

PROPOSAL SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLIT, GARAM(NaCl), DAN
KAPUR(CaO) PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR**

Oleh :

**YANDI NUR HUDA
NIM. DAB 115 149**



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
PALANGKARAYA
2021**

**PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLITE, GARAM (NaCl), DAN
KAPUR (CaO) PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR**

DRAFT SKRIPSI

oleh:

**YANDI NUR HUDA
NIM. DAB 115 149**

Telah dipaparkan di depan Tim Pembahas, pada:

Hari/Tanggal : Senin/29 November 2021
Waktu : 11.00 : 12.30
Tempat : Full daring/online

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Pendamping



Ir. SURADJI GANDI, M.M.
NIP. 195707706 198701 1 002

Mengetahui :

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT oleh karena rahmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLITE, GARAM (NaCl), DAN KAPUR (CaO) PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR”** disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

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

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, S.TP., S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tanggara, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Ibu Okta Meilawaty, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
9. Bapak Ir. Suradji Gandi, M.M. Selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
10. Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembahas/Penelaah I Skripsi.
11. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembahas/Penelaah II Skripsi.
12. Ibu Murniati, S.T., M.T. Selaku Moderator Skripsi.

13. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini jauh dari kata sempurna dan banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik maupun saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Desember 2021



YANDI NUR HUDA
DAB 115 149

RINGKASAN

PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLITE, GARAM (NaCl), DAN KAPUR (CaO) PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR, YANDI NUR HUDA, 2021, jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Hasil survei yang dilakukan di Desa Tangkahan, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Terlihat bahwa tanah di sekitar daerah tersebut memiliki daya dukung tanah rendah yang mengakibatkan jalan di atasnya retak, dan berlobang. maka diadakan penelitian dengan menggunakan Metode perbaikan tanah Stabilisasi kimiawi dengan zat aditif *Zeolite*, garam (NaCl), dan, Kapur (CaO) sebagai bahan stabilisasi untuk memperbaiki sifat tanahnya.

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis sifat-sifat fisik dan mekanik tanah asli di Desa Tangkahan, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah dan menganalisis pengaruh dari tanah lempung yang diberi bahan campuran *Zeolite*, garam (NaCl), dan, Kapur (CaO) dengan kadar campuran 2%, 6%, 8%, 10%, pemeraman 0 hari dan 3 hari. Pengolahan data dilakukan di laboratorium dengan beberapa pengujian sifat fisik tanah asli yaitu uji kadar air, uji berat jenis, batas-batas *Atterberg*, uji analisis saringan, uji analisis hydrometer dan untuk pengujian sifat mekanik tanah dilakukan pengujian pemadatan dan uji *California Bearing Ratio* (CBR).

Berdasarkan pengujian sifat-sifat fisik tanah yang dilakukan di laboratorium, klasifikasi AASHTO tanah tergolong kelompok A-7-6(7) sedangkan berdasarkan USCS tanah tergolong kelompok CL, yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, dengan presentasi kadar air (w) = 25,97%; berat isi (γ_d) = 1,58 g/cm³; berat jenis (G_s) = 2,71; batas cair (LL) = 41,30%; batas plastis (PL) = 24,86%; indeks plastisitas (PI) = 16,44%; batas susut (SL) = 19,63%; analisis saringan persentase lolos saringan no.200 = 55,78%. Setelah dilakukan pengujian pemadatan tanah asli didapat nilai OMC = 23,00% dan γ_{dmax} = 1,60 (gr/cc), untuk pengujian CBR persentase nilai CBR_{rencana} sampel tanah asli didapat 2,80%. Tanah dengan campuran , garam (NaCl), dan, Kapur (CaO) variasi 2%, 6%, 8%, 10% dengan pemeraman 0 hari mengalami peningkatan nilai CBR_{rencana} sebesar 4,40%, 5,40%, 6,10% dan untuk pemeraman 3 hari naik sebesar 4,60%, 5,90%, 6,70%.

Kata kunci: Stabilisasi, Zeolit, Garam, Kapur Tohor, *California Bearing Ratio*, Tanah Lempung

SUMMARY

OF THE EFFECT OF ADDING ZEOLITE, SALT (NaCl), AND LIME (CaO) ON CLAY SOIL TOWARDS CBR VALUE, YANDI NUR HUDA, 2021, Civil Engineering Department/Study Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Results of a survey conducted in Tangkahen Village, Pulang Pisau Regency, Central Kalimantan Province. It can be seen that the soil around the area has a low soil bearing capacity which causes the road above to crack and have holes. then conducted research using soil improvement method Chemical stabilization with additives Zeolite, salt (NaCl), and, Lime (CaO) as a stabilizing agent to improve soil properties.

The purpose of the study was to analyze the physical and mechanical properties of the original soil in Tangkahen Village, Pulang Pisau Regency, Central Kalimantan Province and to analyze the effect of clay soil mixed with Zeolite, salt (NaCl), and, Lime (CaO) with mixed content. 2%, 6%, 8%, 10%, ripening 0 days and 3 days. Data processing is carried out in a laboratory with several tests of the physical properties of the original soil, namely water content test, specific gravity test, limits Atterberg, sieve analysis test, hydrometer analysis test and for testing soil mechanical properties, compaction test and test are carried out California Bearing Ratio (CBR).

Based on soil physical properties testing conducted in the laboratory, the AASHTO classification of soils is classified as group A-7-6(7) while based on USCS the soils are classified as CL groups, namely inorganic clays with low to medium plasticity, with the percentage of water content (w) = 25.97%; bulk weight (ρ_s) = 1.58 g/cm³; specific gravity (G_s) = 2.71; liquid limit (LL) = 41.30%; plastic limit (PL) = 24.86%; plasticity index (PI) = 16.44%; shrinkage limit (SL) = 19.63%; sieve analysis percentage passing sieve no. 200 = 55.78% After conducting soil stabilization testing, the compaction value for the original soil sample OMC = 23.00% and ρ_{max} = 1.60 (gr/cc), for the CBR test the percentage of the CBR value_{planned} of the original soil sample was 2.80%. Soil with a mixture of , salt (NaCl), and, Lime (CaO) variations of 2%, 6%, 8%, 10% with curing 0 day increased the CBR value_{plan} of 4.40%, 5.40%, 6.10% and for the curing of 3 days ridingsbig of 4.60%, 5.90%, 6.70%.

Keywords: Stabilization, Zeolite, Salt, Quicklime, California Bearing Ratio, Clay

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
RINGKASAN.....	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 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Lempung	6
2.2 Klasifikasi Tanah Lempung	11
2.3 Stabilisasi Tanah	14
2.4 Zeolit.....	15
2.5 Garam	16
2.6 Kapur	16
2.7 Pemadatan Tanah (<i>Compaction</i>)	17
2.8 <i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	19
2.9 Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Umum	24
3.2 Pengambilan Sampel Tanah.....	24
3.3 Penelitian di Laboratorium	25

3.4 Perencanaan Campuran	28
3.5 Analisis Data	29
3.6 Bagan Alir Penelitian	30

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	31
4.4.1 Hasil Pengujian Sifat-Sifat Tanah	31
4.2 Klasifikasi Tanah	32
4.3 Pemeriksaan Perencanaan Campuran	36
4.4 Pengujian Sifat-Sifat Mekanik Tanah	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	9
Tabel 2.2 Butir Tanah Menurut ASTM	12
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (DAS,1991)	14
Tabel 2.4 Klasifikasi Nilai CBR Tanah	20
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3.1 Perencanaan Campuran	28
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah	31
Tabel 4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tabel Sistem AASHTO	35
Tabel 4.3 Uraian Persentase Campuran Zeolit, Garam, dan Kapur Untuk Pemadatan Laboratorium	36
Tabel 4.4 Uraian Persentase Campuran Zeolit, Garam, dan Kapur Untuk CBR Laboratorium	37
Tabel 4.5 Data Kepadatan Kering Tanah Asli.....	38
Tabel 4.6 Kadar Air Pemadatan Tanah Asli	39
Tabel 4.7 Hasil Nilai Kadar Air Optimum Uji Pemadatan Laboratorium	40
Tabel 4.8 Hasil Nilai Kepadatan Maksimum Uji Pemadatan Laboratorium	40
Tabel 4.9 Data Pembacaan VDR CBR Tanah Asli	42
Tabel 4.10 Kadar Air CBR Tanah Asli	43
Tabel 4.11 Berat Isi Kering CBR Tanah Asli	43
Tabel 4.12 Nilai Penetrasi CBR Tanah Asli	44
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Laboratorium	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	5
Gambar 2.1 Grafik Hubungan Kadar Air Dengan Kepadatan Tanah.....	18
Gambar 2.2 Grafik Hubungan Vertikal Dial Dengan Beban	21
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS	33
Gambar 4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	34
Gambar 4.3 Kurva Kepadatan Tanah Asli	39
Gambar 4.4 Grafik Kadar Air Optimum Pengujian Pemadatan Laboratorium Waktu Pemeraman 0 Hari dan 3 Hari	40
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Laboratorium Waktu Pemeraman 0 Hari dan 3 Hari	41
Gambar 4.6 Grafik Vertikal Dial Dengan Beban CBR Tanah Asli	43
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian CBR rencana Tanah Asli	44
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian CBR Laboratorium Waktu Pemeraman 0 Hari dan 3 Hari	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pembangunan berbagai konstruksi ada beberapa kesulitan dapat ditemui, diantaranya ialah kondisi tanah yang tidak mendukung untuk dijadikan sebagai dasar dari suatu pekerjaan konstruksi. Suatu konstruksi akan berdiri dengan tegak bila tanah dasar dibawahnya cukup kuat untuk mendukungnya. Kondisi tanah yang dimaksud meliputi sifat-sifat dasar dari tanah seperti penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (*compressibility*), kekuatan geser dan kapasitas daya dukung terhadap beban. Oleh karena itu dibutuhkan tanah yang benar-benar stabil agar tanah tersebut mampu mendukung bangunan yang ada di atasnya.

Tanah lempung umumnya memiliki nilai CBR yang rendah, sehingga bisa dikatakan tanah lempung memiliki sifat yang kurang baik. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang (Terzaghi,1987). Beberapa upaya untuk memperbaiki sifat tanah lempung telah dilakukan diantaranya dengan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah juga merupakan upaya meningkatkan kualitas tanah dengan mencampurkan beberapa bahan tambah. Pada umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik atau bahan kimia agar sifat-sifat teknis tanah bisa lebih baik.

Pada permasalahan yang terjadi di Desa Tangkahun, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah, yaitu memiliki struktur tanah yang lunak. Dimana tanah lunak tidak bagus untuk struktur tanah dasar jalan di daerah desa tersebut, karena dapat membuat permukaan jalan bergelombang ataupun berlobang. Maka perlu adanya upaya perbaikan tanah sehingga diharapkan mampu memperbaiki tanah dasar yang kurang baik untuk menunjang konstruksi jalan di atasnya. Salah satu upaya stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan bahan tambah Zeolit, Garam, dan Kapur. Penambahan beberapa bahan tersebut diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat tanah dan diharapkan bisa mengatasi kesulitan pada perbaikan tanah. Karena kemampuan zeolit untuk menahan air di dalam pori-porinya dan melepaskannya secara terkontrol akan sangat bermanfaat pada proses penstabilan tanah. Sedangkan Morgan (1985) menyimpulkan bahwa penambahan garam natrium pada campuran tanah lempung dan kapur dapat meningkatkan kekuatan dari tanah tersebut, karena larutan garam merupakan suatu elektrolit yang mempunyai gerakan brown dipermukaan yang lebih besar dari gerakan brown air murni, sehingga bisa menurunkan air, dan larutan ini bisa menambah kohesi antara larutan partikel kapur dengan larutan partikel tanah lempung ekspansif sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat (Bowles, 1984)

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini ialah:

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanis tanah asli di Jalan Desa tangkahun, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.

2. Berapa Nilai CBR tanah lempung di Jalan Desa tangkahun, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
3. Bagaimana pengaruh penambahan bahan stabilisasi Zeolit, Garam, dan Kapur terhadap nilai kepadatan dan nilai CBR.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah asli di Jalan Desa Tangkahun, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Mengetahui berapa nilai CBR tanah lempung di Jalan Desa Tangkahun, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
3. Mengetahui hasil stabilisasi tanah dengan penambahan Zeolit, Garam, dan Kapur terhadap nilai kepadatan dan nilai CBR.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah lempung diambil dari Desa tangkahun, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Pada penelitian ini perbaikan tanah dibatasi hanya pada stabilisasi tanah lempung dengan cara pencampuran Zeolit, Garam, dan Kapur.
3. Ikatan kimia pada bahan campuran tidak di teliti.

4. Penelitian yang dilakukan dengan uji sampel di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah asli dengan kadar campuran tertentu terhadap kepadatan tanah dan CBR.
5. Pengujian sifat fisik yang dilakukan di laboratorium meliputi uji kadar air, uji berat isi, uji berat jenis, uji batas-batas *atterberg*, analisis saringan, dan analisis Hidrometer.
6. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan di laboratorium meliputi uji pemadatan tanah atau *proctor test* dan uji CBR (*California Bearing Ratio*).
7. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti untuk menambah wawasan dalam pengembangan ilmu akademik dan pengetahuan di bidang Geoteknik, khususnya dalam meningkatkan stabilitas tanah dengan penambahan Zeolit, Garam, dan Kapur.
2. Menjadi bahan referensi terhadap salah satu upaya dalam pemanfaatan tanah lempung yang telah distabilisasi dengan bahan campuran Zeolit, Garam, dan Kapur.
3. Diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih untuk pengambilan sampel tanah untuk penelitian ini berasal dari Desa Tangkahan, Kecamatan Bawan, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah.



Sumber : www.googlemaps.com

Gambar 1.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis (tidak dapat terlihat dengan jelas bila dengan mikroskop biasa) yang berasal dari pelapukan unsure-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Terzaghi, 1987)

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 2002) :

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat.

Untuk mendapatkan sifat fisik tanah, ada beberapa ketentuan yang perlu diketahui, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kadar Air

Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen (ASTM D 2216- 98).

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (2-1)$$

Keterangan : W = Kadar air (%)

W_w = Berat air (gram)

W_s = Berat tanah kering (gram)

2. Berat Jenis

Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui berat jenis tanahnya dengan cara menentukan berat jenis yang lolos saringan No. 200 menggunakan labu ukur. Berat spesifik atau berat jenis (*specific gravity*) tanah (G_s) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air pada temperatur 4⁰C. Seperti terlihat pada persamaan di bawah ini :

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (2-2)$$

Keterangan : G_s = berat jenis

W_1 = berat picnometer (gram)

W_2 = berat picnometer dan bahan kering (gram)

W_3 = berat picnometer bahan dan air (gram)

W_4 = berat picnometer dan air (gram)

3. Batas *Atterberg*

Batas *Atterberg* adalah batas konsistensi dimana keadaan tanah melewati keadaan lainnya dan terdiri atas batas cair, batas plastis, batas susut dan indeks plastisitas.

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair adalah kadar air minimum dimana tanah tidak mendapat gangguan dari luar. Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui batas cair suatu tanah, tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Batas cair ditentukan dari alat uji Casagrande. (ASTM D 4318-00).

b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis. Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. (ASTM D 4318- 00).

c. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis. Dengan persamaan berikut :

$$PI = LL - PL \quad (2-3)$$

Keterangan : PI = *Plasticity index*

LL = *Liquid limit*

PL = *Plastic limit*

Indeks plastisitas (*PI*) merupakan interval kadar air di mana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai *PI* tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika *PI* rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh *Atterberg* terdapat dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat Tanah	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 – 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyatmo (2002)

d. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut, didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam persamaan :

$$SL = \left[\frac{(W_1 - W_2)}{W_2} - \frac{(V_1 - V_2)\gamma_w}{W_2} \right] \times 100 \% \quad (2-4)$$

Keterangan : W_1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (g)

W_2 = berat tanah kering oven (g)

V_1 = volume tanah basah dalam cawan (cm^3)

V_2 = volume tanah kering oven (cm^3)

γ_w = berat volume air (g/cm^3)

4. Analisis Saringan

Tujuan dari analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah. Dengan menggunakan 1 set saringan, setelah itu material organik dibersihkan dari sampel tanah, kemudian berat sampel tanah yang tertahan di setiap saringan dicatat sehingga dapat diketahui sifat fisik tanah. (ASTM D 1140-00).

$$P_i = \frac{W_{bi} - W_{ci}}{W_{tot}} \times 100\% \quad (2-5)$$

Keterangan : W_{bi} = Berat saringan dan sample (gram)

W_{ci} = Berat saringan (gram)

W_{tot} = Berat total sample (gram)

5. Analisa Hidrometer

Analisa Hidrometer adalah cara yang didasarkan atas kecepatan pengendapan untuk menganalisa distribusi ukuran butiran tanah berbutir halus, dengan ukuran butir 0,075 mm dan 0,001 mm (lolos saringan no.200). kecepatan mengendap tergantung ukuran butiran, semakin besar ukurannya semakin cepat mengendap. Menurut hukum *stokes* kecepatan mengendap:

$$V = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\eta} D^2 \quad (2-6)$$

Keterangan : V = Kecepatan mengendap cm/dtk

γ_s = Berat isi partikel tanah = $\rho_s \times g$

γ_w = Berat air = $\rho \times g$

η = Kekentalan air, poise (dyne x det / cm³)

D = Diameter partikel tanah, cm

2.2 Klasifikasi Tanah Lempung

Pada umumnya tanah di klasifikasikan atas beberapa jenis. Sistem klasifikasi yang digunakan antara lain system klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi tanah *Unified*. Metode percobaan tanah untuk klasifikasi dalam prespektif yang wajar, antara lain Analisa Saringan dan Analisa Hydrometer. Sistem klasifikasi tanah *unified* mendefinisikan tanah sebagai Tanah berbutir kasar apabila lebih dari 50% tertham pada saringan no.200 atau berukuran 0,074 mm, dan Tanah berbutir halus apabila lebih dari 50% dapat lolos saringan no.200.

a) Klasifikasi Berdasarkan Butiran

Tanah diklasifikasikan berdasarkan kondisi butiran yang dapat dibedakan sifat fisiknya, antara lain:

- a. Lempung (*Clay*)
- b. Lanau (*silt*)
- c. Pasir (*sand*)
- d. Kerikil (*gravel*)

Lempung merupakan butiran halus berbentuk lempengan dalam kondisi tersusun dan acak. Kondisi despersif lebih kokoh terhadap beban ketimbang pada kondisi flokulasi. Ukuran diameter butiran dari tanah menentukan sifat dan perilaku tanah.

Ukuran butiran tanah menurut ASTM, ditunjukkan oleh table 2.2

Tabel 2.2 Butir Tanah Menurut ASTM

Butir	Diameter Butir (mm)
Koloidal	< 0,0006
Lempung	0,0006 - 0,0020
Lanau Halus	0,0020 - 0,0060
Lanau Sedang	0,0060 - 0,0200
Lanau Kasar	0,0200 - 0,0600
Pasir Halus	0,0600 - 0,2000
Pasir Sedang	0,2000 - 0,6000
Pasir Kasar	0,6000 - 2,0000

Sumber : Wesley,2009

b) Klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS)

Sistem ini paling banyak digunakan pada hasil percobaan di laboratorium. USCS (*Unified Soil Classification System*) dikembangkan oleh Casagrande selama perang dunia ke 2. Pada tahun 1969 sistem ini diadopsi oleh ASTM sebagai metode klasifikasi tanah (ASTM D 2487).

USCS mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok, yaitu :

1. Tanah butir kasar (*coarse-grained-soil*)

Merupakan tanah yang lebih dari 50% bahannya tertahan pada ayakan no. 200 (0,075 mm). Simbol dari 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)

Merupakan tanah yang lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no. 200 (0,075 mm). Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal 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), dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

c) **Klasifikasi Sistem AASHTO**

Sistem klasifikasi tanah AASHTO (American Association of State Highway Transportation Official) dikembangkan pada tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Kemudian sistem ini mengalami beberapa perbaikan, sampai saat ini versi yang berlaku adalah yang diajukan oleh Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board pada tahun 1945. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang terklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3 merupakan tanah granuler yang memiliki partikel yang lolos saringan No. 200 kurang dari 35%. Tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 35% diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7.

Pengklasifikasian tanah dilakukan dengan cara memproses dari kiri ke kanan pada bagan tersebut sampai menemukan kelompok pertama yang data pengujian bagi tanah tersebut memenuhinya dan pada awalnya membutuhkan data-data sebagai berikut :

1. Analisis ukuran butiran.
2. Batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas yang dihitung.
3. Batas susut.

Khusus untuk tanah-tanah yang mengandung bahan butir halus diidentifikasi lebih lanjut dengan indeks kelompoknya. Bagan pengklasifikasian sistem ini dapat dilihat seperti pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	material berbutir (<35% lolos saringan no. 200)							tanah lempung (>35% lolos saringan no. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis ayakan (% lolos)	50 maks	50 maks	51 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
No. 10	30 maks	30 maks	30 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
No. 40	15 maks	15 maks	15 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks
No. 200	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks	5 maks
Sifat Fraksi yang lewat # No. 40	---	---	---	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	40 min	40 maks	41 min
Batas Cair	---	---	---	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
Indeks Plastisitas	6 maks	6 maks	N.P.	10 maks	11 min	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Jenis Umum	Fragmen batuan Kerkil dan pasir		Pasir halus	Kerkil atau pasir lempung atau lempungan				Tanah lempungan		Tanah lempungan	
Tingkat umum sebagai Tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Cukup baik sampai buruk			

Sumber : Das (1991)

2.3 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Pekerjaan ini umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah

bisa lebih baik. Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan serta meningkatkan stabilitas tanah. Menambah dan mencampur tanah yang ada (natural soil) dengan jenis tanah yang lain sehingga mempunyai gradasi baru yang lebih baik. Dengan dilakukannya stabilisasi tanah, kualitas tanah akan semakin meningkat. Lapisan tanah yang lebih stabil membuatnya dapat mendistribusikan beban dengan lebih baik. Selain itu, tebal lapisan tanah yang harus dibuat juga berkurang sehingga juga mengurangi biaya pembangunan.

2.4 Zeolite

Zeolite merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino-silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. *Zeolite* memiliki sifat-sifat yaitu dehidrasi, absorpsi, penukar kation, katalis dan penyaring atau pemisah. Pada umumnya *zeolite* dapat dibedakan menjadi dua yaitu *zeolite* alam dan sintetis. *Zeolite* alam merupakan jenis-jenis zeolite yang tersedia di alam. *Zeolite* sintetis adalah suatu senyawa kimia yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang sama dengan *zeolite* yang ada di alam, dibuat dari bahan lain dengan proses sintetis, dimodifikasi sedemikian rupa sehingga menyerupai *zeolite* yang ada di alam (Kusumaningtyas, 2003).

Pada umumnya *Zeolite* digunakan sebagai filter air karena dapat menghilangkan chlorin, besi, menetralkan air dan menjernihkan air. Zeolit yang digunakan pada penelitian ini ditumbuk terlebih dahulu sampai lolos saringan No. 4, bahan ini di dapat pada toko material atau toko ikan hias.

2.5 Garam (NaCl)

Garam dapur atau natrium klorida adalah senyawa kimia dengan rumus molekul NaCl. Morgan (1985) menyimpulkan bahwa penambahan garam natrium pada campuran tanah lempung dan kapur dapat meningkatkan kekuatan dari tanah tersebut, karena larutan garam merupakan suatu elektrolit yang mempunyai gerakan brown dipermukaan yang lebih besar dari gerakan brown air murni, sehingga bisa menurunkan air, dan larutan ini bisa menambah kohesi antara larutan partikel kapur dengan larutan partikel tanah lempung ekspansif sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat (Bowles, 1984), selain itu larutan ini bisa memudahkan didalam memadatkan tanah (Ingles dan Metcalf, 1972).

pada dasarnya stabilisasi yang menggunakan garam mempunyai prinsip yang sama dengan stabilisasi yang menggunakan zat kimia lainnya. Keuntungan yang dihasilkan adalah menaikkan kepadatan dan menambah kekuatan tanah. Tanah dengan LL (*liquid limits*) yang tinggi biasanya memberikan reaksi yang bagus dengan penambahan garam ini (Ingles dan Metcalf, 1972). Garam yang digunakan pada penelitian ini adalah garam dapur yang bisa dibeli di toko sembako.

2.6 Kapur (CaO)

Kapur merupakan salah satu mineral yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan kapur sangat lazim digunakan dalam proyek -proyek konstruksi jalan maupun bangunan dengan berbagai macam jenis tanah, mulai dari tanah lempung biasa sampai tanah ekspansif. Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi tanah adalah kapur hidup CaO

dan Ca(OH)_2 . Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur tohor (CaO) yang dibeli di toko material. Kapur tersebut berasal dari batu kapur yang telah dibakar sampai dengan suhu $1000\text{ }^\circ\text{C}$. Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air akan mengembang dan retak retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 . Apabila kapur dengan mineral lempung atau mineral halus lainnya bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang kuat dan keras, yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Ingles dan Mercalf, 1972).

2.7 Pemadatan Tanah

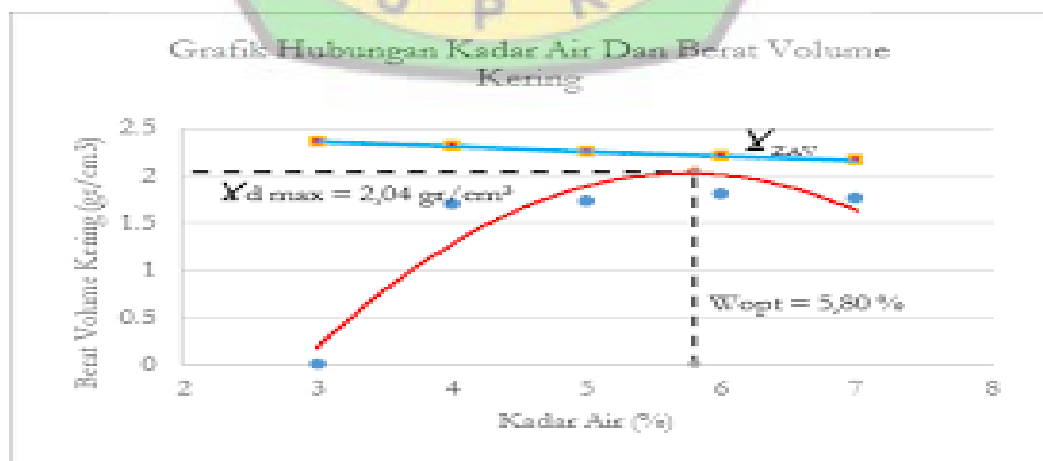
Pemadatan Tanah adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis (digilas/ditumbuk) sehingga partikel-partikel tanah menjadi rapat. Dengan kata lain, Pemadatan adalah densifikasi tanah yang jenuh dengan penurunan volume rongga diisi dengan udara, sedangkan volume padatan dan kadar air tetap pada dasarnya sama. Hal ini merupakan cara yang paling jelas dan sederhana untuk memperbaiki stabilitas dan kekuatan dukung tanah.

Maksud pemadatan tanah menurut Hardiyatmo (2002), antara lain :

1. Mempertinggi kuat geser tanah,
2. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas),
3. Mengurangi permeabilitas, dan
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lainnya.

Kepadatan tanah tergantung pada nilai kadar air, saat air ditambahkan pada pemadatan, air ini melunakan partikel-partikel tanah. Partikel-partikel tanah menggelincir satu sama lain dan bergerak pada posisi yang lebih rapat. Jika kadar air tanah sedikit maka tanah akan keras begitu pula sebaliknya, bila kadar air banyak maka tanah akan menjadi lunak atau cair. Pada kadar air yang tinggi, berat volume air akan berkurang. Bila seluruh udara di dalam tanah dipaksa keluar pada saat pemadatan, tanah akan berada dalam kedudukan jenuh dan nilai berat volume kering akan menjadi maksimum. Pemadatan yang dilakukan pada saat kadar air lebih tinggi daripada kadar air optimumnya akan memberikan pengaruh terhadap sifat tanah.

Uji pemadatan tanah atau *Proctor Standard* adalah metode laboratorium untuk menentukan eksperimental kadar air yang optimal dimana suatu jenis tanah tertentu akan menjadi paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum. Teori pemadatan pertama kali dikembangkan oleh R.R. Proctor. Berikut contoh grafik pemadatan tanah :



Sumber : Google

Gambar 2.1 Grafik Hubungan Kadar Air Dengan Kepadatan Tanah

2.8 California Bearing Ratio (CBR)

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum dipakai adalah cara-cara empiris dan yang biasa dikenal adalah cara *California Bearing Ratio* (CBR). CBR (*California Bearing Ratio*) adalah percobaan daya dukung tanah yang dikembangkan oleh *California State Highway Departement*. Prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dengan menusukkan benda ke dalam benda uji. sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Istilah CBR menunjukkan suatu perbandingan (*ratio*) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 inci persegi) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di California pada penetrasi yang sama (Canonica, 1991). CBR dapat dibagi atas :

a. CBR Lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR *inplace* atau *field* CBR dengan kegunaan sebagai berikut :

- 1) Mendapatkan CBR asli di lapangan sesuai dengan kondisi tanah dasar.
- 2) Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan.

b. CBR Laboratorium

Tanah dasar pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. CBR ini disebut

CBR Laboratorium, karena disiapkan diLaboratorium. CBR Laboratorium dibedakan atas 2 macam, yaitu CBR Laboratorium rendaman (*soaked*) dan CBR Laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked*). Pada penelitian ini akan dilakukan CBR laboratorium tanpa rendaman.

Tabel 2.4 Klasifikasi Nilai CBR Tanah

CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0 – 3	<i>Very poor</i>	<i>Subgrade</i>
3 – 7	<i>Poor to fair</i>	<i>Subgrade</i>
7 – 20	<i>Fair</i>	<i>Subbase</i>
20 – 50	<i>Good</i>	<i>Base or subbase</i>
> 50	<i>Excellent</i>	<i>Base</i>

Sumber : Bowles (1991)

Rumus perhitungan CBR (*California Bearing Ratio*) :

$$CBR_{0,1} = \frac{\text{Harga Tegangan Pada Penetrasi } 0,1'' (P_1)}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{\text{Harga Tegangan Pada Penetrasi } 0,2'' (P_2)}{3 \times 1500} \times 100\%$$

Keterangan:

CBR_{0,1} = Nilai CBR pada Penetrasi 0,1 inch

CBR_{0,2} = Nilai CBR pada Penetrasi 0,2 inch

P1 = Beban pada piston pada penetrasi 0,1

P2 = Beban pada piston pada penetrasi 0,2

Lakukan yang sama untuk 10 pukulan, 25 pukulan, dan 56 pukulan. Dari penetrasi di atas diambil nilai terbesar. Pada penumbukan dilakukan setiap lapis seperti pada percobaan (tetapi dengan jumlah tumbukan yang berbeda untuk ketiga contoh). Penumbukan pada setiap contoh adalah :

1. Contoh tanah 1 : 5 lapis,10x/lapis
2. Contoh tanah 2 : 5 lapis,25x/lapis
3. Contoh tanah 3 : 5 lapis,56x/lapis

Berikut adalah contoh grafik CBR hubungan vertikal dial dengan beban



Gambar 2.2 Grafik Hubungan Vertikal Dial Dengan Beban

2.9 Penelitian Terdahulu

Dasar berupa teori-teori penelitian diperoleh dari hasil berbagai penelitian sebelumnya sebagai pendukung dan pelengkap. Pembahasan yang dimasukkan ke dalam penelitian ini merupakan pembahasan yang berkaitan dengan penelitian sebelumnya. Dalam hal ini, fokus penelitian terdahulu yang dijadikan acuan yaitu, mengenai stabilisasi tanah lempung dengan campuran Zeolit, Garam dan Kapur.

Oleh karena itu penulis melakukan langkah kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu berupa skripsi, jurnal penelitian, dan sumber-sumber terkait lainnya melalui internet.



Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

ASPEK	Adolf Situmorang (2011)	Rian Alfian, dkk (2015)	Nuah Kalawa, Fatma Sarie, M. Ikhwan Yani (2021)	Syawal, dkk (2016)	Hendra Cahyadi dan Nirwana Puspasari (2017)	Reki Thomas Parapaga, dkk (2018)	Agus Tugas Sudjianto (2007)
Judul Jurnal	Perubahan Daya Dukung Tanah Akibat Penambahan Air Garam Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur	Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi Yang Dicampur Zeolit	Pengaruh Penambahan Semen Portland, Abu Sekam, Dan Fly Ash Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Lempung Sebagai Subgrade Perkerasan Jalan	Dampak Penambahan Kapur Pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai CBR Tanah Dasar Konstruksi Jalan	Pemanfaatan Garam Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Di Kalimantan Tengah	Pengaruh Penambahan Zeolite Terhadap Kuat Geser Pada Tanah Berlempung	Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl)
Jenis Tanah Asli	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung	Lempung
Parameter Pengujian	Sifat fisik, tekan bebas, dan CBR	CBR Rendaman	Sifat fisik dan CBR	Sifat fisik dan CBR	Sifat fisik dan CBR	Kuat Geser	Sifat fisik, tekan bebas, dan CBR
Hasil	Nilai kuat tekan cenderung menurun sebesar 0,29 kg/cm ² dengan campuran garam 3% pemeraman 7 hari dan nilai CBR cenderung menurun sebesar 2,5 % pada campuran garam 3%.	CBR tertinggi didapat pada penambahan zeolit 14% menggunakan pemadatan modified dengan pemeraman 14 hari dan perendaman 4 hari sebesar 2,78%.	Penambahan Variasi Campuran Fly Ash 5%, 7.5%, dan 10%. Menghasilkan CBR rencana menjadi 6,80%, 8,00%, dan 8,80%.	Nilai CBR unsoaked dan soaked tertinggi terjadi pada penambahan kapur sebesar 12%, dengan nilai CBR unsoaked tanah asli 4,93% meningkat 18,48% dan nilai CBR soaked tanah asli sebesar 3,09% meningkat 10,43%.	Nilai CBR mengalami peningkatan pada kadar Garam 15 % dari CBR tanah asli 4,75% menjadi 9,30%.	Pada penambahan zeolit dengan kadar 20%, nilai kuat geser meningkat dari 0,128 kg/cm ² menjadi 0,546 kg/cm ² .	Penambahan garam paling optimal terdapat pada campuran garam 50%. Nilai CBR meningkat dari 3,03% menjadi 7,96% dan kuat tekan bebas 1,88 kg/cm ² menjadi 5,03 kg/cm ² .

Sumber : Penulis

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui efektivitas penambahan Zeolit, Garam (NaCl), dan Kapur (CaO) sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar. Pembuatan dan pengujian pada sampel akan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan pengambilan data di lokasi penelitian, persiapan bahan pencampuran/tambahan untuk stabilisasinya dan persiapan untuk pengolahan data di laboratorium. Data-data hasil pengujian laboratorium kemudian dianalisis sehingga diperoleh beberapa kesimpulan.

3.2 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan data dengan menggunakan sampel tanah dari lokasi penelitian. Sampel tanah yang diambil ada dua macam yaitu tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*) dan tanah terganggu (*disturbed soil*).

a) Sampel Tanah Asli (*Undisturbed*)

Sampel tanah tak terganggu adalah suatu contoh tanah yang masih menunjukkan sifat-sifat asli, seperti struktur, kadar air (*water content*), susunan kimia dan pori-pori yang ada pada tanah. Sampel tanah tak terganggu dapat diambil dengan memakai tabung sampel (*samples tubes*). Tabung sampel merupakan suatu alat yang berbentuk silinder berdinding tipis yang disambung dengan suatu alat yang disebut pemegang tabung sampel (*samples tube holding*

device). Alat ini terutama dipakai untuk tanah lempung yang lunak sampai dengan sedang. Pertama kali tabung dimasukkan kedalam tanah jangan langsung diangkat karena tanah tersebut belum stabil dan melekat ke dinding tabung yang dimasukkan. Tabung yang sudah terisi oleh tanah diangkat dan ditutup rapat-rapat biar tidak mengurangi kadar airnya supaya tidak terjadi pengeringan.

b) Sampel Tanah Terganggu (*Disturbed*)

Sampel tanah terganggu adalah sampel tanah yang memiliki distribusi susunan partikel sama dengan kondisi lapangan tetapi struktur tanahnya telah rusak atau bahkan telah hancur seluruhnya. Sampel tanah yang diambil tidak perlu ada upaya khusus untuk melindungi sifat asli dari tanah tersebut. Pengambilan tanah terganggu dilakukan dengan cara menggali tanah dalam bentuk bongkahan kemudian dimasukan ke dalam kantong plastik atau karung.

3.3 Penelitian Data di Laboratorium

Pengolahan Data di Laboratoriumakan menguji sifat-sifat tanah aslinya dan untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan setelah menambahkan bahan campuran Zeolit, Garam (NaCl), dan Kapur (CaO) . Berikut ini adalah beberapa tahap pengujian yang akan dilakukan.

a) Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat fisik tanah asli meliputi:

1. Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah memeriksa kadar air suatu contoh tanah.

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah

dengan berat kering tanah, yang dinyatakan dalam persen. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.

2. Pemeriksaan Berat Isi (*Density Test*)

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

3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No.4 dengan piknometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 854-58.

4. Pemeriksaan Batas-batas Atterberg

a) Pemeriksaan Batas Cair (*liquid Limit*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Tanah dalam keadaan pada batas cair apabila diperiksa dengan alat Casagrande, kedua bagian tanah dalam mangkok yang terpisah oleh alur 2 mm, menutup sepanjang 12,7 mm oleh 25 pukulan. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 4318-66.

b) Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 423-66.

c) Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

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

5. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi). Tanah yang tertahan pada saringan No.200. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 422-63.

6. Pemeriksaan Analisis Hidrometer (*Hydrometer Analysis*)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui pembagian butir (*gradasi*) tanah yang lolos saringan Nomor 200 sehingga diketahui gradasi butiran tanah dengan lebih teliti. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 422-63(98).

b) Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat mekanik tanah asli meliputi:

a. Pemeriksaan Pemadatan Laboratorium (*Compaction Test*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dapat disebut juga *Proctor test* dan dapat dilakukan

secara *standart* maupun *modified*. Masa pemeraman sampel 0 hari dan 3 hari, dengan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D-1557.

b. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*Laboratory CBR*)

Tujuan pengujian ini untuk menentukan 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. Masa pemeraman sampel 0 hari dan 3 hari dan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur PB 0113-76; AASHTO T-193-81; ASTM D-1883-73.

3.4 Perencanaan Campuran

Rencana pada campuran dilakukan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah dicampur dengan zeolit, garam(NaCl), dan Kapur (CaO). Persentase campuran didapat dari pelitian terdahulu dengan persentase penambahan bahan seperti pada tabel 3.1 dan masa pemeraman yaitu selama 0 hari dan 3 hari sebelum dilakukan pengujian lainnya.

Tabel 3.1 Perencanaan Campuran

Persentase Campuran Zeloit, Garam(NaCl), dan Kapur(CaO)				Total
Tanah Lempung	Zeolit	Garam(NaCl)	Kapur(CaO)	
86%	6%	2%	6%	100%
82%	8%	2%	8%	100%
78%	10%	2%	10%	100%

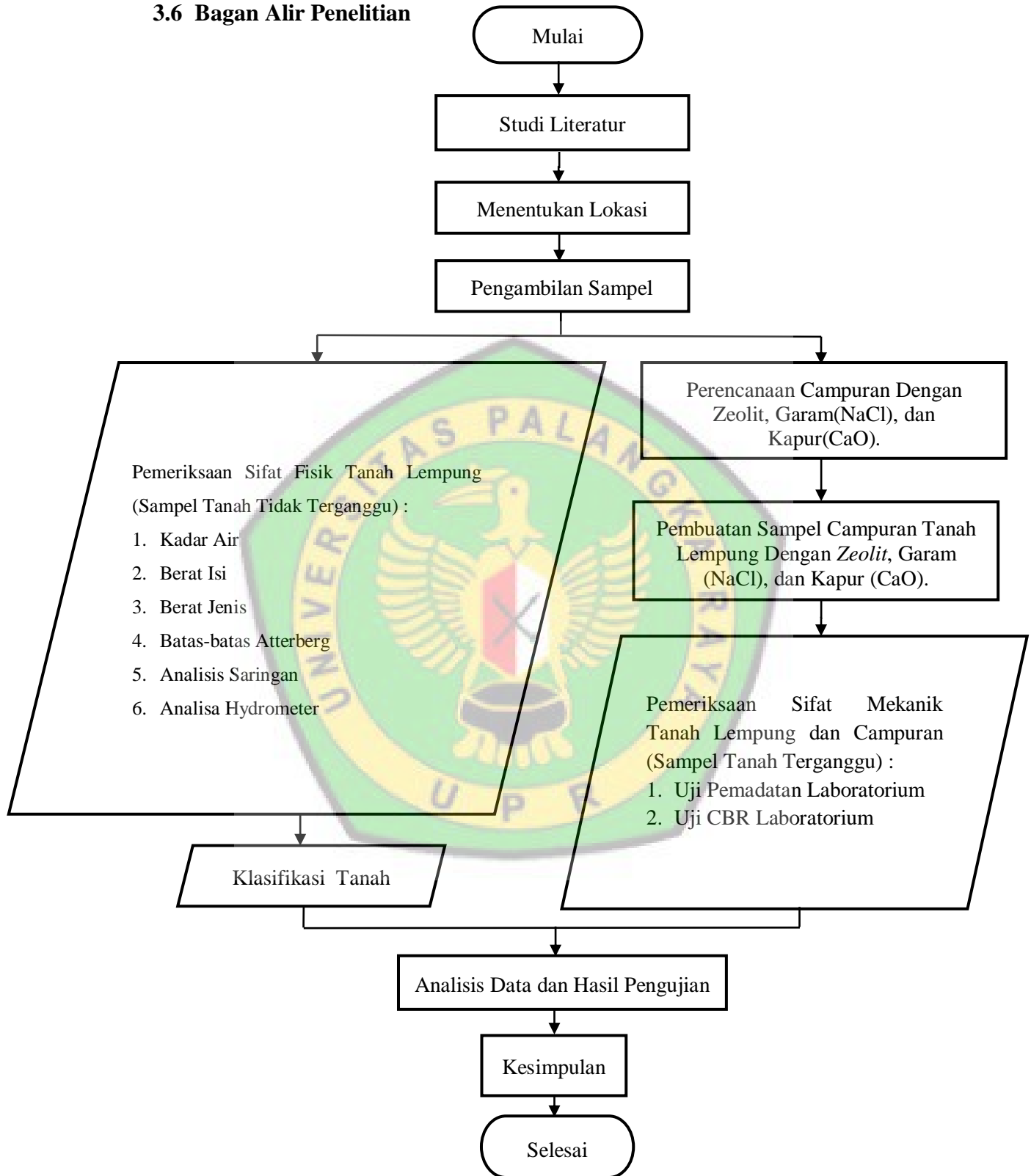
Sumber : Penulis

3.5 Analisis Data

Langkah selanjutnya ialah menganalisis data hasil pengujian yang telah dilakukan dan membuat pembahasan terhadap data-data tersebut dalam bentuk tabel dan grafik agar mudah untuk dianalisis berdasarkan teori dan hasil penelitian terdahulu, kemudian dapat diambil suatu kesimpulan dari hasil pengujian.



3.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

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) = 25,97%; berat isi kering (γ_d) = 1,58 g/cm³; berat jenis (G_s) = 2,71; batas – batas *Atterberg* yaitu Batas Cair (*Liquid Limit*) = 41,30%; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 24,86%; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 16,44%; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 19,63%; Analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 55,78%. Menurut sistem klasifikasi USCS tanah tersebut termasuk sebagai tanah CL (*Clay-low plasticity*) yaitu tanah berlempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang.

Berdasarkan klasifikasi AASHTO (*American Association of state highway Transportation Official*) tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-6 (7).

2. Sifat mekanik tanah didapat nilai pemadatan laboratorium, untuk sampel tanah asli didapat, $OMC = 23,00\%$, dan $\gamma_{dmax} = 1,60$ (gr/cc) dan untuk nilai $CBR_{rencana}$ tanah asli adalah 2,80%.

3. Persentase nilai $CBR_{rencana}$ untuk sampel tanah asli = 2,80%. Setelah dilakukan stabilisasi tanah dengan Zeolit, Garam, dan Kapur dengan kadar campuran 2%, 6%, 8%, 10% waktu pemeraman 0 hari dan 3 hari, menyebabkan meningkatnya nilai $CBR_{rencana}$ dari nilai $CBR_{rencana}$ tanah aslinya 2,80% meningkat menjadi 4,40%, 5,40%, 6,10% di pemeraman 0 hari dan 4,60%, 5,90%, 6,70% di pemeraman 3 hari. Nilai maksimum dari masing-masing variasi campuran adalah penambahan *Zeolit* 10%, Garam 2 %, dan kapur 10% dengan masa pemeraman 3 hari didapat $CBR_{rencana} = 6,70\%$ meningkat sebesar 139,29% dari $CBR_{rencana}$ tanah asli. Sehingga campuran tanah asli, *Zeolit*, Garam, dan Kapur mempunyai pengaruh dalam stabilisasi tanah.

5.2 Saran

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

1. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan jenis tanah yang berbeda dan menambah variasi persentase campuran yang lebih besar.
2. Mencoba pengujian yang berbeda untuk menentukan sifat mekanik tanah, seperti pengujian kuat tekan bebas dan pengujian kuat geser tanah.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah waktu pemeraman sehingga dapat dilakukan perbandingan nilai $CBR_{rencana}$ terhadap waktu pemeraman.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian R., Afriani, L., Iswan.(2015). Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi Yang Dicampur Zeolit. *JRSDD*. Vol. 3. No. 2. Bandar Lampung.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 423-66. 1972. *Standard Test Method of Test for Liquid Limit of Soil*.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 1883-73. 2002. *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils*.
- Arief, D. T.(2006). Stabilisasi Tanah Liat Sangat Lunak Dengan Garam dan PC. *Civil Engineering Dimension*. Vol. 8. No. 1, 20-24. Surabaya.
- ASTM D – 653. 1997. *Standard Terminology Relating to Soil, Rock ,and Contained Fluids*. the American Society of Civil Engineers and the American Society for Testing and Materials. Jurisdiction of ASTM Committee. USA.
- ASTM International. 2002. *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (ASTM D 422 – 63)*, United State : ASTM International
- ASTM Internasional. 2002. *Standard test methods for specific gravity of soil solids by water pycnometer (ASTM D-854)*, Annual Books of ASTM Standards, USA.
- ASTM International.2005. *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass (ASTM D 2216)*, United State : ASTM International
- ASTM International.2005. *Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index Soils (ASTM D 4318)*, United State : ASTM International

- ASTM International.2006. *Standard Test Method for Amount of Material in Soils Finer than No. 200 (75- μ m) Sieve (ASTM D 1140)*, United State : ASTM International.
- ASTM International.2006.*Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristic of Soil using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kNm/m³)) (ASTM D 1557)*, United State: ASTM International.
- Bowles, J. E. 1984. *Physical and Geotechnical Properties of Soil*. United States of America: McGraw-Hill,Inc.
- Bowles, J. E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Canonica, Lucio. 1991. *Memahami Mekanika Tanah*. Bandung: Angkasa.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hendra, C. dan Nirwana, P.(2017). Pemanfaatan Garam Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Di Kalimantan Tengah. *Media Ilmiah Teknik Sipil*. Vol. 6. No. 1. Kalimantan Tengah.
- Ingles, O.G, dan Metcalf, J.B. (1972).*Soil stabilization Principle and Practice*,Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Kalawa, N, Sarie, F., Yani, M. I., .(2021). Pengaruh Penambahan Semen Portland, Abu Sekam, Dan *Fly Ash* Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Lempung Sebagai *Subgrade* Perkerasan Jalan. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*. Vol. 4. No. 1. Palangka Raya.
- Kusumaningtyas, Endarti A. (2003).*Pemanfaatan Zeolit sebagai Adsorben untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif*. UNM, Malang
- Nurheni.(2017). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Menggunakan *Zeolit* Di Kampung Satu Kota Tarakan . *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan: Tarakan.

- Ogawa, T., Iyoki, K., Fukushima, T. and Kajikawa, Y. 2017. *Landscape of Research Areas for Zeolites and Metal-Organic Frameworks Using Computational Classification Based on Citation Networks*, MDPI.
- Reki, T. P., Alva, N .S., dan Roski, R. I. L.(2018). Pengaruh Penambahan Zeolite Terhadap Kuat Geser Pada Tanah Berlempung. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 6. No. 7. Manado.
- Simbolon, H. S.(2017). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan *Gypsum*, Kapur (CaO), dan Semen Ditinjau Dari Nilai CBR (*California Bearing Ratio*). *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas sumatra Utara: Medan.
- Situmorang, A.(2011). Perubahan Daya Dukung Tanah Akibat Penambahan Air Garam Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur. *Jurnal Teknik Sipil UBI*. Vol. 2. No. 2. Pangkalpinang.
- Sudjianto, A. T.(2007). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl). *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 8. No. 1. Malang.
- Syawal, Munirwansyah, dan Sofyan, M. S.(2016). Dampak Penambahan Kapur Pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai CBR Tanah Dasar Konstruksi Jalan. *Jurnal Teknik Sipil USK*. Vol. 6. No. 1. Banda Aceh.