lempung tergolong sebagai tanah CH (lempung dengan plastisitas tinggi).</p>	<p>masalah lingkungan.</p> <ol style="list-style-type: none">2. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan menggunakan benda uji dari jenis tanah yang berbeda selain tanah lempung ekspasif.3. Perlu diadakan perulangan dari setiap perlakuan agar hasil yang didapat lebih maksimal.4. Perlu adanya peralatan praktikum yang lebih memadai, agar hasil dari penelitian lebih baik dan akurat.
--	--	--	---



<p>Herman (2018)</p>	<p>PENGARUH PENAMBAHAN ABU LIMBAH KERTAS TERHADAP KEMBANG SUSUT TANAH LEMPUNG.</p>	<p>Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang. Tanah lempung sebagai sampel didatangkan dari Kampung Melayu ± 700 m tepi kanan jalan Alai –Gunung Panggilun. Bahan limbah kertas dipakai kertas HVS bekas pekerjaan administrasi pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang, dan pembakarannya dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Padang dengan suhu ± 700°C. Persentase penambahan abu serbuk kayu adalah 0%, 5%, dan 10% dari berat kering tanah dengan kondisi tanah terganggu, masa pemeraman 3 hari.</p>	<p>Penambahan abu limbah kertas 0%, 5% dan 10% dari berat kering tanah. Dengan waktu pemeraman selama 3 hari. Uji yang dilaksanakan terdiri dari pengujian sifat fisis tanah terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, batas-batas Atterberg dan saringan, serta pengujian sifat mekanis tanah yang mencakup uji pemadatan dan uji pengembangan serta uji tekanan pengembangan, baik untuk tanah asli, maupun tanah yang telah dicampur dengan abu limbah kertas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, keradaan abu limbah kertas dalam tanah dapat</p>
--	---	---	---

		<p>Adapun peralatan yang digunakan adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Satu set saringan standar ASTM D421-58 dan hidrometer D422-63. 2. Satu set alat ukur gravitas khusus ASTM D8554-58. 3. Alat uji batas <i>konsistensi</i> ASTM D423-66, D424-59 dan D427-61 4. Alat pemadat standar ASTM D698-78 5. Satu set alat uji pengembangan (swelling) dengan alat oedometer ASTM D4546-90. 6. Alat-alat bantu yang terdiri dari <i>oven</i>, timbangan dengan ketelitian 0,01, <i>stop watch</i>, <i>termometer</i>, gelas ukur 1000 ml, <i>desicator</i>, cawan, <i>picnometer</i>. 	<p>meningkatkan nilai specific gravity (Gs), batas plastis (PL), batas susut (SL), kepadatan tanah tanah, dan menurunkan nilai-nilai batas cair, indeks plastisitas (PI), persentase lolos saringan no. 200, pengembangan dan nilai tekanan pengembangan tanah. Hasil terbaik dicapai pada pencampuran 10% abu limbah kertas dalam tanah.</p>
--	--	--	---

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian dilapangan mencakup survei lokasi untuk pengambilan sampel tanah, pemboran tanah, dan pengambilan contoh tanah. Pemboran dilakukan adalah pemboran ringan sampai pada kedalaman dangkal ($< 10\text{m}$). Bor yang digunakan adalah bor jenis Iwan (Iwan Auger).

Penelitian dilaboratorium menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap kembang susut dan daya dukung tanah lempung. Pembuatan dan pengujian terhadap sampel akan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dan alat
2. Pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli
3. Pemeriksaan Uji Kuat Geser Langsung (*Direct shear test*)
4. Analisis data

3.2 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan yang dipersiapkan terdiri dari sampel tanah asli/lempung.

Alat yang dipersiapkan terdiri dari :

1. Pengujian Kadar Air (*Water content*)

(AASHTO T-265-79 ; ASTM D-2216-71) :

Oven, timbangan, desikator dan cawan timbang tertutup dari gelas atau logam tahan karat.

2. Pengujian Berat Isi (*Density test*)

(ASTM D 2216-71) :

Ring berat isi, jangka sorong, oven, timbangan dan desikator.

3. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*)

(AASHTO T-100-82 ; ASTM D 854-72) :

Piknometer, desikator, bak perendam, oven, botol berisi air suling, neraca, tungku listrik, termometer serta saringan dan penadahnya.

4. Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*)

(AASHTO T-89-74 ; ASTM D-423-66) :

Alat batas cair standard (*atterberg*), alat pembuat alur (*grooving tool*) ASTM dan Cassagrande, cawan porselin (*mortar*), pestel (penumbuk/penggerus) berkepala karet, spatula/spatel, gelas ukur 200 ml, cawan (*thin box*), saringan no.40, air destilasi dalam botol (*wash bottle*) dan alat-alat pemeriksaan batas cair.

5. Pengujian Batas Plastis (*Plastis Limit*)

(ASTM D-424-74 ; AASTHO T-90-74) :

Plat kaca, spatula, batang pembanding, cawan porselin, cawan untuk menentukan kadar air, gelas ukur 200 ml, oven, neraca dan air destilasi dalam botol cuci (*wash bottle*) untuk pemeriksaan batas susut.

6. Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

(AASHTO T-92-68) :

Prong plate, monel dish, cristalizing dish, cawan perty, mercury, *porcelain dish*, neraca dan oven untuk pemeriksaan batas susut.

7. Pengujian ANALISA SARINGAN (*SIEVE ANALYSIS*)

(AASHTO T-27-74 ; ASTM C-136-46) :

Mesin pengguncang saringan (*sieve analysis*), saringan (*sieve*), timbangan dan talam untuk pemeriksaan analisa saringan.

8. Pengujian Analisa Hidrometer

(AASHTO T-87-70 ; ASTM D-422-63) :

Hidrometer, termometer, tabung - tabung gelas, pengaduk mekanis dan mangkuk dispresi, neraca, saringan, oven, batang pengaduk dari gelas, dan *stopwatch* untuk analisa hidrometer.

9. Pengujian Kuat Geser Langsung

(AASHTO T-236-N-72) (ASTM D-3080-72) :

Setang penekan dan pemberi beban, Alat pengeser lengkap dengan cincin penguji (*Proving ring*) dan 2 buah arloji geser (*extensiometer*), cincin pemeriksa yang terbagi dua dengan penguncinya terletak dalam kotak,

beban – beban, dua buah batu pori, alat pengeluar contoh dan pisau pemotong, cincin cetak benda uji, neraca cetak benda uji, stopwatch, oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

3.3 Pemeriksaan Data Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Asli

3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat fisik tanah asli meliputi :

1. Pemeriksaan Kadar Air (*Water content*)

Maksud dari pemeriksaan kadar air adalah untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah dengan perbandingan antara berat air dengan tanah kering yang dinyatakan dalam persen (%). Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur AASHTO T-265-79 ; ASTM D-2216-71.

Perhitungan kadar air dapat dihitung dengan rumus :

$$W(\%) = \frac{W_4}{W_5} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

$$W(\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

W = Kadar air (%)

W_1 = Berat cawan kosong (gram)

W_2 = Berat cawan + tanah basah (gram)

W_3 = Berat cawan + tanah kering (gram)

W_4 = Berat air (gram)

W_5 = Berat tanah kering (gram)

2. Pemeriksaan Berat Isi (*Density test*)

Maksud dari pemeriksaan ini adalah mengetahui berat isi, isi pori, serta derajat kejenuhan suatu sampel tanah. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan mengikuti prosedur ASTM D 2216-71.

Perhitungan berat isi tanah basah/asli :

$$\gamma_w = \frac{\text{Berat Tanah Asli}}{\text{Volume Tabung Cylinder}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Perhitungan *Dry Unit Weight*

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1+W} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

γ_w = Berat isi basah (gram/cm²)

γ_d = Berat isi tanah kering (gram/cm²)

3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Maksud dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No.4 dengan piknometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antar berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan mengikuti prosedur AASHTO T-100-82 ; ASTM D 854-72.

Perhitungan berat jenis tanah dapat dihitung dengan rumus :

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

G_s = Berat spesifik tanah

W_1 = Berat piknometer (gram)

W_2 = Berat piknometer dan bahan kering (gram)

W_3 = Berat piknometer + bahan + air (gram)

W_4 = Berat piknometer dan air (gram)

4. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Maksud dari pemeriksaan ini adalah menentukan batas cair tanah, batas cair tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastisitas. Tanah dalam keadaan batas cair apabila diperiksa dengan alat *Casagrande*, kedua bagian tanah dalam mangkok yang terpisah oleh alur lebar 2 mm. menutup sepanjang 12,7 mm. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan mengikuti prosedur AASHTO T-89-74 ; ASTM D-423-66.

Perhitungan batas cair dapat dilihat setelah kadar air diperoleh, diplotkan kedalam kertas grafik semilog dengan jumlah ketukan sebagai sumbu X dan kadar air sumbu Y. Buat garis regresi liniernya, kadar air pada ketukan ke-25 menunjukkan batas cair tanah yang diuji.

5. Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Maksud dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara semi plastis dan semi padat. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D-424-74 ; AASTHO T-90-74.

Perhitungan batas plastis dapat dihitung dengan rumus :

Tentukan kadar air rata – rata sebagai harga batas plastis.

$$w(100\%) = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

6. Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Maksud dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air sampel tanah pada batas keadaan semi padat dan keadaan padat. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan mengikuti prosedur AASHTO T-92-68.

Perhitungan batas susut dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Shrinkage Limit} = SL = W - \frac{V - V_s}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

W = Kadar air (%)

V = Isi tanah basah (ml)

V_s = Isi tanah kering (ml)

W_s = Berat tanah basah (gram)

7. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Maksud dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi). Tanah yang tertahan saringan No.200. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan mengikuti prosedur AASHTO T-27-74 ; ASTM C-136-46.

Perhitungan analisis saringan dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Kumulatif Tertahan} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan}}{\text{Berat Tanah Keseluruhan}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\% \text{ Kumulatif Lolos} = 100 \% - \% \text{ Kumulatif Jumlah Tertahan} \dots (3.9)$$

3.3.2 Pemeriksaan Sifat Tanah Mekanik Asli

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat geser langsung (*direct shear*) pada tiap persentase pencampuran 5%, 10%, 15%.

1. Pemeriksaan Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*) ASTM D-3080-04

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan parameter kuat geser tanah (*shear strength parameter*) kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots (3.10)$$

keterangan :

τ : kekuatan geser maksimum (kg/cm^2)

c : kohesi (kg/cm^2)

σ : tegangan normal (kg/cm^2)

ϕ : sudut geser dalam (ϕ)

2. Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah lempung dicampur dengan air dengan presentase penambahan air sebesar 5 %, 10 % , 15 % dari berat tanah.

3.4 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari material tanah asli/lempung. sebagai berikut:

Tabel 3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli

No.	Pengujian	Sampel	Kebutuhan Tanah (gr)
1	Pengujian Kadar Air Tanah	2	100
2	Pengujian Berat Jenis Tanah	2	100
	Pengujian Analisa Granular:		
3	Pengujian Analisa Saringan	1	1000
4	Pengujian Analisa Hidrometer	2	100
	Pengujian Batas-batas Konsistensi:		
4	Pengujian Batas Cair	3	60
5	Pengujian Batas Plastis	2	20
6	Pengujian Batas Susut	2	20
7	Pengujian geser langsung (<i>Direct shear</i>)	3	150
	Jumlah Total	17	1550

Sumber : Rencana Penelitian

Tabel 3.2 Kebutuhan Tanah Asli Dan Air

No.	Pengujian	Sampel	Kebutuhan Tanah Lempung (gr)
1	Tanah Asli	3	450
2	Tanah Yang Dikeringkan 2 Jam	9	1350
3	Tanah Yang Dikeringkan 4 Jam		
4	Tanah Yang Dikeringkan 6 Jam		
5	Tanah Asli + Air 5%		
6	Tanah Asli + Air 10%		
7	Tanah Asli + Air 15%		
Jumlah Total		12	1800

Sumber : Rencana Penelitian

Maka :

1. Jumlah total tanah yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 150 gr dikali jumlah sampel yaitu ; $150 \text{ gr} \times 12 = 1800 \text{ gr}$

3.5 Analisis Data

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium kemudian dilakukan analisa untuk masing - masing pengujian sehingga didapatkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli/lempung.

3.6 Daya Dukung Tanah Menurut Teori Terzaghi

Ada beberapa metode untuk menghitung daya dukung tanah, metode yang paling sering digunakan adalah metode dari *Terzaghi*. Analisis daya dukung didasarkan kondisi general *shear failure*, yang dikemukakan *Terzaghi* (1943) dengan anggapan pondasi berbentuk memanjang tak terhingga dengan lebar B dan terletak di atas tanah homogen.

Persamaannya:

$$q_{ult} = c.N_c + D_f.\gamma.N_q + 0,5. \gamma.B.N_\gamma. \dots\dots\dots (3.11)$$

dengan : q_{ult} = daya dukung ultimit/ batas

c = kohesi .

D_f = kedalaman pondasi

B = lebar pondasi

γ = berat volume tanah

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung tanah (**Tabel 3.3**)

Daya dukung tanah yang diijinkan berdasarkan nilai faktor keamanan

= 3, jadi didapat nilai q_{all} :

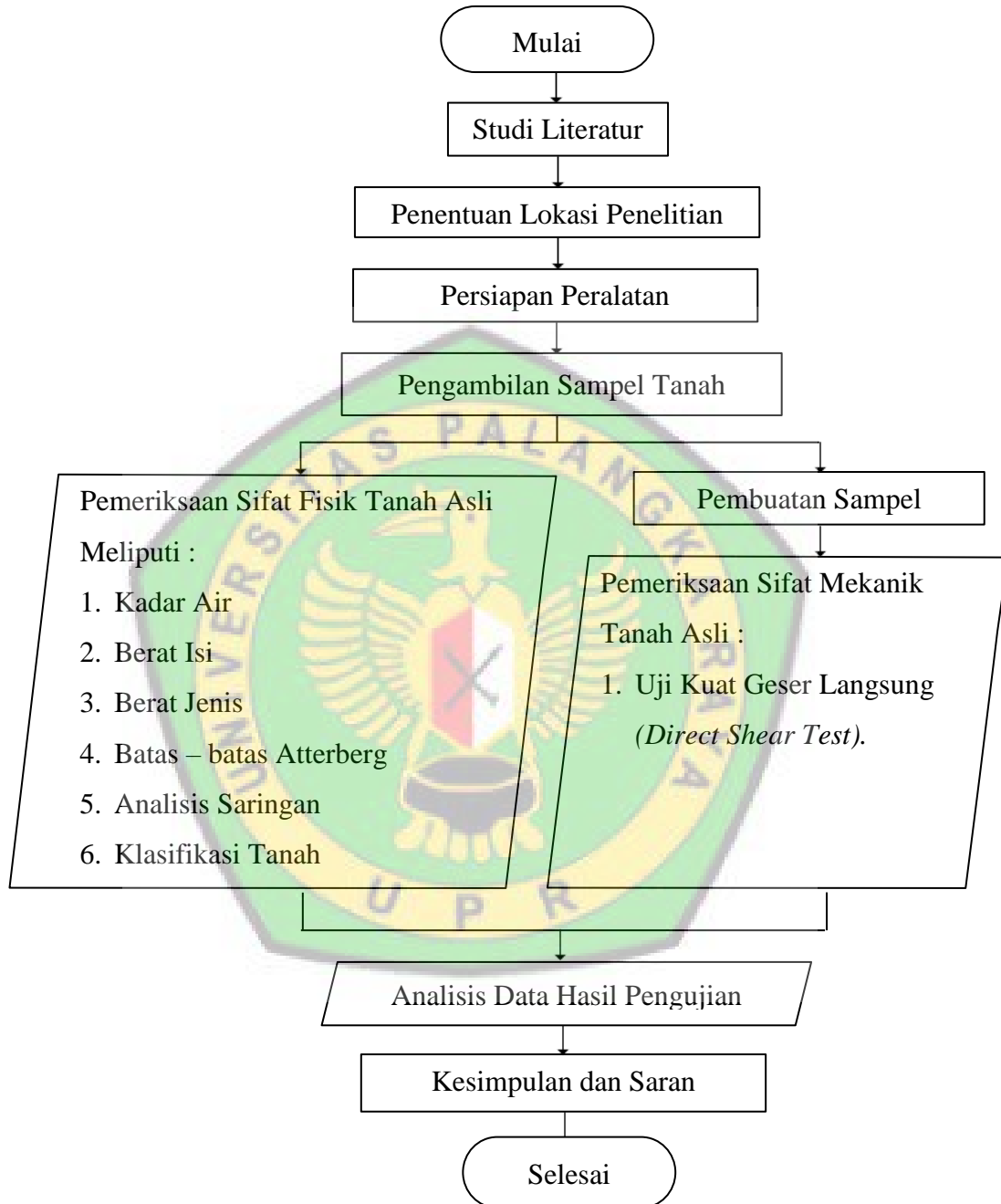
$$q_{all} = \left(\frac{1}{SF}\right) \times q_{ult}$$

Tabel 3.3 Nilai Faktor Daya Dukung Tanah Terzaghi

Φ	Keruntuhan Geser Umum		
	N_c	N_q	N_γ
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
34	52,6	36,5	35
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	347,6	415,1	1153,2

Sumber : *Terzaghi (1943)*

3.7 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah lempung pada Kel. Petuk Katimpun KM.10 Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian sifat – sifat fisik tanah asli di dapat nilai, kadar air (w) = 33,47% ; berat isi (γ_d) = 1,25 gr/cm³ ; berat jenis (G_s) = 2,34 ; batas – batas *Atterberg* yaitu Batas cair (*Liquid Limit*) = 31,50% ; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 17,12% ; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 14,38% ; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 14,41 % ; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 51,43%. Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan tanah berlempung, dalam kelompok tanah A-6 (3), dan menurut USCS tanah diklasifikasikan tanah berlempung anorganik kelompok CL.
2. Berdasarkan hasil pengembangan didapatkan nilai terendah pada penambahan air 5% dari tanah asli sebesar 0,70 cm, kadar air 44,17% dengan selisih pengembangan 0,04 cm, mengalami peningkatan sebesar 6,06%. Pada penambahan air 10% dari tanah asli sebesar 0,75 cm, kadar air 58,36% dengan selisih pengembangan 0,09 cm, mengalami peningkatan sebesar 13,64%. Sedangkan untuk nilai tertinggi pada penambahan air 15% dari tanah asli sebesar 0,78 cm, kadar air 69,38% dengan selisih pengembangan 0,12 cm, mengalami peningkatan sebesar 18,18%. Hasil penyusutan terendah didapatkan pada tanah

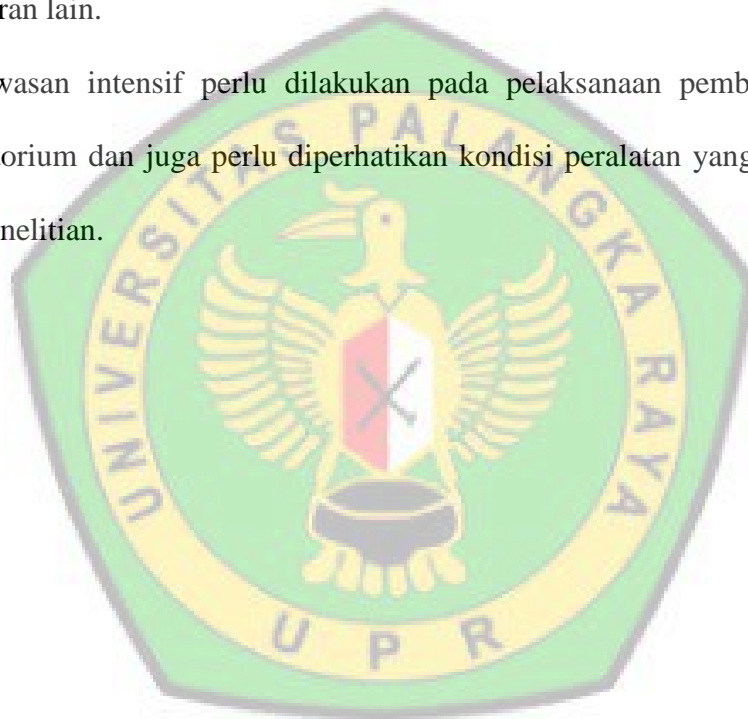
asli yang dikeringkan selama 2 jam sebesar 0,44 cm, dengan kadar air 10,96% didapatkan selisih penyusutan 0,22 cm, mengalami penyusutan 33,33%, sedangkan untuk nilai tertinggi didapatkan pada tanah asli yang dikeringkan selama 6 jam sebesar 0,35 cm, mengalami penyusutan 53,03%, kadar air 5,64% dengan selisih penyusutan 0,35 cm. Sehingga semakin besar kadar airnya maka tanah tersebut akan mengembang dan kekuatan daya dukung tanah akan berkurang, sebaliknya jika kandungan airnya berkurang atau kering maka tanah tersebut mengalami menyusut dan kekuatan daya dukung tanah akan meningkat.

3. Dari hasil pengujian geser langsung (*Direct Shear*) terhadap nilai kuat geser dan daya dukung tanah asli yang dikeringkan 6 jam didapat nilai kuat geser (τ) tertinggi 0,288 kg/cm², sudut geser 25°, kohesi (c) 0,230 kg/cm², dengan persentase sebesar 13,83% sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat nilai $q_{ult} = 6,94$ kg/cm², dan nilai $q_{ijin} = 2,31$ kg/cm². Setelah penambahan pada campuran tanah asli + 5% air didapat nilai kuat geser (τ) sebesar 0,198 kg/cm², sudut geser 19°, kohesi (c) 0,155 kg/cm². Sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat nilai $q_{ult} = 3,64$ kg/cm², dan nilai $q_{ijin} = 1,21$ kg/cm². Pada campuran tanah asli + 15% air didapat nilai kuat geser (τ) sebesar 0,126 kg/cm², sudut geser 16°, kohesi (c) 0,090 kg/cm². Sedangkan untuk nilai daya dukung tanah didapat nilai $q_{ult} = 2,06$ kg/cm², dan nilai $q_{ijin} = 0,69$ kg/cm². Sehingga dengan penambahan air memberikan pengaruh terhadap nilai kuat geser dan daya dukung pada tanah lempung.

5.2 Saran

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

1. Saran terhadap penelitian ini adalah untuk mengetahui efektif atau tidaknya campuran air, perlu diteliti lebih lanjut sehingga nilai nyata terjadinya perubahan akibat pengaruh penambahan bahan tersebut.
2. Terjadinya penurunan sudut geser, sebaiknya dilakukan dengan kombinasi campuran lain.
3. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J E. (1984), *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.

Bowles, J E. 1991. *Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta

Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah (Jilid 1) Terjemahan*. Jakarta: Erlangga

Hardiyatmo, Hary Christady. (1992), *Mekanika Tanah 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hary Christady, (1996). Sistem Klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS)

Herman (2018), *PENGARUH PENAMBAHAN ABU LIMBAH KERTAS TERHADAP KEMBANG SUSUT TANAH LEMPUNG*, Tugas akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang

IKA MEISY PUTRI RAHMAWATI MALANG (2015), *PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KUAT GESER TANAH EKSPANSIF BOJONEGORO DENGAN STABILISASI MENGGUNAKAN 15% FLY ASH DENGAN METODE DEEP SOIL MIX*

Terzaghi, Karl and Peck, B Ralph, "Soil Mechanics in Engineering Practice, Second Edition", JOHN WILEY & SONS, New York, 1967