

SKRIPSI
PENGGUNAAN BATU KAPUR DESA BUHUT JAYA KABUPATEN KAPUAS
SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF STABILISASI TANAH DASAR

Oleh:
PRETO ERLIANTO
DAB 114 115



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2020

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul **“PENGUNAAN BATU KAPUR DESA BUHUT JAYA KABUPATEN KAPUAS SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF STABILISASI TANAH DASAR”**. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dengan tujuan memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.,T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- 2) Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.,T, M.,T selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
- 3) Bapak Ir. Suradji Gandi., M.M. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
- 4) Ibu Dr. Fatma Sarie, S.,T, M.,T selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
- 5) Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I Proposal Tugas Akhir.
- 6) Bapak Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II Proposal Tugas Akhir.
- 7) Ibu Ina Elvina, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji III Proposal Tugas Akhir.

Penulis menyadari proposal Tugas Akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Palangka Raya, Agustus 2020

Preto Erlianto

NIM. DAB 114 115

RINGKASAN

PENGGUNAAN BATU KAPUR DESA BUHUT JAYA KABUPATEN KAPUAS SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF STABILISASI TANAH DASAR, Preto Erlianto, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, 2020.

Tanah merupakan salah satu unsur penting yang akan selalu berhubungan dalam bidang teknik sipil. Saat ini, Indonesia merupakan negara berkembang sedang gencarnya pembangunan di berbagai bidang, tak terkecuali di Kalimantan Tengah, meningkatnya aktivitas tersebut sehingga menyebabkan menurunnya nilai daya dukung tanah. Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut. Bahan untuk stabilisasi tanah dasar yang digunakan adalah batu kapur dari desa Buhut Jaya Kabupaten Kapuas. Batu Kapur menggunakan perencanaan campuran metode coba – coba (*trial and error*), dengan komposisi batu kapur 5%, 10%, dan 15% dari berat isi campuran. Analisis data dari hasil penelitian menggunakan analisis varian guna mengetahui pengaruh campuran batu kapur terhadap nilai CBR tanah dasar.

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium sifat fisik tanah asli didapatkan AASHTO sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-6 (4) dan USCS sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, tanah termasuk kelompok CL. Analisis data menggunakan analisis varian menyatakan bahwa penambahan batu kapur memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai CBR untuk perbaikan tanah dasar. Untuk tanah asli dengan kadar air optimum penambahan Batu kapur sebesar 0% pada masa pemeraman 1 hari didapatkan nilai $CBR_{RENCANA}$ sebesar 3,51%. Untuk tanah campuran dengan kadar air optimum penambahan batu kapur sebesar 5%, 10%, 15% dengan masa pemeraman 3 hari didapatkan nilai $CBR_{RENCANA}$ sebesar 4,10%, 5,05%, 5,85%. Untuk tanah campuran dengan kadar air optimum penambahan batu kapur sebesar 5%, 10%, 15% dengan masa pemeraman 7 hari didapatkan nilai $CBR_{RENCANA}$ 6,09%, 6,50%, 6,55%.

Kata kunci : Stabilisasi, Tanah Dasar, Batu Kapur, CBR.

ABSTRACT

THE USE OF LIMESTONE BUHUT JAYA VILLAGE KAPUAS REGENCY AS AN ALTERNATIVE MATERIAL OF SUBGRADE STABILIZATION.
Preto Erlianto, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
University of Palangka Raya, Palangka Raya, 2020.

The Land is one important element that will always be related in the field of civil engineering. Currently, Indonesia is a developing country that is incessant development in various fields, not least in Central Kalimantan, the increase in activity causes a decrease in the carrying capacity of land. Soil stabilization is a process to improve soil properties by adding something to the soil. The material for stabilizing the subgrade used is limestone from the village of Buhut Jaya, Kapuas Regency. Limestone uses a trial and error mixture planning method, with limestone composition of 5%, 10%, and 15% of the weight of the mixture content. Data analysis from the results of the study used variant analysis to determine the effect of the limestone mixture on the CBR value of subgrade.

Based on the results of research conducted on the physical nature of the original soil, AASHTO classified subgrade as clay soils in groups A-6 (4) and USCS classified as inorganic clay soils with low plasticity to moderate soil into CL groups. Analysis of the data based on the analysis of variance states that the addition of limestone has a significant influence on the CBR value for the improvement of subgrade. For native soil with optimum moisture content addition of 0% limestone in the ripening period of 1 day, the CBR_{DESIGN} values of 3.51% is obtained. For mixed soil with optimum moisture content, the addition of limestone of 5%, 10%, 15% during the curing period of 3 days obtained CBR_{DESIGN} values of 4.10%, 5.05%, 5.85%. For mixed soil with optimum moisture content addition of limestone of 5%, 10%, 15% during 7 days curing period, the CBR_{DESIGN} values of 6.09%, 6.50%, 6.55% was obtained.

Keywords: Stabilization, Subgrade, Limestone, CBR

2.6	Stabilisasi Tanah	15
2.7	Pemadatan Tanah	15
2.8	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).....	16
2.8.1	DCP(<i>Dynamic Cone Penetrometer</i>).....	18
2.9	Penelitian Terdahulu	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Umum	21
3.2	Persiapan Bahan dan Alat	21
3.3	Pemeriksaan Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Asli	23
3.3.1	Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli	23
3.3.2	Pemeriksaan Sifat Tanah Mekanik Asli.....	25
3.4	Perencanaan Campuran	25
3.5	Pemeriksaan Sifat Mekanis Campuran	26
3.5.1	Persiapan Sampel	26
3.6	Pemeriksaan Kepadatan Optimum	29
3.7	Pemeriksaan CBR	29
3.8	Analisis Data.....	29

BAB IV HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

4.1	Hasil penelitian	34
4.1.1	Spesifikasi Batu Kapur	34
4.1.2	Hasil pengujian Sifat-sifat Fisik Tanah	34
4.1.3	Klasifikasi Tanah	35

4.1.4 Pengujian Sifat-Sifat Mekanik Tanah.....	37
4.2 Pembahasan	41
4.2.1 Analisis Varian	41
4.2.2 Hubungan Nilai CBR, Masa Pemeraman , dan Berat Isi Kering Maksimum	44

BAB V KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

1.1	Lokasi Penelitian.....	5
2.1	Alat CBR.....	18
2.2	Alat DCP	18
3.1	Bagan Alir	33
4.1	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	35
4.2	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS	36
4.3	Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Laboratorium	38
4.4	Grafik Hasil Pengujian CBR Laboratorium.....	39
4.5	Grafik Hubungan DDT dengan CBR.....	41

DAFTAR NOTASI

LL	: Liquid Limit (%)
PL	: Plastic Limit (%)
SL	: Shrinkage Limit (%)
PI	: Indeks Plastisitas (%)
LI	: Liquidity Indeks
w	: Kadar air (%)
G_s	: Specific Gravity
γ_b	: Berat volume tanah basah (gr/cm^3)
γ_d	: Berat volum tanah kering (gr/cm^3)
γ_s	: Berat isi butiran (gr/cm^3)
γ_{sat}	: Berat isi tanah jenuh (gr/cm^3)
γ_{eff}	: Berat isi tanah efektif (gr/cm^3)
γ_w	: Berat jenis air (gr/cm^3)
V	: Volume (cm^3)
e	: Angka pori
n	: Porositas
S	: Derajat kejenuhan (%)
q_u	: Kuat tekan (kN/m^2)
P	: Beban maksimum (kN)

- A : Luas penyampang rata-rata atau luas terkoreksi (m^2)
- A_o : Luas penampang benda uji semula (mm^2)
- ϵ : Regangan aksial (%)
- ΔH : Perubahan tinggi benda uji (mm)
- H_o : Tinggi benda uji semula (mm)
- P : Axial Load (kN)
- a : Load Dial (kgf)
- 2,541 : Konfersi satuan dari inch ke cm
- c : Kalibrasi arloji (0,2044)
- W_b : Berat tanah basah (gram)
- W_m : Berat mold (gram)
- W_d : Berat tanah kering (gram)
- W_w : Berat air (gram)
- W_c : Berat abu batu kapur (gram)
- 5% : Perbandingan berat abu batu kapur 5% terhadap berat tanah basah 100%
- 10% : Perbandingan berat abu batu kapur 10% terhadap berat tanah basah 100%
- 15% : Perbandingan berat abu batu kapur 15% terhadap berat tanah basah 100%
- Unsoaked: Benda uji dalam keadaan tak-terendam setelah diambil dari bak pencampuran.

DAFTAR TABEL

2.1	Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	8
2.2	Sistem Klasifikasi Tanah (USCS).....	9
2.3	Batas – Batas Atterberg	10
2.4	Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi	12
3.1	Sampel Pengujian Tanah Asli	27
3.2	Sampel Pengujian Untuk Tanah Asli + Bahan Campuran ...	27
3.3	Kebutuhan Tanah Dan Batu Kapur.....	28
3.4	Pemeriksaan Kepadatan Maksimum.....	29
3.5	Pemeriksaan CBR	29
3.6	Analisis Varian	30
4.1	Hasil Pemeriksaan Sifat fisik Tanah.....	34
4.2	Pemeriksaan Kepadatan Laboratorium.....	38
4.3	Pemeriksaan CBR Laboratorium	39
4.4	Analisis Varian Perbaikan Daya Dukung Tanah dengan Batu Kapur	42
4.5	Nilai CBR Rata-Rata dan Berat Isi Kering Maksimum Pada Berbagai Penambahan Batu Kapur	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu unsur penting yang pastinya akan selalu berhubungan dalam bidang teknik sipil baik sebagai konstruksi bangunan maupun jalan. Saat ini, Indonesia merupakan negara berkembang sedang gencarnya melakukan pembangunan di berbagai bidang, tak kecuali Kalimantan Tengah, dengan meningkatnya kegiatan pembangunan tersebut maka aktivitas pun semakin padat sehingga menyebabkan menurunnya nilai daya dukung tanah.

Stabilisasi tanah merupakan suatu usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Sifat-sifat tanah yang diperbaiki meliputi kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan (*Jafri, M., Setyanto, S., & Aprinal, A. R. 2016*).

Beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut: meningkatkan kepadatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul, menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisis pada tanah, menurunkan muka air tanah (drainase tanah), mengganti tanah yang buruk (*Bowles, 1991*)

Salah satu cara terbaik menangani permasalahan tanah berdaya dukung rendah adalah mengganti tanah dasar tersebut dengan tanah yang cukup baik, tetapi hal ini biasanya memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh

karenanya, dilakukan suatu usaha untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara merubah sifat-sifat fisiknya untuk menekan biaya. Perbaikan sifat-sifat fisik dari tanah kurang baik menjadi tanah yang baik dibidang rekayasa Teknik Sipil disebut sebagai stabilisasi tanah. Banyak material yang dapat digunakan sebagai stabilisator tanah dan yang akan dikembangkan dalam tugas akhir ini adalah penggunaan batu kapur, Pada penelitian ini digunakan tanah Desa Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Desa Bukit Rawi merupakan jalan penghubung antar daerah dan akan memiliki jembatan layang sehingga menimbulkan keingintahuan tentang tanah diwilayah tersebut untuk dilakukan stabilisasi tanah dan kapur yang digunakan dari desa Buhut Jaya Kabupaten Kapuas, dengan kadar campuran yang berbeda-beda.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik tanah pada Desa Bukit Rawi Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah ?
2. Bagaimana pengaruh batu kapur dapat meningkatkan daya dukung tanah ?
3. Apakah stabilisasi dengan batu kapur dapat meningkatkan nilai CBR ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah lempung pada Desa Bukit Rawi Kecamatan Kahayan, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah.
2. Menganalisis pengaruh batu kapur sebagai bahan stabilisasi tanah dasar untuk meningkatkan daya dukung tanah
3. Menganalisis peningkatan nilai CBR akibat stabilisasi tanah dengan batu kapur.

1.4. Batasan Masalah

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

1. Tanah yang digunakan adalah berasal dari Desa Bukit Rawi KM.32 Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah.
2. Batu Kapur sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah diambil dari Desa Buhut Jaya, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah.
3. Perencanaan campuran menggunakan metode *trial and error* (cara coba-coba) dengan presentase penambahan batu kapur sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dari berat campuran.
4. Evaluasi karakteristik tanah asli meliputi :
 - a) Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content*) ASTM D-2216-71
 - b) Pemeriksaan Berat Isi (*Desity Test*) ASTM D-2216-98
 - c) Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Test*) ASTM D-854-72
 - d) Pemeriksaan Batasan-batasan (*Atterberg*) : ASTM D-4318

- 1) Batas Cair (*Liquid Limit*)
 - 2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)
 - 3) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)
- e) Pemeriksaan Analisa Saringan (*Sieve Analysis*) ASTM C-136-46
- f) Pemeriksaan Pemasatan Laboratorium (*Compaction Test*) AASHTO T-99-74
- g) Pemeriksaan CBR Laboratorium (*Laboratory CBR*) ASTM D-1883-99
5. Evaluasi karakteristik tanah campuran meliputi :
- a) Pemeriksaan Pemasatan Laboratorium (*Compaction Test*) AASHTO T-99-74
 - b) Pemeriksaan CBR Laboratorium (*Laboratory CBR*) ASTM D-1883-99
6. Pemeriksaan pemasatan dan CBR laboratorium menggunakan percobaan pemasatan standar (*standar proctor test*) dengan umur pemeraman 0 hari, 3 hari & 7 hari. Pengujian nilai CBR laboratorium dilakukan pada tanah dan campuran pada tanpa rendaman.
7. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

1.5. Manfaat Penelitian

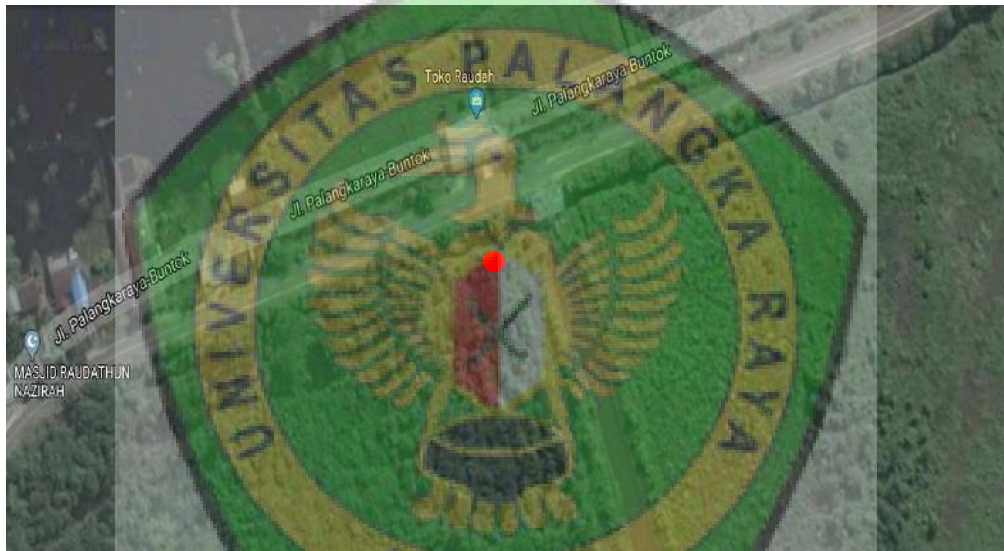
Manfaat dari penelitian di atas yaitu:

- 1) Memperoleh pengetahuan tentang batu kapur sebagai alternatif untuk stabilisasi tanah dasar.

- 2) Memberikan informasi secara terinci tentang penggunaan batu kapur dan untuk mendapatkan proporsi campuran tanah yang dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar.
- 3) Diharapkan sebagai acuan dalam stabilisasi tanah.

1.6. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang menjadi objek penelitian ini adalah pada Desa Bukit Rawi Kecamatan Kahayan Tengah.



Sumber : www.googleearth.com

1.1 LOKASI PENELITIAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Tanah dari sudut ilmu Teknik Sipil merupakan kumpulan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 1992).

Proses dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisik atau kimiawi. Proses fisik antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan *glaciyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Pengertian tanah menurut Bowles, 1984 tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis. Berikut jenis-jenis:

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran kecil 150 mm sampai 250 mm.
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm. Bahan halus yang berukuran < 1 mm.

- d. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
- e. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2.2. Sistem Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengelompokan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi memiliki sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan penggunaannya. (*Ida Wahyuni, 2004*).

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 2.1 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	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 2 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.

Sistem klasifikasi tanah USCS dan nilai batas cair (LL) terhadap indeks plastisitas (PI) tanah metode Unified ini dapat di lihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi USCS

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis		
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0.075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tanah saringan no. 4 (4.75 mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus			
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ Bila batas Atterberg berada di daerah arir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol		
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung			
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4.75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.			
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ Bila batas Atterberg berada di daerah arir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol		
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung			
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0.075 mm)	ML		Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terdandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar, Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diartikan berarti bahwa klasifikasinya menggunakan dua simbol.</p>
			CL		Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')	
OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.					
Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.				
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')				
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi				
Tanah dengan kadar organik tinggi	P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

Sumber : Hardiyatmo, 1992

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* bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 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 2.4 Batasan Indeks Plastis, Sifat, Macam Tanah dan Kohesi

Basah		Makin Kering		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 di pengaruhi 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. Batu Kapur

Batu gamping adalah batuan sedimen yang utamanya terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3) berbentuk mineral kalsit. Di Indonesia, batu gamping memiliki nama lain yaitu batu kapur, sedangkan istilah luarnya biasa disebut "*limestone*". Batu gamping paling sering terbentuk di perairan laut dangkal.

Batu kapur kebanyakan merupakan batuan sedimen organik yang terbentuk dari akumulasi cangkang, karang, alga, dan pecahan-pecahan sisa organisme. Batu ini juga dapat menjadi batuan sedimen kimia yang terbentuk oleh pengendapan kalsium karbonat dari air danau ataupun air laut. Pada prinsipnya, definisi batu kapur mengacu pada batuan yang mengandung setidaknya 50% berat kalsium karbonat dalam bentuk mineral kalsit. Sisanya, batu gamping dapat mengandung beberapa mineral seperti kuarsa, feldspar, mineral lempung, pirit, siderit dan mineral-mineral lainnya.

2.6 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu usaha yang dilakukan guna menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan gesernya. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga membentuk struktur jalan atau fondasi tanah yang padat. Adapun sifat tanah yang telah diperbaiki tersebut dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung tanah, permeabilitas, dan keawetan.

Menurut (*Bowles, 1984*), stabilitas dapat terdiri dari salah satu tindakan sebagai berikut:

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi.
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah.
4. Menurunkan muka air tanah (*dewatering*), dan
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

2.7 Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah proses peningkatan kerapatan tanah dengan dengan memperkecil jarak antara partikel-partikelnya sehingga terjadi penyusutan (*reduksi*) volume udara.

Pemadatan berfungsi :

1. Meningkatkan kekuatan tanah sehingga bertambahnya daya dukung fondasi di atasnya.
2. Mengurangi besarnya penurunan tanah.
3. Meningkatkan kemantapan lereng timbunan.

Menurut (*Yuliet, 2011*) Pemadatan pada tanah (*compaction*) adalah proses memperkecil ruangan pori dengan menggunakan beban dinamis yang dipengaruhi oleh mekanisme pergerakan dari partikel padatnya. Pada setiap standar pemadatan yang digunakan akan diperoleh nilai kadar air optimum (*optimum moisture content*) yang menghasilkan kepadatan maksimum (berat volume kering maksimum). Pada kadar air lainnya, baik di daerah kering maupun di daerah basah terhadap kadar air optimumnya, akan diperoleh kepadatan yang lebih kecil

dari kepadatan maksimumnya. Makin jauh dari kadar air optimumnya, maka kepadatan yang akan di dapatkan akan semakin kecil pula.

Tujuan dari pemadatan tanah adalah :

- 1) mempertinggi kuat geser tanah,
- 2) mengurangi sifat mudah mampat (*kompresibilitas*),
- 3) mengurangi permeabilitas, dan
- 4) mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.

2.8 CBR (*California Bearing Ratio*)

Untuk menguji kapasitas daya dukung tanah yang dipadatkan biasanya digunakan uji CBR (*California Bearing Ratio*). Uji CBR perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama dan dinyatakan dalam persen, dengan rumus sebagai berikut:

$$CBR = \frac{\text{Test Unit Load (psi)}}{\text{Standard Unit Load}} \times 100 \dots\dots\dots (2.1)$$

Nilai CBR adalah perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang dibutuhkan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat dengan kecepatan 0,05 inch/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus bahan standard tertentu. Nilai CBR merupakan parameter yang yang digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar untuk perencanaan pelapisan tanah dasar (*subgrade*). Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) terbagi dua yaitu pengujian CBR laboratorium dan pengujian CBR lapangan. Pengujian CBR

laboratorium menentukan nilai dari contoh material tanah, agregat atau campuran tanah dan agregat tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air sesuai yang ditentukan. Pengujian CBR dimaksudkan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, fondasi bawah, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan landasan pesawat terbang. Pengujian CBR laboratorium dilakukan terhadap beberapa benda uji (sampel), yang umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. (SNI 1744 : 2012).

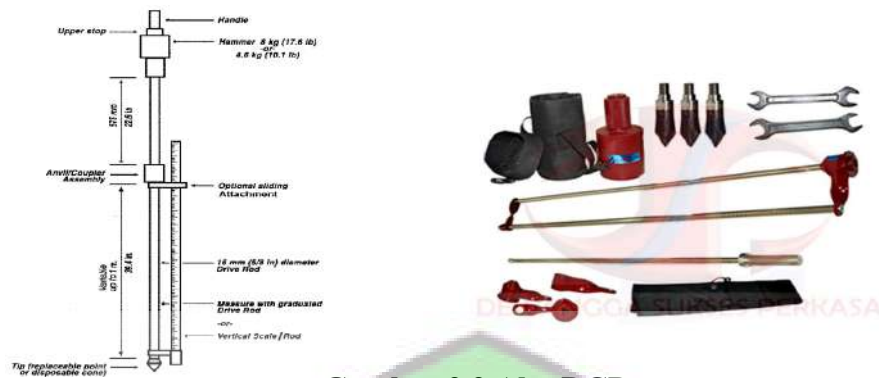


Gambar 2.1 Alat CBR

2.8.1 DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Dynamic Cone Penetrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah langsung di tempat. Sebelum melakukan pengambilan sampel tanah dasar dilakukan pengujian test *Dynamic Cone Penetrometer*. Untuk mengetahui nilai CBR dalam satuan persen (%) apakah tanah dasar tersebut memiliki nilai CBR rendah atau tinggi. Test yang dilakukan dengan cara

mengukur berapa dalam (mm) ujung kunos masuk kedalam tanah tersebut setelah mendapat tumbukan palu geser pada landasan batang utamanya.



Gambar 2.2 Alat DCP



2.9 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Metode	Hasil
Ida Wahyuni (2004)	Penggunaan batu kapur sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar	Tanah lempung dicampur dengan batu kapur 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, & 21 hari, diuji sifat fisik masing-masing campuran batu kapur. Selanjutnya dilakukan pengujian pemadatan dan pengujian CBR.	Berdasarkan analisis regresi polinomial pangkat tiga, untuk tanah asli dengan kadar optimum penambahan batu kapur sebesar 0% pada umur (masa pemeraman) 0 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari adalah 9,81%, 7,76%, 7,18%, 7,32% dan 14,61% dari berat campuran dengan nilai CBR_{maks} masing-masing sebesar 18,24% , 20,44%, 20,95%, 21,27% dan 15,89%.
Hendri Agung (2014)	Pengunaan abu batu kapur desa Buhut Jaya Kabupaten Kapuas sebagai bahan tambahan <i>Filler</i> pada campuran <i>Hot Rolled Sheet-</i>	Komposisi campuran dengan masing-masing 5 variasi kadar aspal yang berbeda-beda dengan	Berdasarkan hasil penelitian terhadap parameter Marshall pada campuran komposisi A (agregat kasar 48%, abu batu 21%, dan pasir 31% dengan tambahan filler 0%), Komposisi B (agregat kasar 48%, abu batu 21%, dan pasir 31% dengan tambahan filler 1,5%), komposisi C (agregat kasar 48%, abu batu 21%,

	<i>Base</i> (HRS-BASE)	tambahan <i>Filler</i> yang berbeda	<p>dan pasir 31% dengan tambahan filler 3%), dan komposisi D (agregat kasar 48%, abu batu 21%, dan pasir 31% dengan tambahan filler 4,5%), dengan variasi kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan 7,5% memberikan hasil sebagai berikut:</p> <p>Pemakaian tambahan filler dan kadar aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas. Namun pada penambahan filler dan penambahan kadar aspal terlalu tinggi yaitu pada komposisi D dengan tambahan filler 4,5% mulai mengalami penurunan nilai stabilitas dan kurang hemat dalam pemakaian filler dan aspal, tetapi menjadikan perkerasan menjadi lebih lentur sehingga mempunyai daya tahan yang baik akibat beban lalu lintas. Nilai stabilitas paling tinggi pada komposisi C dengan kadar aspal 7% yaitu 996,087 kg.</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 di laboratorium menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui keefektifan batu kapur sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar. 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. Perencanaan campuran dengan perbandingan yang ditentukan berdasarkan metode coba-coba (*trial error*) dan pembuatan sampel
4. Pemeriksaan sifat mekanik campuran
5. Analisis data

3.2 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan yang dipersiapkan terdiri dari sampel tanah asli dan batu kapur.

Alat yang dipersiapkan terdiri dari :

1. Oven, timbangan, desikator dan cawan timbang tertutup dari gelas atau logam tahan karat untuk pemeriksaan kadar air.
2. Ring berat isi, jangka sorong, oven, timbangan dan desikator untuk pemeriksaan berat isi
3. Piknometer, desikator, bak perendam, oven, botol berisi air suling, neraca, pompa hampa udara atau tungku listrik, thermometer serta saringan dan penadahanya untuk pemeriksaan berat jenis
4. Alat batas cair standard (*Atterberg*), alat pembuat alur (*grooving tool*) ASTM dan Cassagrande, cawan porselin (*mortar*), pastel (penumbuk/penggerus) berkepala karet, spatula/spatel, gelas ukur, cawan (*thin box*), saringan, air destilasi dalam botol cuci (*wash bottle*) dan alat-alat pemeriksaan batas cair.
5. Plat kaca, spatula batang pembandingan cawan porselin, cawan untuk menentukan kadar air, gelas ukur, oven, neraca dan air destilasi dalam botol cuci (*wash bottle*) untuk pemeriksaan batas susut
6. *Prong plate*, *monel dish*, *cristalizing dish*, cawan perty, mercury, *porselin dish*, neraca dan oven untuk pemeriksaan batas susut
7. Mesin pengguncang saringan (*sieve analysis*), saringan (*sieve*), timbangan dan talam untuk pemeriksaan analisa saringan
8. Hidrometer, termometer, tabung-tabung gelas, pengaduk mekanis dan mangkuk dispresi, neraca, saringan, oven, batang pengaduk dari gelas, dan *stopwatch* untuk analisa hidrometer.

9. Mold pemadatan, pisau pemotong, palu karet, palu pemadatan *standard* dan *modified*, kantong plastik, gelas ukur, cawan, sendok, pan, alat pengeluar contoh (*extruder mold*) dan timbangan untuk pemeriksaan pemadatan laboratorium
10. Mesin penetrasi CBR, CBR *mold*, pring pemisah, palu penumbuk *modified*, alat pengeluar contoh (*extruder mold*), alat pengukur pengembangan (*swelling*) keping beban dan penetrasi, talam dan cawan alat perata, bak perendam, timbangan, kantong plastik, gelas ukur, dan kertas saring (*filter*) untuk pemeriksaan CBR.

3.3 Pemeriksaan Sifat 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 ASTM D 2216-71.

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.

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 ASTM D 854-58.

4. Pemeriksaan Batas-batas *Atterbreg*

Maksud 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 ASTM D 423-66.

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 PB 0110-76 ; AASHTO T-90-74; ASTM 424-74; SK SNI M-06-1989-F.

6. Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Maksud 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.

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 ASTM-D 422-63.

3.3.2 Pemeriksaan Sifat Tanah Mekanik Asli

Pemeriksaan sifat tanah asli meliputi :

1. Pemeriksaan Pemadatan Laboratorium (*Compaction Test*)

Maksud dari pemeriksaan ini adalah : untuk mengetahui hubungan antara kadar air, kepadatan tanah dan proses mekanis dimana udara dalam pori tanah dikeluarkan. Dapat disebut juga *Proctor test* dan dapat dilakukan dengan cara *standard* maupun *modified*. Sesuai dengan prosedur PB-0111-76 dan PB-0112-76.

2. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*laboratory CBR*)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran agregat di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Prosedur pelaksanaan sesuai dengan prosedur PB-01113-76; AASHTO T-193-81; ASTM D-1883-73.

3.4 Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah dicampur dengan batu kapur dengan presentase penambahan batu kapur sebesar 5 %, 10 %, 15 % dari berat tanah dan masa pemeraman yang sama

yaitu selama 3 hari dan 7 hari, sebelum dilakukan pengujian CBR dan pengujian yang lainnya.

3.5 Pemeriksaan Sifat Mekanis Campuran

Pemeriksaan sifat mekanis campuran meliputi :

1. Pemeriksaan Pematatan Laboratorium (*Compaction Test*)

Tujuan pemeriksaan, jumlah sampel, masa pemeraman dan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sama dengan pemeriksaan sifat mekanis tanah asli.

2. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*laboratory CBR*)

Tujuan pemeriksaan, jumlah sampel, masa pemeraman dan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sama dengan pemeriksaan sifat mekanis tanah asli.

3.5.1 Persiapan Sampel

Dalam penelitian ini sampel uji terdiri dari masing-masing material asli dan campuran yang dapat dibuat berdasarkan variasi penambahan batu kapur sebagai bahan aditifnya yang jumlah penambahannya berdasarkan persentase perbandingan berat batu kapur dengan tanah. Lama waktu pemeraman ditentukan yaitu 3 hari dan 7 hari, untuk perencanaan kebutuhan tanah dan bahan campuran Batu kapur adalah 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	2	1000
	Pengujian Batas-batas Konsistensi:		
4	Pengujian Batas Cair	2	1000
5	Pengujian Batas Plastis	2	300
6	Pengujian Batas Susut	2	100
7	Pengujian Pematatan Standar	5	12500
8	Pengujian Swelling dan CBR Rendaman	3	7500
	Jumlah Total	22	22600

Tabel 3.2 Sampel Pengujian Untuk Tanah Asli + Bahan Campuran

no	Pengujian	Variasi Campuran x jumlah Specimen x waktu pemeraman	Jumlah Benda Uji
1	Pengujian Batas-batas Konsistensi		
	Pengujian Batas Cair	3 x 2 x 1	6
	Pengujian Batas Plastis	3 x 2 x 1	6
	Pengujian Batas susut	3 x 2 x 1	6
2	Pengujian Pematatan Standar	3 x 5 x 1	15
3	Pengujian Swelling dan CBR Rendaman	3 x 3 x 1	9
	Jumlah Total		42

Tabel 3.3 Kebutuhan Tanah Dan Batu Kapur

no	Pengujian	Kebutuhan Tanah Lempung (gr)	Kebutuhan Bahan Campuran Batu Kapur		
			5%	10%	15%
1	Batas-batas Atterberg				
	Batas Cair	2000	33	67	100
	Batas Plastis	500	8	17	25
	Batas Susut	500	8	17	25
2	Pemadatan Standard	40000	667	1.333	2.000
3	Swelling dan CBR	25000	417	833	1.250
Jumlah Total		68000	1.133	2.267	3.400

Maka :

1. Jumlah total tanah yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 68000 gr atau 68 kg.
2. Jumlah total batu kapur yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah $1133 + 2267 + 3400 = 6800$ gr atau 6,8 kg.

3.6 Pemeriksaan Kepadatan Maksimum

%	γ_D	O_{mc}
0		
5		
10		
15		

Tabel 3.4 Kepadatan Maksimum

3.7 Pemeriksaan CBR

Batu Kapur	10 Tumbukan	25 Tumbukan	55 Tumbukan	$CBR_{Rencana}$
5%

10%

15%

Tabel 3.5 Pemeriksaan CBR

3.8 Analisis Data

Analisis data hasil pengujian meliputi analisis varian.

1. Analisis Varian

Analisis varian bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari beberapa perlakuan terhadap suatu populasi pada suatu penelitian. Analisis varian menggunakan uji F.

Nilai F dihitung dengan rumus:

$$F = \frac{MS_p}{MS_e} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

MS_p = Mean Square antar perlakuan

MS_e = Mean Square Error (dalam perlakuan)

Tabel 3.6 Analisis Varian

Uraian	Perlakuan (i)			
	Data (i)	X_{11}	X_{12}	...
	X_{21}	X_{22}	...	X_{2k}

	X_{i1}	X_{i2}	...	X_{ik}
Total	T_1	T_2	...	T_k
Jumlah Data	n_1	n_2	...	n_k
Rata-rata	X_1	X_2	...	X_k

Sumber: Dixon, 1991

Langkah-langkah dalam analisis varian (Welkowitz, 1982) adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung *Correction Factor* (CF)

$$CF = \frac{(\sum T_j)^2}{n_{total}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

CF = Correction Factor

$\sum T_j$ = $T_1 + T_2 + \dots + T_k$

n_{total} = $n_1 + n_2 + n_3$

- b. Menghitung *Sum Square* total (SS_t)

$$SS_t = \sum (x_{ij})^2 - CF \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

SS_t = *Sum Square* total

x_{ij} = Data ke-i dari perlakuan ke-j

c. Menghitung *Sum Square* antar perlakuan (SS_p)

$$SS_p = \frac{(T_1)^2}{n_1} + \frac{(T_2)^2}{n_2} + \dots + \frac{(T_k)^2}{n_k} - CF \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

SS_p = *Sum Square* antar perlakuan

T_1, T_2, \dots, T_k = Total data pada perlakuan ke-1,2, ..., k

n_1, n_2, \dots, n_k = Banyak data pada perlakuan ke-1,2, ..., k

CF = *Correction Factor*

d. Menghitung *Sum Square Error* (SS_e)

$$SS_e = SS_t - SS_p \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

SS_e = *Sum Square Error*

SS_t = *Sum Square* total

SS_p = *Sum Square* antar perlakuan

e. Menghitung derajat kebebasan (*Degree of Freedom* = DF)

$$DF_p = j - 1 \dots\dots\dots (3.6)$$

$$DF_t = n_{total} - 1 \dots\dots\dots (3.7)$$

$$DF_e = DF_t - DF_p \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

DF_p = Derajat kebebasan antar perlakuan

- J = Banyaknya perlakuan
 DF_t = Derajat kebebasan total
 DF_e = Derajat kebebasan *Error*

- f. Menghitung *Mean Square* antar perlakuan (MS_p) dan *Mean Square Error* (MS_e)

$$MS_p = \frac{SS_p}{DF_p} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$MS_e = \frac{SS_e}{DF_e} \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan:

MS_p = *Mean Square* antar perlakuan

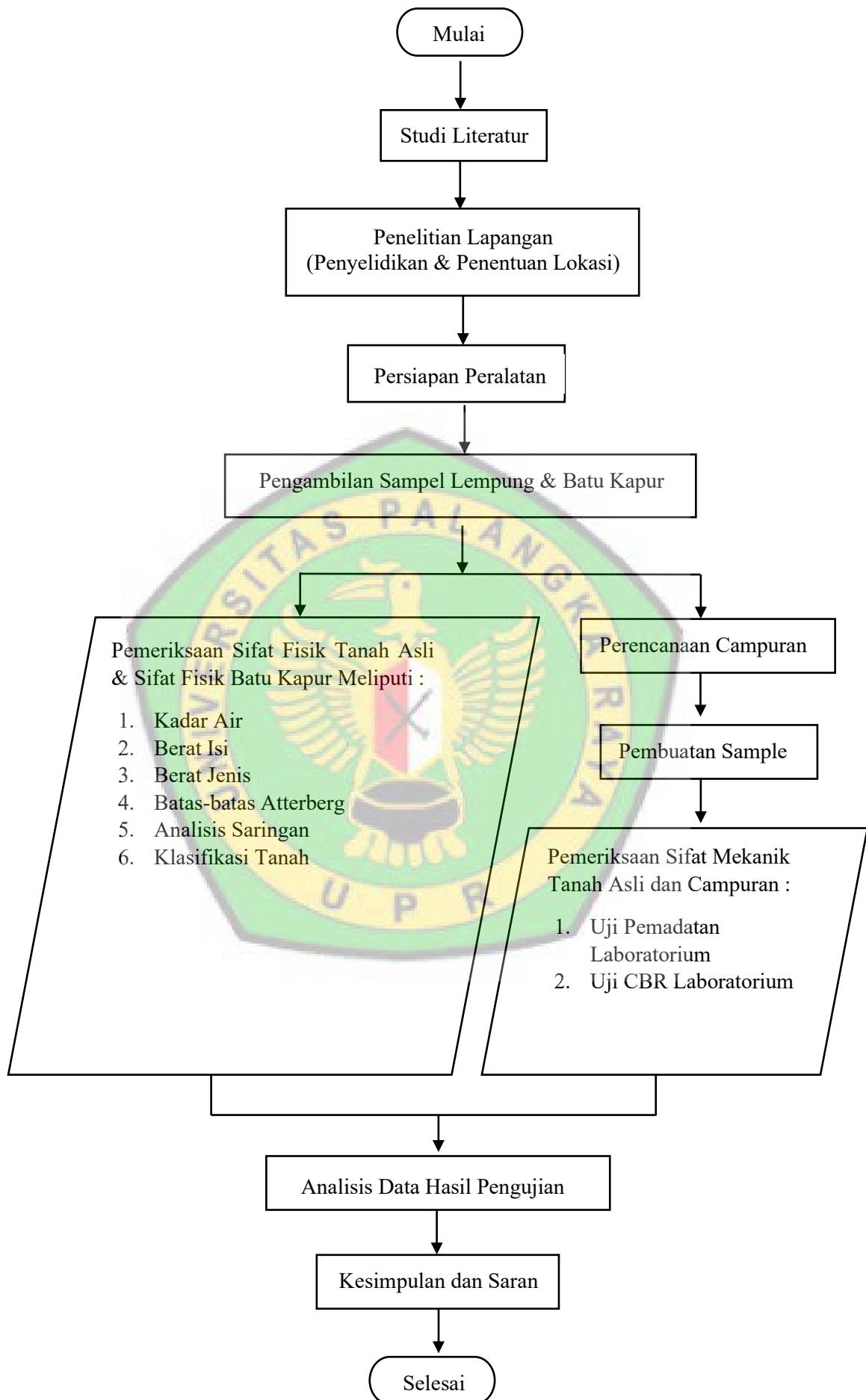
MS_e = *Mean Square Error*

- g. Menghitung nilai F

$$F = \frac{MS_p}{MS_e} \dots\dots\dots (3.11)$$

Perlakuan memberikan pengaruh yang nyata apabila $F_{\text{perhitungan}} > F_{\text{tabel}}$





Gambar 3.1 Bagan Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian sifat – sifat fisik tanah asli didapat nilai, kadar air (w) = 25,02%; berat isi (γ_d) = 1,42 g/cm³; berat jenis (G_s) = 2,70; batas – batas Atterberg yaitu Batas Cair (*Liquid Limit*) = 29,65%; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 15,40%; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 14,25%; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 15,33%; Analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 51,27%. Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-6(4), dan menurut sistem USCS tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung anorganik masuk dalam kelompok CL. Sifat mekanik tanah didapat nilai pemadatan laboratorium, untuk sampel tanah asli didapat, $OMC = 22,20\%$, dan $\gamma_{d\ max} = 1,589$ (gr/cc) dan untuk nilai $CBR_{RENCANA}$ tanah asli adalah 3,51%.
2. Persentase nilai CBR untuk sampel tanah asli nilai CBR = 3,51%. Untuk pemeraman 3 hari nilai CBR tertinggi batu kapur 15% didapat $CBR_{RENCANA} = 5,85\%$. Untuk pemeraman 7 hari nilai CBR tertinggi batu kapur 15% didapat $CBR_{RENCANA} = 6,55\%$, maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan nilai presentase = 86,61% dari CBR tanah asli dan material batu kapur berpengaruh dalam stabilisasi tanah.

3. Batu Kapur yang dicampurkan dengan tanah asli berdampak pada meningkatnya nilai $CBR_{RENCANA}$ dari nilai CBR tanah asli, dengan varian campuran yang berbeda-beda dan masa pemeraman 3 hari dan 7 hari.
 - a. Setelah ditambah batu kapur dengan variasi 5%, 10%, 15% dengan masa pemeraman 3 hari didapat nilai $CBR_{RENCANA}$ 4,10%; 5,05%; 5,85%.
 - b. Setelah ditambah batu kapur dengan variasi 5%, 10%, 15% dengan masa pemeraman 7 hari didapat nilai $CBR_{RENCANA}$ 6,09%; 6,50%; 6,55%.
 - c. Untuk batu kapur dengan dengan varian 10% dan 15% terjadi kenaikan nilai CBR yang tidak terlalu signifikan, hal ini di sebabkan terjadinya kelembaban yang terjadi disaat peyimpanan sampel yang sudah dicampur tanah asli dan batu kapur.

5.2 Saran

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

1. Untuk melihat kenaikan atau penurunan CBR tanah, sebaiknya dilakukan penambahan umur pemeraman dan dilakukan perendaman.
2. Persentase penambahan batu kapur pada campuran sebaiknya dilakukan penambahan agar memperoleh data yang optimal.
3. Pemeriksaan pemadatan laboratorium dan pemeriksaan CBR laboratorium dapat menggunakan cara *modified* agar lebih bervariasi.

4. Pengawasan yang maksimal perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian sehingga diperoleh data yang akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Agung, H, 2016. *Penggunaan Abu Batu Kapur Desa Buhut Jaya Kabupaten Kapuas Sebagai Tambahan Filler Pada Campuran Hot Rolled Sheet-Base*. Tugas akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- Aulia, K. (2008). *Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Pabrik Kertas Terhadap Kuat Geser Tanah* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Boggs, S. Jr. 1987. *Principles of Sedimentary and Stratigraphy*. Merril Publishing Company, Columbus.
- 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.
- Casagrande. 1942. *Sistem Klasifikasi Unified Soil & Clasification System (USCS)*.
- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I (edisi III)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jafri, M., Setyanto, S., & Aprinal, A. R. (2016). *Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Daya Dukung Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Menggunakan TX-300*. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 18(3), 177-188.
- L.D. Wesley. 19997. *Mekanika Tanah. Cetakan VI*, Badan Penerbit Pekerja Umum.
- Rustiani, S. (2017). *Pengaruh variasi campuran kapur terhadap nilai CBR dan kuat geser tanah pasir laut*.

Subakti, Aman. 1994. *Teknologi Beton dalam Praktek*. Teknik Sipil ITS. Surabaya.

Wahyuni, Ida, 2004. *Penggunaan Batu Kapur Sebagai Bahan Alternatif Stabilisasi Tanah Dasar Pada Ruas Jalan Palangka Raya – Bukit Rawi*, Tugas akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.

Winterkorn. 1975. *Granulometric and Volumetric Factors in Bituminous Soil Stabilization. Proceedings*, Highway Research Board

Yuliet, R. 2011. *Pengaruh Penggunaan Semen sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah*. [Jurnal Rekayasa Sipil]. vol. 8 no. 1.

