

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GYPSUM DENGAN
LAMANYA WAKTU PEMERAMAN (CURING) TERHADAP
KARAKTERISTIK TANAH LEMPUNG



Diajukan Sebagai Persyaratan Kurikulum Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Batanghari

Disusun Oleh :
TRI KOKO BERNANDO S.
1500822201011

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM DENGAN LAMANYA
WAKTU PEMERAMAN (CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK
TANAH LEMPUNG**



Disusun Oleh:

Tri Koko Bernando S 1500822201011

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana diatas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan dan kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam ujian komprehesif Tugas Akhir Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, - - 2022

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. H. Fakhrul Rozi Yamali, ME

Dosen Pembimbing II

Wari Dony, ST, MT


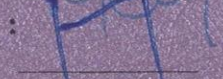

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM DENGAN LAMANYA
WAKTU PEMERAMAN (CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK
TANAH LEMPUNG

Tugas Akhir ini telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Tugas Akhir dan Komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Nama : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
Hari/tanggal : Selasa, 19 April 2022
Jam : 13.00-selesai
Tempat : Ruang Sidang

PANITIA PENGUJI

No.	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1.	Ketua	: Suhendra, ST, MT	: 
2.	Sekretaris	: Wari Dony, ST, MT	: 
3.	Anggota Penguji	: Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME	: 
4.	Anggota Penguji	: Ria Zulfiati, ST, MT	: 
5.	Anggota Penguji	: Dwitya Okky Azanna, ST, MT	: 

Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME


Elvira Handayani, ST, ME

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Julian Chrisandy
No. Mahasiswa : 1800861201057
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Manusia
Dosen Pembimbing : Dr. Osrita Hapsara, S.E., M.M / Gupron, S.Kom, M.Kom
Judul Skripsi : Pengaruh Motivasi Terhadap Kinerja Pegawai Pada Dinas
Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Jambi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, bahwa data-data yang saya cantumkan pada skripsi ini adalah benar bukan hasil rekayasa, bahwa skripsi ini adalah karya orisinil bukan hasil plagiat orang atau diupahkan pada pihak lain. Jika terdapat karya atau pemikiran orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Program Studi Manajemen Fakultas Ekonomi Unbari. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manajemen.

Jambi, 31 OKTOBER 2022

Julian Chrisandy



Julian Chrisandy

NIM. 1800861201057

MOTTO

*“Lidah orang bijak mengeluarkan pengetahuan, tetapi mulut orang bebal
mencurahkan kebodohan”*

Amsal 15:2

*“Jalan orang fasik adalah kekejian bagi TUHAN, tetapi siapa mengejar
kebenaran, dikasih-Nya”*

Amsal 15:9

“Belajar dari kegagalan adalah hal yang bijak”

“Bermimpilah dalam hidup jangan hidup dalam mimpi”



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah **“Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Dengan Lamanya Waktu Pemeraman (Curing) Terhadap Karakteristik Tanah Lempung”**.

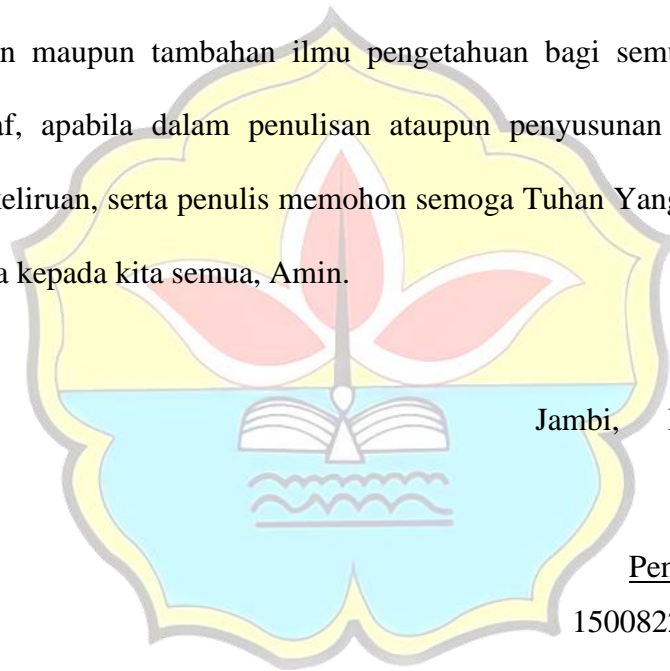
Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademis yang harus diselesaikan mahasiswa guna memenuhi persyaratan kurikulum pada Program Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Dalam penulisan Tugas Akhir, banyak sekali bantuan dan dukungan yang telah penulis terima secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Terkhusus untuk orang tua tercinta yaitu Ibunda Osnaria Panjaitan dan ayah Almarhum Maradon Sitorus yang tak henti memberikan doa, cinta kasih dan segala yang terbaik untuk penulis.
2. Kakak perempuan, Imelda Carolina Sitorus, S.Ars atas doa, dukungan dan bantuan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari dan selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.
5. Bapak Wari Dony, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Suhendra, ST, MT selaku Kepala Laboratorium Teknik.

7. Bapak dan Ibu Dosen seluruh staf di Fakultas Teknik serta seluruh staf Laboratorium Mekanika Tanah.
8. Sahabatku Yoan Yulista Hartiva, Irvan Febrianto, Andro Daniel, Dimas Abimanyu, Firman Ramadhan dan Yuda Pratama sebagai penyemangat yang telah memberikan semangat, dukungan dan saran.
9. Seluruh keluarga yang memberikan motivasi dan dukungan.
10. Teman-teman angkatan 2015 Prodi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk bahan pembelajaran maupun tambahan ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Penulis mohon maaf, apabila dalam penulisan ataupun penyusunan Tugas Akhir ini terdapat kekeliruan, serta penulis memohon semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu hidayah-Nya kepada kita semua, Amin.



Jambi, Maret 2022

Penulis

1500822201011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah	5
2.2 Klasifikasi Tanah.....	5
2.3 Tanah Lempung.....	11
2.4 Tanah Lempung Ekspansif	11
2.5 Sifat-sifat Fisik Tanah	14
2.6 Sifat-sifat Mekanik Tanah	20

2.7 Stabilisasi Tanah.....	22
2.8 Limbah Gypsum	25
2.9 Gypsum Sebagai Bahan Stabilisator Tanah.....	26
2.10 Curing atau Pemeraman.....	28
2.11 Penelitian Terdahulu	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian.....	31
3.2 Lokasi Pengambilan Sampel	31
3.3 Bahan.....	32
3.4 Komposisi Campuran Untuk Benda Uji.....	33
3.5 Pengujian Sifat Fisik Tanah	34
3.6 Pengujian Sifat Mekanik Tanah	38
3.7 Analisis Data Laboratorium	43
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanis Tanah	45
4.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung	46
4.3 Pengujian Sifat Mekanis Tanah Lempung	54

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA	61
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	65
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Plastisitas Klasifikasi Tanah USCS	7
Gambar 2.3 Cawan <i>Cassagrande</i> dan <i>Grooving Tool</i>	18
Gambar 2.4 Kurva pada penentuan batas cair tanah lempung.....	18
Gambar 2.5 Limbah <i>Gypsum</i>	25
Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Tanah Lempung.....	31
Gambar 3.2 Tanah Lempung.....	32
Gambar 3.3 Limbah <i>gypsum</i>	33
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	44
Gambar 4.1 Grafik Distribusi Pembagian Butir.....	48
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair	50
Gambar 4.3 Plot Grafik Batas Cair dan Indeks Plastisitas.....	52
Gambar 4.4 Kurva Kepadatan Tanah.....	55
Gambar 4.5 Grafik Pengujian CBR Limbah <i>Gypsum</i>	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Tanah Klasifikasi USCS dan Nilai CBR.....	6
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	10
Tabel 2.3 Parameter Tanah Ekspansif berdasarkan IP dan SI	14
Tabel 2.4 Ketentuan Kapur	27
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	46
Tabel 4.2 Hasil Analisa Saringan.....	47
Tabel 4.3 Pengujian Batas Cair pada Tanah Lempung	49
Tabel 4.4 Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung	50
Tabel 4.5 Pemeriksaan Batas-batas <i>Atterberg</i>	51
Tabel 4.6 Perhitungan Berat Jenis.....	53
Tabel 4.7 Pengujian Kadar Air Tanah Lempung	53
Tabel 4.8 Pengujian Pemadatan Tanah	54
Tabel 4.9 Hasil Uji CBR dengan Variasi Campuran Limbah Gypsum.....	56

DAFTAR NOTASI

CH	: <i>Clay High Plasticity</i>
CL	: <i>Clay Low Plasticity</i>
F	: Persentase butiran yang lolos saringan No.200
GC	: <i>Gravel Clayey</i>
GI	: Indeks kelompok
GM	: <i>Gravel Silty</i>
GP	: <i>Gravel Poorly</i>
Gs	: Berat spesifik/berat jenis tanah
GW	: <i>Gravel Well</i>
LL	: <i>liquid limit</i>
MH	: <i>Silt High Plasticity</i>
ML	: <i>Silt Low Plasticity</i>
OH	: <i>Organic High Plasticity</i>
OL	: <i>Organik Low Plasticity</i>
PI	: <i>plasticity index</i>
PL	: <i>plastic limit</i>
SC	: <i>Sand Clayey</i>



SM : *Sand Silty*

SP : *Sand Poorly*

SW : *Sand Well*

w : Kadar air

ρ_d : Kepadatan kering untuk derajat kejenuhan 100%



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi tanah di Indonesia sangat bervariasi ditinjau dari segi kemampuan dukungnya. Tanah merupakan salah satu material yang memegang peranan penting dalam konstruksi atau pondasi, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Dalam kenyataannya sering dijumpai sifat tanah yang tidak memadai, misalnya kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya.

Usaha-usaha untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah lempung ekspansif telah banyak dilakukan dengan cara seperti: cara fisis, mekanis dan kimiawi. Menurut (Suryolelono, 1999) cara fisis dilakukan dengan mencampur tanah lempung ekspansif dengan tanah bergradasi atau menambah serat fiber, cara mekanis yaitu memberi perkuatan bahan sintetis yang terbuat dari bahan polimerisasi minyak bumi pada tanah lempung ekspansif, dan cara kimiawi dengan menambah semen, kapur, abu terbang dan abu sekam padi serta bahan kimia lainnya.

Dalam menentukan daya dukung tanah, terdapat beberapa cara untuk mengetahui kemampuan tanah dalam memikul beban, salah satunya adalah pengujian *California Bearing Ratio*. *California Bearing Ratio* adalah suatu pengujian untuk menentukan suatu kekuatan relative bahan yang digunakan sebagai lapisan pondasi terhadap suatu bahan standart (SNI 1738 – 2011, Cara Uji CBR Lapangan). Penentuan daya dukung tanah dengan *California Bearing Ratio*,

tidaklah terlepas dari pengujian – pengujian parameter tanah lainnya, akan tetapi semuanya saling berhubungan. Oleh karena itu sebelum melakukan pengujian *California Bearing Ratio*, diperlukan pengujian - pengujian tanah lainnya salah satunya adalah pengujian kadar air optimum (*standart proctor*).

Tanah lempung ekspansif memiliki nilai CBR yang kecil dan potensi kembang susut tinggi apabila terjadi perubahan kadar air sehingga diperlukan usaha stabilisasi tanah. Jl. Raya Boulevard, Mandalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi sebagian besar merupakan tanah lempung. Penelitian dilakukan dengan menggunakan tanah asli dari daerah Jl. Raya Boulevard, Mandalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi dikarenakan belum adanya penelitian mengenai karakteristik tanah dan CBR (*California Bearing Ratio*) di daerah tersebut. Penelitian diharapkan dapat menentukan persentase yang efektif dalam penambahan limbah *gypsum* terhadap perubahan sifat fisis tanah dari seginilai CBR (*California Bearing Ratio*) terhadap lama waktu pemeraman, sehingga diharapkan dengan melakukan stabilisasi tanah, tanah tersebut dapat digunakan sebagai tanah timbun atau tanah dasar yang baik dan nilai ekonomis yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan penulis tertarik melakukan penelitian ilmiah untuk tugas akhir dengan judul, “Pengaruh penambahan limbah *gypsum* dengan waktu pemeraman (*curing*) terhadap karakteristik tanah lempung ekspansif”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang ingin dijawab dalam penelitian ini yaitu antara lain:

1. Bagaimana karakteristik tanah lempung ekspansif di Jl. Raya Boulevard, Mandalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi?
2. Berapa besar pengaruh penambahan campuran limbah *gypsum* terhadap nilai CBR tanah lempung ekspansif?
3. Bagaimana pengaruh waktu pemeraman (*curing*) selama 7 dan 14 hari dengan penambahan limbah *gypsum* terhadap nilai CBR tanah lempung ekspansif?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung ekspansif di daerah Jl. Raya Boulevard, Mandalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan pencampuran limbah *gypsum* terhadap nilai CBR tanah lempung ekspansif.
3. Untuk mengetahui pengaruh waktu pemeraman pada penambahan limbah *gypsum* terhadap nilai CBR tanah lempung ekspansif.

1.4 Batasan Masalah

1. Pengujian karakteristik tanah
 - a. Pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan adalah Berat Jenis (*Density*), Kadar air (*Water Content*), Batas Cair Tanah (*Liquid Limit*), Batas Plastik (*Plastic Limit*), Saringan (*Sieve Analysis*).
 - b. Pengujian sifat mekanis tanah yang dilakukan adalah Pemadatan (*Compaction Test*) dan CBR (*California Bearing Ratio*) Rendaman.
2. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif serta limbah *gypsum* dengan menggunakan 4 kadar campuran yaitu 0%, 5%, 7% dan 9%.
3. Pengujian dilakukan hanya untuk meneliti pada waktu pemeraman 7 hari dan 14 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik dan nilai CBR pada tanah lempung ekspansif di daerah Jl. Raya Boulevard, Mandalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi.
2. Mempelajari pengaruh limbah *gypsum* dengan kadar campuran yang paling efektif terhadap tanah lempung ekspansif serta mengoptimalkan pemanfaatan limbah *gypsum*.
3. Diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perbaikan tanah dasar pada jalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah adalah suatu benda alam yang terdapat dipermukaan kulit bumi, yang tersusun dari bahan-bahan mineral sebagai hasil pelapukan batuan, dan bahan-bahan organik sebagai hasil pelapukan sisa-sisa tumbuhan dan hewan, yang merupakan medium atau tempat tumbuhnya tanaman dengan sifat-sifat tertentu, yang terjadi akibat dari pengaruh kombinasi faktor-faktor iklim, bahan induk, jasad hidup, bentuk wilayah dan lamanya waktu pembentukan (Yuliprianto, 2010).

Bahan penyusun tanah tersusun atas empat komponen, yaitu bahan padat mineral, bahan padat organik, air, dan udara. Bahan padat mineral terdiri atas bibir batuan dan mineral primer, lapukan batuan dan mineral, serta mineral sekunder. Bahan padat organik terdiri atas sisa dan rombakan jasad, terutama tumbuhan, zat humik, dan jasad hidup penghuni tanah, termasuk akar tumbuhan hidup (Darusman, 2006).

Secara umum bahan padatan menyusun sekitar 50% bahan tanah, dan 50% lagi berupa cairan dan gas. Bahan padatan terbagi menjadi sekitar 45% bahan mineral dan 5% bahan organik. Bahan cairan (air) dan gas (udara) secara bersama-sama dan bergantian mengisi pori-pori tanah, masing-masing dengan kisaran 20-30% (Darusman, 2006).

2.2 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah pemilihan jenis-jenis tanah ke dalam kelompok ataupun subkelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama. Terdapat

dua sistem klasifikasi yang sering digunakan yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of Soil Highway and Transportation Officials Classification*) (Hardiyatmo, 2017).

2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS (*Unified Soil Classification System*)

Tabel 2.1 Jenis Tanah Klasifikasi USCS dan Nilai CBR

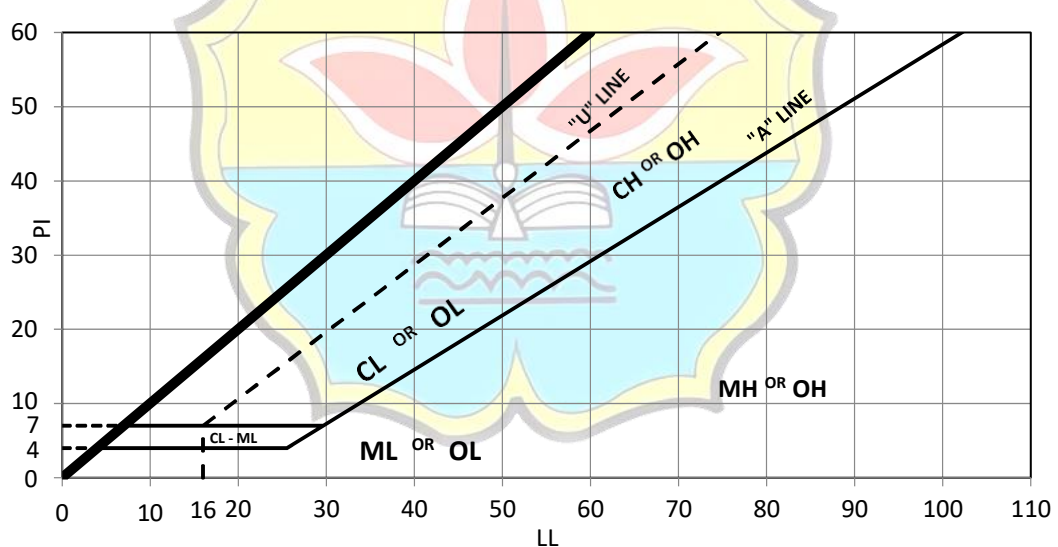
General Soil Type	USC Soil Type		CBR Range (%)	
Course-Grained Soils (Berbutir Kasar)	GW	Kerikil	40-80	
	GP		30-60	
	GM		20-60	
	GC		20-40	
	Fine-Grained Soils (Berbutir Halus)	SW	Pasir	20-40
		SP		10-40
		SM		10-40
		SC		5-20
Fine-Grained Soils (Berbutir Halus)	ML	Lanau Inorganik	<15	
	CL (LL <50%)	Lempung Inorganik	<15	
	OL	Lanau Organik	<5	
	MH	Lanau Inorganik	<10	
	CH (LL >50%)	Lempung Inorganik	<15	
	OH	Lempung Organik	<5	

Sumber: Barnas (2015)

Sistem klasifikasi USCS mengelompokkan tanah menjadi dua kelompok yaitu tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih besar dari 50% lolos saringan nomor 200 (Hardiyatmo, 2017).

Jika tanah berupa butiran kasar dan persen butiran lolos saringan no. 4 kurang dari 50%, klasifikasikan tanah tersebut sebagai kerikil (G). Tetapi jika persen butiran yang lolos lebih dari 50%, klasifikasikan sebagai pasir (S).

Selanjutnya jika persentase butiran lolos saringan no. 200 kurang dari 5%, pertimbangkan bentuk grafik distribusi butiran dengan menghitung C_u dan C_c . Jika termasuk bergradasi baik, maka klasifikasikan sebagai GW (kerikil) atau SW (pasir). Jika termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (kerikil) atau SP (pasir). Jika persentase butiran tanah yang lolos saringan no. 200 di antara 5 sampai 12%, tanah akan mempunyai simbol dobel dan mempunyai sifat keplastisan ($GW-GM$, $SW-SM$, dan sebagainya). Tetapi jika persen butiran lolos saringan no. 200 lebih besar 12%, harus dilakukan uji batas-batas *Atterberg* dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40. Lalu, dengan menggunakan diagram plastisitas, tentukan klasifikasinya (GM , GC , SM , SC , $GM-GC$ atau $SM-SC$) (Hardiyatmo, 2017).



Gambar 2.1 Grafik Plastisitas Klasifikasi Tanah USCS

Sumber : Hardiyatmo (2017)

Jika tanah berbutir halus, kerjakan uji batas-batas *Atterberg* dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40. Jika batas cair lebih dari 50, klasifikasikan sebagai *H* (plastisitas tinggi) dan jika kurang dari 50, klasifikasikan sebagai *L* (plastisitas rendah). Lalu, untuk *H* (plastisitas tinggi), jika plot batas-batas *Atterberg* pada grafik plastisitas di bawah garis *A*, tentukan apakah tanah organik (*OH*) atau anorganik (*MH*). Jika plotnya jatuh di atas garis *A*, klasifikasikan sebagai *CH*. Lalu, untuk *L* (plastisitas rendah), jika plot batas-batas *Atterberg* pada grafik plastisitas di bawah garis *A* dan area yang diarsir, klasifikasi tanah tersebut sebagai organik (*OL*) atau anorganik (*ML*) berdasar warna, bau, atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkannya di dalam oven. Tetapi, jika plot batas-batas *Atterberg* pada grafik plastisitas jatuh pada area yang diarsir, dekat dengan garis *A* atau nilai *LL* sekitar 50, gunakan simbol dobel (Hardiyatmo, 2017).

2.2.2 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*)

Sistem klasifikasi AASHTO berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perencanaan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Sistem ini membagi tanah ke dalam 8 kelompok yaitu A-1 sampai dengan A-8. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan adalah analisis saringan dan batas-batas *Atterberg*.

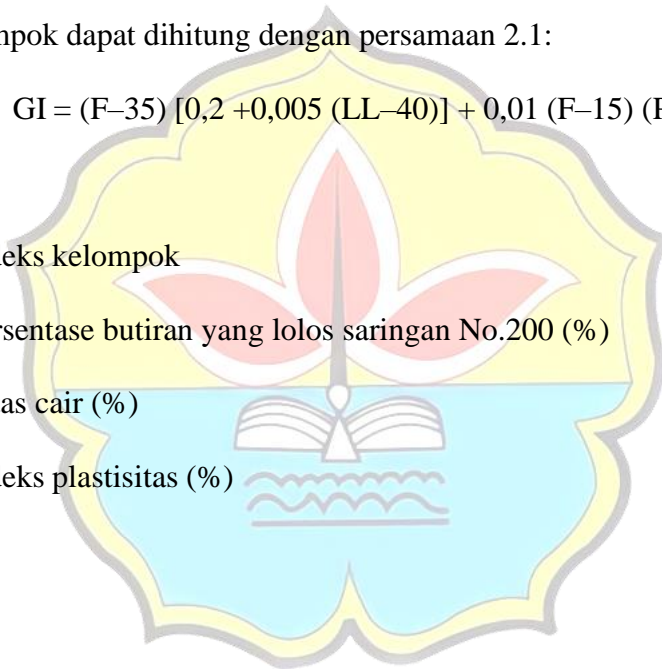
Indeks kelompok (*group index*) (GI) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Bila indeks kelompok (GI) semakin

tinggi, maka tanah semakin berkurang ketepatan penggunaan. Tanah granuler diklasifikasikan ke dalam A-1 sampai A-3 (kurang dari 35% lolos saringan nomor 200). Tanah A-1 merupakan tanah granuler bergradasi baik, sedang A-3 adalah pasir bersih bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan nomor 200), tetapi masih mengandung lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7 (lebih dari 35% lolos saringan nomor 200), yaitu tanah lempung-lanau. Tanah organik tinggi seperti tanah gambut (*peat*) diletakkan dalam kelompok A-8 (Hardiyatmo, 2017). Nilai indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan 2.1:

$$GI = (F-35) [0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15) (PI-10) \dots \dots \dots (2.1)$$

Di mana:

- GI = indeks kelompok
- F = persentase butiran yang lolos saringan No.200 (%)
- LL = batas cair (%)
- PI = indeks plastisitas (%)



Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi umum	Material granuler (<35% lolos saringan no.200)							Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/A-7-6
Analisis saringan (%lolos)											
2,00 mm (no. 10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no 40											
Batas cair (<i>LL</i>)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis (<i>PI</i>)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (<i>G</i>)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Sumber: Hardiyatmo (2017)

2.3 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel-partikel mikroskopis dan submikroskopis serta berbentuk lempeng dengan kandungan mineral-mineral lempung. Tanah lempung akan menjadi sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis dalam kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket dan sangat lunak. Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Gunarso, 2017):

1. Ukuran butiran halus, kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Proses konsolidasi lambat

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah lempung ekspansif secara umum dibedakan menjadi dua yaitu faktor komposisi tanah dan faktor pengaruh lingkungan.

2.4 Tanah Lempung Ekspansif

Tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume seiring dengan perubahan kadar air. Tanah lempung yang berpotensi untuk mengembang dan menyusut akibat perubahan kadar air disebut sebagai tanah lempung ekspansif.

Sifat ekspansif dari tanah biasanya terdapat pada tanah yang berbutir halus karena luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan tanah berbutir kasar

sehingga air yang diabsorpsi lebih banyak serta tanahnya mempunyai indeks plastisitas yang cukup tinggi (Abadi, 2007). Faktor yang mempengaruhi derajat pengembangan tanah lempung yang memiliki sifat ekspansif antara lain adalah tipe dan jumlah mineral lempung dalam tanah, luas spesifik lempung, susunan tanah, konsentrasi garam dalam air pori, valensi kation, sementasi, adanya bahan-bahan organik, kadar air awal dan sebagainya. Perubahan volume tanah yang besar membahayakan bangunan (Hardiyatmo, 2017).

Pada umumnya tanah lempung ekspansif termasuk dalam kelompok CH atau lempung tak organik dengan plastisitas tinggi berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*). Ciri fisik yang dapat dilihat langsung adalah warnanya berupa warna abu-abu sampai hitam. Pada kondisi kering, tanahnya mengalami retak-retak dengan retakan yang lebar dan dalam.

Mineral utama yang membuat tanah jenis ini tidak stabil apabila berhubungan dengan air adalah *montmorillonite*. Tanah lempung ekspansif akan mengembang apabila dipengaruhi oleh air dan akan menyusut apabila kekeringan (Abadi, 2007). Pengembangan lempung adalah hasil dari bertambahnya tebal lapisan ion *diffuse* ketika ada air. Ion-ion *monovalent exchangeable sodium* akan menyebabkan pengembangan lebih besar daripada ion-ion kalsium divalen (Hardiyatmo, 2017).

Pengaruh susut pada tanah-tanah berbutir halus menjadi masalah penting dalam masalah teknis. Retak akibat susut dapat muncul secara lokal, jika tekanan kapiler melampaui kohesi atau kuat tarik tanah.

Retak-retak ini, bagian dari makrostruktur lempung dan merupakan zona-zona lemah yang secara signifikan mereduksi kekuatan massa tanah secara keseluruhan, sehingga dapat mempengaruhi stabilitas lereng lempung dan kapasitas dukung fondasi. Retak akibat pengeringan permukaan yang sering dijumpai pada lempung lunak dapat berpengaruh jelek, misalnya pada struktur perkerasan jalan yang dibangun di atasnya. Susut dan retak akibat susut disebabkan oleh penguapan permukaan saat musim panas, penurunan muka air tanah, dan isapan akar tumbuh-tumbuhan. Ketika musim hujan, tanah mendapatkan air lagi, dan volume tanah bertambah dan tanah mengembang. Perubahan volume akibat proses kembang-susut sering merusakkan bangunan gedung ringan dan perkerasan jalan (Hardiyatmo, 2017). Sifat kembang susut tanah lempung ekspansif dapat diukur dengan pengukuran potensi pengembangan dan tekanan pengembangan. Pada proses kembang-susut, tidak sepenuhnya kembali ke posisinya semula. Lempung menjadi *overconsolidated* dan berkurang kemudahmampatannya akibat dari bertambahnya tegangan efektif oleh tekanan kapiler (Hardiyatmo, 2017).

Tanah lempung ekspansif dapat didefinisikan dengan tiga cara yaitu:

1. Identifikasi Mineralogi
2. Cara tidak langsung (*single index method*)
3. Cara langsung

Dalam penelitian ini termasuk cara tidak langsung untuk mengidentifikasi tanah lempung ekspansif. Hasil uji sejumlah indeks dasar tanah dapat digunakan untuk evaluasi berpotensi ekspansif atau tidak pada suatu contoh tanah. Uji

indeks dasar adalah uji batas- batas *Atterberg* dan uji mengembang bebas.

Dalam Kriteria Raman, penggolongan tanah ekspansif berdasarkan batas-batas *Atterberg* dapat menggunakan dua parameter yaitu PI (*Plasticity Index*) dan SI (*Shrinkage Index*).

Tabel 2.3 Parameter Tanah Ekspansif berdasarkan IP dan SI

<u>Plasticity Index (%)</u>	<u>Shrinkage Index (%)</u>	<u>Degree Of Expansion</u>
< 12	< 15	Low
12 – 23	15 – 30	Medium
23 – 30	30 – 40	High
>30	> 40	Very High

Sumber: Hardiyatmo (2017)

Dalam kriteria Altmeyer tanah ekspansif dapat digolongkan dengan menggunakan *linear shrinkage* dan *shrinkage limit* (SL) (Hardiyatmo, 2017).

2.5 Sifat-sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah adalah sifat-sifat dasar dari tanah dalam keadaan asli yang berguna untuk menentukan jenis tanah (Pah, 2010). Parameternya antara lain adalah pengujian kadar air, analisa butiran tanah, berat spesifik tanah, dan batas-batas konsistensi.

2.5.1 Kadar Air (*Water Content*)

Kadar air (W) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat, dinyatakan dalam persen (Hardiyatmo, 2017). Kadar air dapat ditentukan dengan persamaan 2.2 berikut (SNI 1965:2008, p. 7):

$$w = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Di mana:

w = kadar air (%)

W_1 = berat cawan dan tanah basah (gr)

W_2 = berat cawan dan tanah kering (gr)

W_3 = berat cawan (gr)

$W_1 - W_2$ = berat air (gr)

$W_2 - W_3$ = berat tanah kering (partikel padat) (gr)

2.5.2 Analisis Butiran Tanah

Sifat-sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirannya dan jenis ukuran butirannya dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah. Distribusi ukuran butiran atau gradasi butiran tidak pernah sama antara tanah yang satu dengan tanah yang lain. Distribusi ukuran butiran untuk tanah berbutir kasar dapat ditentukan dengan cara menyaring tanah menggunakan satu set saringan standar, yang terdiri dari saringan no. 10 (2,000 mm) no. 40 (0,425 mm), no. 60 (0,250), no. 80 (0,180 mm), no. 120 (0,125 mm) dan no. 200 (0,075 mm). Berat tanah yang tertinggal pada masing-masing saringan ditimbang, lalu persentase terhadap berat kumulatif tanah dihitung sedangkan distribusi ukuran butiran untuk tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar, dapat ditentukan dengan cara sedimentasi. Metode ini didasarkan pada hukum Stokes, yang berkenaan dengan kecepatan pengendapan butiran pada larutan suspensi (Hardiyatmo, 2017).

2.5.3 Berat Spesifik Tanah (G_s)

Berat spesifik adalah perbandingan (rasio) antara massa (berat) kering

butiran tanah dan massa (berat) air suling (*distilled water*) pada volume yang sama dengan volume butiran tersebut. Nilai G_s ini dapat dipakai untuk mengetahui berat relatif tanah terhadap berat air yang mempunyai berat volume sebesar satu (Budi, 2011). Besarnya berat jenis tanah dapat dihitung dengan persamaan 2.3 berikut (SNI 1964:2008, p. 5, 7):

$$G_s = \frac{w_t}{w_5 - w_3} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

G_s = berat spesifik/berat jenis tanah (gr)

W_t = berat contoh tanah kering oven (gr)

W_3 = berat piknometer berisi air dan tanah pada temperatur T_x (gr)

W_5 = berat contoh tanah kering oven + berat piknometer berisi air pada temperatur T_x

2.5.4 Batas-batas Konsistensi

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat atau padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Konsistensi bergantung pada gaya tarik antara partikel mineral lempung. Sembarangan pengurangan kadar air menghasilkan berkurangnya tebal lapisan kation yang menyebabkan bertambahnya gaya tarik partikel. Bila tanah

dalam kedudukan plastis, besarnya jaringan antar partikel akan sedemikian hingga partikel bebas menggelincir antara satu dengan yang lain, dengan kohesi yang tetap terpelihara. Pengurangan kadar air menghasilkan pengurangan volume tanah (Hardiyatmo, 2017).

Pada volume butiran tanah (*solid*) yang konstan, bila kadar air di dalam tanah lempung tersebut relatif besar, maka tanah lempung menjadi lumpur (*slurry*) yang bersifat seperti cairan yang kental dan kondisi ini disebut fase cair. Sebaliknya bila kadar air di dalam tanah lempung dibiarkan menguap sedikit demi sedikit, maka tanah lempung mulai mengeras dan mempunyai kemampuan untuk menahan perubahan bentuk. Kondisi ini dinamakan fase plastis. Jika kadar air dibiarkan menguap lebih lanjut, maka tanah lempung mengalami penyusutan (*shrink*), kaku dan mudah retak. Kondisi ini dinamakan fase setengah padat (*semi solid*). Pada proses penurunan kadar air, tanah lempung jenuh akan mengalami penyusutan yang besarnya sebanding dengan besarnya kehilangan volume air.

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis (Hardiyatmo, 2017).

Batas cair dapat ditentukan dengan persamaan berikut (SNI 1967:2008, p.6):

$$\text{Persentase Kadar Air} = w = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\% \dots\dots(2.4)$$

Atau

$$w(\%) = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

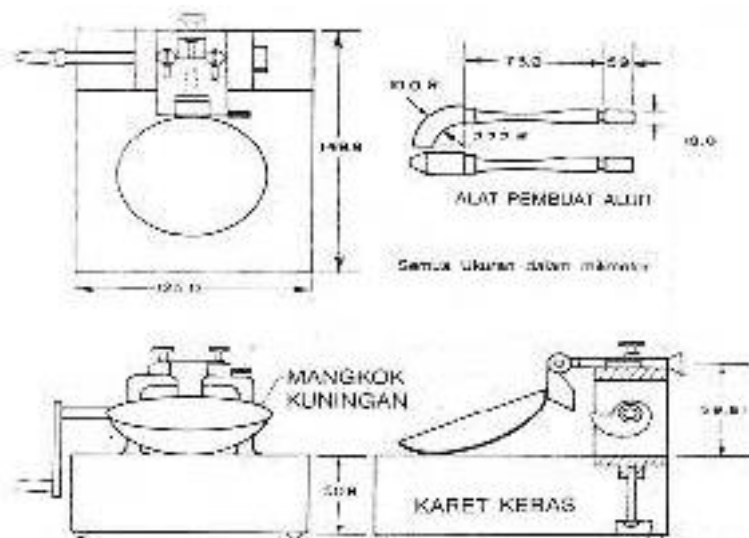
W_1 = berat cawan kosong (gr)

W_2 = berat cawan + berat tanah basah (gr)

W_3 = berat cawan + tanah kering (gr)

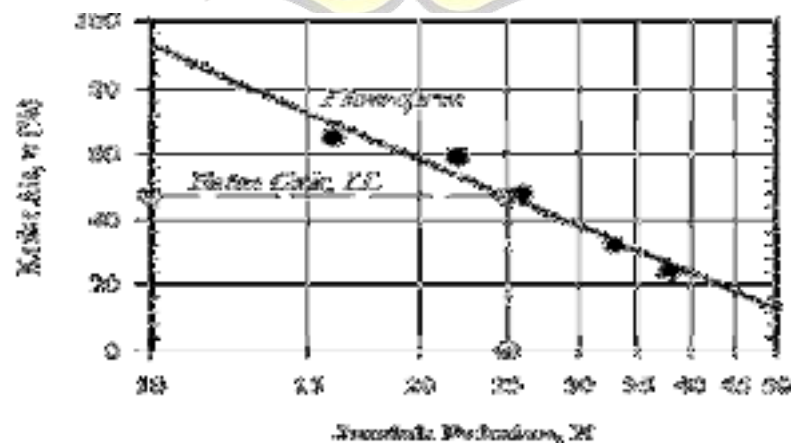
w = kadar air (%)

Untuk lebih jelasnya, alat uji batas cair berupa cawan *Cassagrande* dan *Grooving Tool* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Cawan *Cassagrande* dan *Grooving Tool*

Sumber: Das (1991)



Gambar 2.4 Kurva pada penentuan batas cair tanah lempung

Sumber: Das (1991)

Hubungan kadar air dan jumlah pukulan digambarkan dalam grafik semilogaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 pukulan (Hardiyatmo, 2017).

b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air di dalam tanah pada fase antara plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air di mana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung (Hardiyatmo, 2017). Apabila kadar air di dalam tanah berkurang, maka tanah menjadi lebih keras dan memiliki kemampuan untuk menahan perubahan bentuk. Perubahan tanah dari cair menjadi padat tersebut akan melalui fase yang dinamakan semi padat (Budi, 2011). Batas plastis ditentukan berdasarkan persamaan 2.6 (SNI 1966:2008, p. 4) atau persamaan berikut:

$$\text{Batas Plastis} = w = \frac{\text{berat massa air}}{\text{Berat massa tanah kering}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

Atau,

$$PL = w = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2.8)$$

Di mana:

PL = *plastic limit* (%)

W = kadar air (%)

W₁ = berat cawan (gr)

W₂ = berat cawan + tanah basah (gr)

W₃ = berat cawan + tanah kering (gr)

Selanjutnya menghitung indeks plastisitas tanah sebagai selisih antara batas cair dengan batas plastis berdasarkan persamaan 2.9 (SNI 1966:2008, p. 5):

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (2.9)$$

Di mana:

PL = *plastic limit* (%)

LL = *liquid limit* (%)

PI = *plasticity index* (%)

2.6 Sifat-Sifat Mekanik Tanah

Sifat-sifat mekanik tanah adalah sifat-sifat tanah yang mengalami perubahan akibat adanya perlakuan-perlakuan mekanis. Parameter pengujiannya antara lain pemadatan tanah dan CBR.

2.6.1 Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah proses yang dilakukan untuk merapatkan butiran tanah (*solid*) yang satu dengan yang lain, sehingga partikel tanah saling berdekatan dan pori tanah menjadi kecil (Budi, 2011). Pemadatan merupakan proses pengurangan volume udara di dalam pori tanah (*void*). Tujuan dari proses pemadatan tanah di laboratorium adalah untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Pemadatan tanah berfungsi untuk menambah kekuatan tanah dan mengurangi besarnya penurunan tanah sehingga meningkatkan daya dukung tanah terhadap beban yang berada di atas tanah.

Suatu metode pemadatan tertentu akan menghasilkan suatu nilai kadar air tertentu yang dikenal sebagai kadar air optimum. Kadar air optimum inilah yang

akan menghasilkan nilai kerapatan kering maksimum. Pada nilai kadar air rendah, sebagian besar tanah cenderung menjadi kaku dan sukar untuk dipadatkan. Apabila dilakukan penambahan pada kadar airnya, tanah menjadi lebih mudah dibentuk dan dipadatkan sehingga akan dihasilkan kerapatan kering yang lebih tinggi. Akan tetapi, pada kadar air yang tinggi, kerapatan kering menjadi berkurang sejalan dengan bertambahnya kadar air, yang mana air tersebut akan mengisi dan volume tanah bertambah secara proporsional. Berat volume kering tanah maksimum secara teoritis didapat bila pada pori-pori tanah sudah tidak ada udaranya lagi, yaitu pada saat derajat kejenuhan tanah sama dengan 100% (Pah, 2010). Hubungan berat volume kering dengan berat volume basah dan kadar air dinyatakan dalam persamaan 2.10 berikut (SNI 1742:2008):

$$\rho_d = \frac{G_s \cdot \rho_w}{100 + G_s \cdot w} \times 100 \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

ρ_d = kepadatan kering untuk derajat kejenuhan 100% (gr/cm³)

w = kadar air (%)

G_s = berat jenis tanah

2.6.2 California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) adalah percobaan daya dukung tanah yang pertama kali dikenalkan oleh *California State Highway Department* pada tahun 1928. Sedangkan metode CBR dipopulerkan oleh O. J. Porter. Prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dengan memasukkan benda ke dalam benda uji. Dengan cara ini dapat dinilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang dipergunakan untuk membuat perkerasan. Pengujian CBR adalah perbandingan

antara beban penetrasi (*test load*) suatu bahan dengan beban standard (*standard load*) dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR dihitung pada penetrasi sebesar 0,1 inci dan penetrasi sebesar 0,2 inci dan selanjutnya hasil kedua perhitungan tersebut dibandingkan sesuai dengan SNI 03-1744-2012 diambil hasil terbesar. Nilai CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standard berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100%. Ada 2 macam pengukuran CBR yaitu :

1. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada 0,254 cm (0,1") terhadap penetrasi standard sebesar 70,37 kg/cm² (1000 psi)
 Nilai CBR = $(PI/70,37) \times 100\%$ (PI dalam kg/cm²)
2. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada 0,508 cm (0,2") terhadap penetrasi standard yang besarnya 105,56 kg/cm² (1500 psi)
 Nilai CBR = $(PI/105,56) \times 100\%$ (PI dalam kg/cm²). Dari kedua hitungan tersebut digunakan nilai terbesar CBR laboratorium dibedakan atas 2 macam, yaitu CBR laboratorium terendam (*soaked*) dan CBR laboratorium tidak terendam (*unsoaked*).
3. CBR laboratorium terendam (*soaked*) dilakukan perendaman selama 4 hari (96 jam), perendaman ini bertujuan untuk membuat tanah menjadi jenuh air (SNI 1744-2012).
4. CBR laboratorium tidak terendam (*unsoaked*) dilakukan langsung setelah tanah dipadatkan untuk pengujian.

2.7 Stabilisasi Tanah

2.7.1 Definisi dan Tujuan Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu metode rekayasa tanah yang bertujuan untuk meningkatkan dan atau mempertahankan sifat-sifat tertentu pada tanah, agar selalu memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan. Berbagai syarat teknis yang dibutuhkan dalam mengoptimalkan kinerja konstruksi antara lain adalah kapasitas daya dukung tanah, kuat geser tanah, penurunan (*settlement*), permeabilitas tanah dan lain sebagainya, yang mana syarat teknis tersebut selalu dikaitkan dengan jenis dan fungsi konstruksi yang dibangun (Panguriseng, 2017).

Dengan demikian dapat diketahui bahwa tujuan dari stabilisasi tanah adalah minimal untuk memenuhi satu dari empat sasaran berikut ini (Panguriseng, 2001):

1. Untuk memperbaiki (meningkatkan) daya dukung tanah.
2. Untuk memperbaiki (memperkecil) penurunan lapisan tanah.
3. Untuk memperbaiki (menurunkan) permeabilitas dan potensi pengembangan tanah.
4. Untuk menjaga (mempertahankan) potensi tanah yang ada (*existing strength*).

Dari keempat sasaran tindakan stabilisasi yang diuraikan di atas, sangat jarang dapat dicapai secara bersamaan. Akan tetapi harus selalu diupayakan agar dapat tercapai perbaikan parameter yang diinginkan dengan tanpa mengakibatkan kerusakan parameter yang lainnya. Sering terjadi tindakan stabilisasi hanya memperbaiki salah satu karakteristik tanah, dan merusak karakteristik yang lain. Untuk itu setiap tindakan stabilisasi yang dilakukan harus memperhitungkan efek

samping yang mungkin ditimbulkan.

2.7.2 Jenis-jenis Stabilisasi Tanah

Berdasarkan mekanisme kerja komposit antara massa tanah dengan bahan stabilizer, jenis stabilisasi tanah dapat dibedakan atas (Panguriseng, 2001):

1. Stabilisasi kimia yaitu stabilisasi dengan menggunakan bahan-bahan kimia memungkinkan terjadinya reaksi kimia, dan menghasilkan senyawa baru yang bersifat stabil dari pada senyawa yang terdapat dalam massa tanah sebelum stabilisasi dilakukan.

Contoh: Stabilisasi dengan *gypsum*, semen, kapur, *fly ash*, larutan kimia, dan lain-lain.

2. Stabilisasi fisik yaitu stabilisasi dengan menggunakan energi yang disalurkan ke lapisan tanah, sehingga memperbaiki karakteristik lapisan sesuai dengan tujuan tindakan stabilisasi yang diinginkan.

Contoh: Stabilisasi kompaksi, *vibroflot process*, dan lain-lain.

3. Stabilisasi mekanis yaitu stabilisasi dengan menggunakan material sisipan ke dalam lapisan tanah, sehingga mampu memperbaiki karakteristik massa tanah sesuai dengan tujuan tindakan stabilisasi yang diinginkan. Stabilisasi mekanis sering juga disebut sebagai perkuatan tanah (*reinforcement earth*).

Contoh: *Sand piles*, *stone piles*, *nailing*, *anchor*, cerucuk, *steel band*, *geosynthetics* (sebagai elemen *reinforcement*, separator, filtrasi, drainase), dan lain-lain.

4. Stabilisasi termal yaitu stabilisasi dengan menggunakan panas (*thermal*) untuk membakar material tanah, sehingga kadar air kristal massa tanah menjadi sangat rendah, yang memungkinkan ikatan senyawa dalam masa tanah lebih stabil (*irreversible*).

Contoh: Pembuatan keramik, gerabah, batu bata, dan lain-lain.

2.8 Limbah Gypsum

Gypsum adalah material yang umum dijumpai dan sering di manfaatkan sebagai hiasan interior rumah, gedung dan bangunan lainnya karena *gypsum* mudah dibentuk dan diaplikasikan dari pada bahan lainnya (Christanto & Ibnu, 2005). Dalam bentuk murni, *gypsum* berupa Kristal yang memiliki warna abu-abu, putih, kuning, jingga ataupun berwarna hitam apabila tidak murni. *Gypsum* memiliki dua macam pembuatan yakni *dehydrate* (CaSO_4 dan $2\text{H}_2\text{O}$ serta air) dan *anhidrit* (*gypsum* disuling dari 29,4% dari zat kapur dan 23,5% dari belerang). Nama kimia *gypsum* adalah Kalsium Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$) sehingga material *gypsum* ini sangat dimungkinkan sebagai bahan filler dalam campuran beton aspal. Karena *Gypsum* memiliki komposisi kimia 23,28% Ca, 2,34% H, 37,57% CaO, 20,39% H_2O , 18,63%.



Gambar 2.5 Limbah *gypsum*

Sumber: Dokumentasi Penelitian (2022)

Limbah *gypsum* merupakan sisa hasil dari industri pembuatan profil *gypsum* yang digunakan sebagai hiasan bangunan. *Gypsum* adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. *Gypsum* yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Maryati, 2016).

2.9 *Gypsum* Sebagai Bahan Stabilisator Tanah

Dalam ilmu kimia, *gypsum* disebut sebagai Kalsium Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yaitu suatu material yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan. Sekarang ini *gypsum* banyak digunakan pada hiasan bangunan, bahan dasar pembuat semen, pengisi (*filler*) cat, bahan pembuat pupuk (*fertilizer*) dan berbagai macam keperluan lainnya. Menurut Maryati, (2016) keunggulan penggunaan *gypsum* yaitu:

1. *Gypsum* yang dicampur lempung dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah tergantikan oleh kalsium pada *gypsum* sehingga pengembangannya lebih kecil.
2. *Gypsum* dapat meningkatkan stabilitas tanah organik karena mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap agregat tanah.
3. *Gypsum* meningkatkan kecepatan rembesan air, dikarenakan *gypsum* lebih menyerap banyak air.

Kekurangan penggunaan *gypsum* yaitu:

1. Lemah Terhadap Benturan

Kekurangan *gypsum* lainnya adalah tidak tahan dengan benturan. Tidak disarankan menggunakan bahan *gypsum* jika lokasi rumah berada di sekitar jalan dengan lalu lintas yang sangat padat. Sebab area tersebut rawan akan kecelakaan kendaraan sehingga potensi tabrakan pada bangunan sangat tinggi.

2. Gampang Bernoda Dan Kusam

Jika *gypsum* terkena air dan menjadi basah juga lembab, permukaan *gypsum* cepat bernoda dan berjamur. Sehingga perlu hati-hati menempatkan plafon dan dinding dengan material *gypsum* di setiap ruangan.

3. Tidak Tahan Beban Berat

Jika mengaplikasikan *gypsum* pada dinding maupun plafon, perlu diperhatikan apakah penyangganya sudah kuat khususnya bagi plafon. Sebab material *gypsum* ini rentan terjadi keretakan bahkan sampai roboh.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007) tentang Pedoman perencanaan stabilisasi tanah dengan bahan serbuk pengikat untuk konstruksi jalan, komposisi campuran *gypsum* yang digunakan untuk stabilisasi tanah harus memenuhi persyaratan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Ketentuan Kapur

Umum	Kapur	
	Kapur Kembang (CaO)	Kapur Padam Ca(OH) ₂
Magnesium dan Kalsium Oksida	>92%	>95%
Karbon Dioksida	3-10%	5-7%
Kehalusan Butir	-	<12% (2 micron)

Sumber: Pedoman Departemen PU (2007)

2.10 *Curing* atau Pemeraman

Curing atau perawatan dilakukan saat sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga suhu sehingga dapat mencapai mutu yang diinginkan (Ramadhan, 2018).

Pemeraman adalah proses pencampuran tanah dengan air kemudian dibiarkan beberapa saat agar kadar air yang terkandung dalam tanah lebih merata. Proses pemeraman ini akan mempengaruhi kadar air yang terkandung dalam tanah dan berpengaruh pada karakteristik tanah, yang diharapkan mampu membantu menurunkan kadar air pada batas cair dan memperbaiki karakteristik tanah tersebut (Aribudiman, 2017).

2.11 Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Vemmy Kurniawan, Yulvi Zaika dan Harimurti tahun 2014 menunjukkan Penelitian ini digunakan 4 variasi campuran yaitu 4% serbuk *gypsum*, 6% serbuk *gypsum*, 8% serbuk *gypsum* dan 10% serbuk *gypsum* dari berat kering tanah. Dari hasil penelitian didapatkan nilai CBR terbesar didapatkan pada kondisi penambahan 6% serbuk *gypsum* dengan lama waktu *curing* 14 hari yaitu 20,159% (*Unsoaked*) dan 4,492% (*Soaked*). Untuk nilai pengembangan dengan *curing*, *curing* selama 14 hari merupakan batas pengikatan antar partikel tanah dengan serbuk *gypsum*. Nilai pengembangan terkecil didapatkan pada penambahan 8% serbuk *gypsum* dengan lama waktu *curing* 14 hari yaitu 1,460%. Selisih nilai pengembangan antara tanah campuran 6% serbuk *gypsum* dengan tanah campuran 8% serbuk *gypsum* semakin lama semakin kecil dengan semakin lamanya waktu *curing* tersebut. Selisih nilai pengembangan pada *curing* 14 hari yaitu 0,142%.
2. Penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan bahan aditif lain yaitu menggunakan serbuk *gypsum*. Penelitian ini dilakukan oleh Ibnu Sudarmadji yaitu menggunakan serbuk *gypsum*. Penelitian ini dilakukan oleh Ibnu Sudarmadji (2006) yang menunjukkan hasil peningkatan kuat geser tanah lempung di daerah Karang Kulon, Wukirsari, Bantul secara optimum dengan penambahan *gypsum* sebesar 6% dari berat kering tanah. Dari pengujian Triaksial UU pada tanah dengan kadar serbuk gipsum 6% diperoleh peningkatan kuat dukung (q_u) sebesar 185,63% dari q tanah asli. Dari

pengujian geser langsung pada tanah dengan kadar serbuk gipsum 6% diperoleh peningkatan kuat dukung (q_u) sebesar 72,67% dari q tanah asli.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Rama Indera K, Enden Mina dan Naufal Fakhri (2018), diperoleh hasil tanah yang distabilisasi dengan *gypsum* menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR, kenaikan nilai batas plastis, kenaikan nilai berat jenis, penurunan nilai batas cair dan penurunan nilai IP. Nilai tanah sebesar 37,352% terus meningkat, peningkatan tertinggi pada pencampuran *gypsum* 10% dengan pemeraman selama 3 hari sebesar 57,876%. Persentase kenaikan nilai CBR sebesar 35,46% dari tanah asli. Penurunan nilai IP terbesar pada variasi campuran *gypsum* 10% dengan nilai 10,10% membaik dibandingkan dengan tanah asli sebesar 27,95%. Lama pemeraman juga berpengaruh pada nilai CBR.
4. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Benny Christian L. Tobing, Suroso dan Yulvi Zaika pada tahun 2014 didapatkan hasil bahwa pencampuran tanah lempung ekspansif dengan 15% *fly ash* menghasilkan nilai CBR sebesar 7,892% dan nilai *swelling* 1,018%. Dengan melakukan curing pada campuran tanah lempung ekspansif dengan 15% *fly ash* dapat menghasilkan nilai CBR dan nilai *swelling* yang lebih baik.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang penulis lakukan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari. Penelitian yang dilakukan yaitu pada sampel tanah lempung yang tidak diberikan bahan stabilisasi (tanah asli) dan pada tanah yang diberikan bahan stabilisasi berupa penambahan limbah *gypsum* dengan berbagai kadar campuran.

3.2 Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Tanah Lempung

Sumber: Dokumentasi Penelitian (2022)

3.3 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Tanah lempung



Gambar 3.2 Tanah Lempung

Sumber: Dokumentasi Penelitian (2022)

Pengambilan sampel tanah lempung ekspansif yang berada di Jl. Raya Boulevard, Mendalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi yang merupakan contoh tanah terganggu (*disturbed sample*) pada kedalaman 1-2 meter dari muka tanah setempat. Pada saat pengambilan sampel dicatat mengenai jenis tanah, warna tanah, kondisi tanah dan tinggi muka tanah.

2. Limbah *gypsum*



Gambar 3.3 Limbah *gypsum*

Sumber: Dokumentasi Penelitian (2022)

Pengambilan sampel limbah *gypsum* dari pabrik Eddy *gypsum* yang berlokasi di Jl. Kenali Jaya Kec. Alam Barajo Kota Jambi. Limbah *gypsum* merupakan sisa hasil dari industry pembuatan profil *gypsum* yang digunakan sebagai hiasan bangunan. Limbah *gypsum* yang akan dipakai diolah dengan cara dihancurkan dan diayak menggunakan saringan untuk mendapatkan serbuk yang lolos saringan nomor 4 yang selanjutnya akan digunakan untuk bahan campuran dari tanah lempung ekspansif.

3.4 Komposisi Campuran Untuk Benda Uji

3.4.1 Campuran Limbah *Gypsum*

Persentase limbah *gypsum* yang digunakan adalah 0%, 5%, 7%, dan 9% dari berat kering tanah.

3.5 Pengujian Sifat Fisik Tanah

3.5.1 Berat Jenis Tanah (*Density*) SNI 1964:2008

1. Keringkan benda uji dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$) selama 24 jam, setelah itu dinginkan dalam desikator.
2. Cuci piknometer atau botol ukur dengan air suling, kemudian dikeringkan dan selanjutnya timbang (W_1 gram).
3. Masukkan benda uji ke dalam piknometer atau botol ukur yang digunakan, kemudian timbang (W_2 gram).
4. Tambahkan air suling ke dalam piknometer atau botol ukur yang berisi benda uji, sehingga piknometer atau botol ukur terisi duapertiganya.
5. Untuk benda uji yang mengandung lempung diamkan benda uji terendam selama 24 jam atau lebih.
6. Panaskan piknometer atau botol ukur yang berisi rendaman benda uji dengan hati - hati selama 10 menit atau lebih sehingga udara dalam benda uji ke luar seluruhnya. Untuk mempercepat proses pengeluaran udara, piknometer atau botol ukur dapat dimiringkan sekali – kali.
7. Pengeluaran udara dapat dilakukan dengan pompa hampa udara, dengan tekanan 13,33 kpa (100 mm Hg).
8. Rendamlah piknometer atau botol ukur dalam bak perendam, sampai temperaturnya tetap. Tambahkan air suling secukupnya sampai penuh. Keringkan bagian luarnya, lalu timbang (W_3 gram).
9. Ukur temperatur isi piknometer atau botol ukur, untuk mendapatkan faktor koreksi (K).

3.5.2 Kadar air (*Water Content*) SNI 03-1965:2008

1. Timbang dan catat berat cawan kering yang kosong tempat benda uji (beserta tutupnya jika memakai tutup).
2. Masukkan benda uji dalam cawan dan jika memakai tutup pasang tutupnya hingga rapat. Tentukan berat cawan yang berisi material basah menggunakan timbangan yang telah dipilih sebagai acuan berat benda uji. Catat nilai tersebut.
3. Buka tutupnya (jika memakai tutup) dan masukan cawan yang berisi benda uji basah ke dalam oven pengering. Keringkan benda uji hingga beratnya konstan. Pertahankan oven pengering pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
4. Setelah benda uji dikeringkan hingga beratnya konstan, keluarkan cawan dari dalam oven (dan tutup kembali jika memakai tutup). Biarkan benda uji dan cawannya menjadi dingin pada temperatur ruangan atau sampai cawan dapat dipegang dengan aman menggunakan tangan dan siapkan timbangan yang tidak terpengaruh oleh panas. Tentukan berat cawan dan berat material kering oven menggunakan timbangan yang sama dengan yang digunakan.

3.5.3 Batas Cair Tanah (*Liquid Limit*) SNI 1967:2008

1. Pengujian batas cair untuk tujuan pengecekan atau menengahi perselisihan dapat digunakan jadwal waktu sebagai berikut:
 - a. Aduklah tanah dengan air selama 5 menit sampai dengan 10 menit, waktu yang lebih lama dapat digunakan untuk tanah yang lebih plastis.
 - b. Simpan tanah dalam ruang pelembab udara selama 30 menit.
 - c. Aduk kembali tanah sebelum dimasukkan dalam mangkok kuning, pada penambahan 1 mL air, lama pengadukan 1 menit.

- d. Masukkan tanah ke dalam mangkok kuningan dan lakukan pengujian selama 3 menit.
 - e. tambahkan air dan aduk kembali selama 3 menit.
2. Perlu dicatat bahwa dalam percobaan pengujian, banyaknya pukulan tidak boleh kurang dari 15 pukulan atau lebih dari 35 pukulan. Agar tidak melakukan penambahan tanah kering terhadap tanah basah selama pengujian berlangsung.

3.5.4 Batas Plastik (*Plastic Limit*) SNI 1966:2008

1. Ambil 1,5 gram sampai dengan 2,0 gram massa tanah. Bentuk bagian yang diambil menjadi bentuk bulat panjang.
2. Gunakan salah satu metode berikut untuk menggelen tanah menjadi bentuk bulat panjang berdiameter 3 mm dengan kecepatan 80 gelengan sampai dengan 90 gelengan per menit, dengan menghitung satu gelengan sebagai satu gerakan tangan bolak balik hingga kembali ke posisi awal.
 - a. Metode menggelen dengan tangan, geleng benda uji dengan telapak tangan atau jari pada plat kaca (atau di atas selembar kertas yang diletakkan di atas permukaan yang rata) dengan tekanan yang cukup untuk menggelen benda uji menjadi beberapa gelengan kecil dengan diameter dan panjang yang sama. Hasil gelengan- gelengan kecil tersebut selanjutnya dibentuk hingga diameternya menjadi 3 mm, hal ini memakan waktu tidak lebih dari 2 menit. Besar tekanan tangan atau jari yang diperlukan bervariasi, tergantung jenis tanahnya. Tanah yang mudah pecah dengan plastisitas yang rendah merupakan tanah yang paling tepat digelen dengan bagian sisi luar telapak tangan atau bagian bawah ibu jari.

- b. Prosedur alternatif, metode dengan alat geleng batas plastis, letakkan massa tanah di atas plat bawah, kemudian letakkan plat atas hingga bersentuhan dengan massa tanah. Tekan sedikit plat atas sedikit ke bawah dan gerakan ke belakang dan ke depan selama 2 menit, dimana plat dijaga agar tetap bersentuhan dengan sisi rel. Selama proses penggelengan ini, jangan biarkan tanah gelengan menyentuh sisirel.
3. Apabila tanah hasil gelengan telah berdiameter 3 mm tetapi belum terjadi retakan, maka tanah gelengan dibagi menjadi enam atau delapan potongan. Satukan dan remas semua potongan dengan kedua tangan dan geleng kembali dengan jari tangan hingga membentuk bulat panjang.
 4. Sedangkan apabila tanah gelengan telah berdiameter 3 mm dan terjadi retakan.
 5. Tanah gelengan sebagaimana tahap c), digeleng sampai terjadi retakan atau sampai tanah tidak dapat lebih panjang lagi untuk digeleng. Retakan dapat terjadi ketika diameter tanah gelengan lebih besar dari 3 mm. Terjadinya retakan pada diameter yang berbeda menunjukkan jenis tanah yang berbeda. Beberapa jenis tanah akan hancur menjadi partikel agregat kecil; sementara jenis yang lain mungkin membentuk suatu pipa yang retak dibagian ujungnya. Retakan ini berkembang ke arah tengah dan akhirnya tanah gilingan tersebut hancur menjadi bagian-bagian kecil yang pipih.
 6. Untuk tanah lempung yang padat diperlukan tekanan gelengan yang lebih besar, terutama pada kondisi mendekati batas plastisnya, tanah tersebut digeleng hingga retak pada serangkaian bagian panjang dengan diameter 3 mm, dan masing-masing panjang sekitar 6 mm sampai dengan 9 mm. Teknisi

sebaiknya tidak berusaha dengan sengaja untuk menimbulkan retakan saat tepat diameter 3 mm, tetapi hanya membiarkan tanah gelengan mendekati diameter 3 mm, kemudian mengurangi kecepatan gelengan atau tekanan tangan ataupun keduanya, dan melanjutkan penggelengan tanpa melakukan perubahan bentuk lagi hingga tanah gelengan retak. Untuk tanah beplastisitas rendah, diperbolehkan untuk mengurangi jumlah total perubahan bentuk dengan membuat diameter awal benda uji berbentuk bulat panjang mendekati diameter akhir sebesar 3 mm.

7. Kumpulkan/gabungkan bagian-bagian tanah yang retak dan masukan ke dalam cawan dan segera tutup cawan tersebut, kemudian timbang.

3.5.5 Analisis Saringan (*Sieve Analysis*) SNI 1968:1990

1. Benda uji direndam air hingga tertutup semua permukaan benda uji selama 24 jam.
2. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
3. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
4. Setiap tanah yang tertahan lalu ditimbang.

3.6 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

3.6.1 Pengujian Pemadatan SNI 1743:2008

1. Timbang massa cetakan dan keping alas dengan ketelitian 1 gram (B1) serta ukur diameter dalam dan tingginya dengan ketelitian 0,1 mm.
2. Pasang leher sambung pada cetakan dan keping alas, kemudian dikunci dan ditempatkan pada landasan dari beton dengan massa tidak kurang dari 100 kg yang diletakkan pada dasar yang stabil.
3. Ambil contoh uji yang akan dipadatkan, tuangkan ke dalam baki dan aduk sampai merata.
4. Padatkan contoh uji di dalam cetakan (dengan leher sambung) dalam 5 lapis dengan ketebalan yang sama sehingga ketebalan total setelah dipadatkan kira-kira 125 mm. Pemadatan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. untuk lapis 1, isi contoh uji ke dalam cetakan dengan jumlah yang sedikit melebihi $\frac{1}{5}$ dari ketebalan padat total, sebarkan secara merata dan ditekan sedikit dengan alat penumbuk atau alat lain yang serupa agar tidak lepas atau rata. Padatkan secara merata pada seluruh bagian permukaan contoh uji di dalam cetakan dengan menggunakan alat penumbuk massa 4,54 kg yang dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 457 mm di atas permukaan contoh uji tersebut sebanyak 25 kali.
 - b. lakukan pemadatan untuk lapis 2, lapis 3, lapis 4 dan lapis 5 dengan cara yang sama seperti untuk lapis 1.
5. Lepaskan leher sambung, potong kelebihan contoh uji yang telah dipadatkan dan ratakan permukaannya, sehingga betul-betul rata dengan permukaan cetakan.

6. Timbang massa cetakan yang berisi benda uji dan keping alasnya dengan ketelitian 1 gram (B2).
7. Buka keping alas dan keluarkan benda uji dari dalam cetakan menggunakan alat pengeluar benda uji (extruder). Belah benda uji secara vertikal menjadi 2 bagian yang sama, kemudian ambil sejumlah contoh yang mewakili dari salah satu bagian untuk pengujian kadar air, sesuai SNI 03-1965-1990.
8. Pecahkan benda uji sampai secara visual lolos saringan 19,00 mm dan 90% gumpalan tanah lolos saringan No.4 (4,75 mm), kemudian campurkan dengan sisa contoh uji di dalam baki. Tambahkan air secukupnya sehingga kadar airnya meningkat 1% sampai dengan 3% dari kadar air benda uji pertama, kemudian diaduk sampai merata.
9. Ulangi langkah-langkah beberapa kali sampai massa benda uji berkurang atau tetap.

3.6.2 CBR Test SNI 03-1744-2012

Pada pengujian CBR ini merupakan pengujian CBR terendam (*soaked*).

Tahap pengujian CBR, antara lain :

1. Penyiapan benda uji dengan menimbang 5 kg tanah kering serta ditambahkan dengan campuran variasi *gypsum* masing-masing sesuai dengan yang ditetapkan yaitu 0%, 5%, 7% dan 9%.
2. Tanah beserta campuran *gypsum* dimasukkan kedalam plastik lalu dilakukan pemeraman selama 7 dan 14 hari
3. Campuran tanah dimasukan pada cetakan CBR pada keping alas, dikunci dan ditimbang sampai 5 g terdekat. Masukkan keping pemisah ke dalam cetakan

dan pasang kertas filter kasar pada permukaan keping pemisah. Pasang leher sambung pada permukaan cetakan dan dikunci pada batang/tangkai dari keping alas.

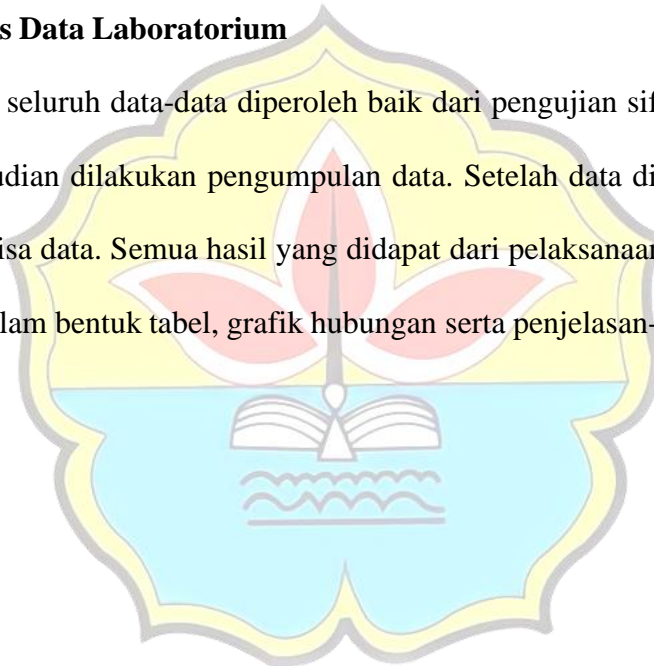
4. Padatkan contoh uji pertama dari tiga contoh uji di dalam cetakan, dengan pola pemadatan sesuai SNI 1742:2008 atau SNI 1743:2008, sebagai berikut:
 - a. Jika densitas kering maksimum ditentukan sesuai SNI 1742:2008, pemadatan dilakukan dalam tiga lapis yang sama, setiap lapis 10 tumbukan, menggunakan alat penumbuk yang sesuai untuk mendapatkan ketebalan padat total sekitar 125 mm.
 - b. Jika densitas kering maksimum ditentukan sesuai SNI 1743:2008, pemadatan dilakukan dalam lima lapis yang sama, setiap lapis 10 tumbukan, menggunakan alat penumbuk yang sesuai untuk mendapatkan ketebalan padat total sekitar 125 mm.
- Pemadatan setiap lapis dengan jumlah tumbukan paling sedikit dimaksudkan untuk mendapatkan densitas kering ≤ 95 % densitas kering maksimum.
5. Tentukan kadar air material yang dipadatkan (kadar air sebelum direndam). Massa contoh kadar air minimum 100 g untuk material berbutir halus dan 500 g untuk material berbutir kasar. Penentuan kadar air harus dilakukan sesuai SNI 1965:2008.
 6. Buka leher sambung, potong kelebihan benda uji dengan pisau pemotong dan ratakan permukaannya sampai rata dengan permukaan cetakan menggunakan alat perata. Permukaan yang tidak beraturan atau berlubang harus diisi dengan material halus, kemudian dipadatkan dan diratakan.

7. Keluarkan keping pemisah dari dalam cetakan, pasang kertas filter kasar di atas keping alas berlubang banyak, kemudian cetakan berisi benda uji yang telah dibalik dan tempatkan di atas kertas filter sehingga benda uji yang telah dipadatkan terletak di atas kertas filter. Pasang keping alas berlubang banyak pada cetakan dan kemudian pasang leher sambung dan dikunci. Timbang cetakan berisi benda uji (untuk menentukan massa benda uji) sampai 5 g terdekat.
8. Dilanjutkan perendaman dengan Pasang leher sambung pada permukaan cetakan dan dikunci pada batang/tangkai keping alas (jika diperlukan). Pasang keping pengembangan dengan batang atau tangkai pengatur di atas benda uji di dalam cetakan dan pasang keping beban untuk menghasilkan intensitas pembebanan yang sama dengan massa lapis materialperkerasan di atas material yang diuji. Massa total keping beban minimum 4,54 kg (ekuivalen dengan tebal perkerasan sekitar 150 mm). Jika massa keping beban ditingkatkan, peningkatan harus dilakukan setiap $(2,27 \pm 0,04)$ kg.
9. Pasang kaki tiga dengan arlorji ukur pengembangan pada permukaan cetakan atau leher sambung (jika digunakan), atur dan tentukan pembacaan awalnya
10. Masukkan cetakan berisi benda uji ke dalam air dan biarkan air meresap atau masuk secara bebas dari permukaan dan dasar benda uji. Selama perendaman, pertahankan permukaan air di dalam cetakan dan bak perendaman sekitar 25 mm di atas permukaan benda uji. Rendam benda uji sekitar 96 jam (4 hari).

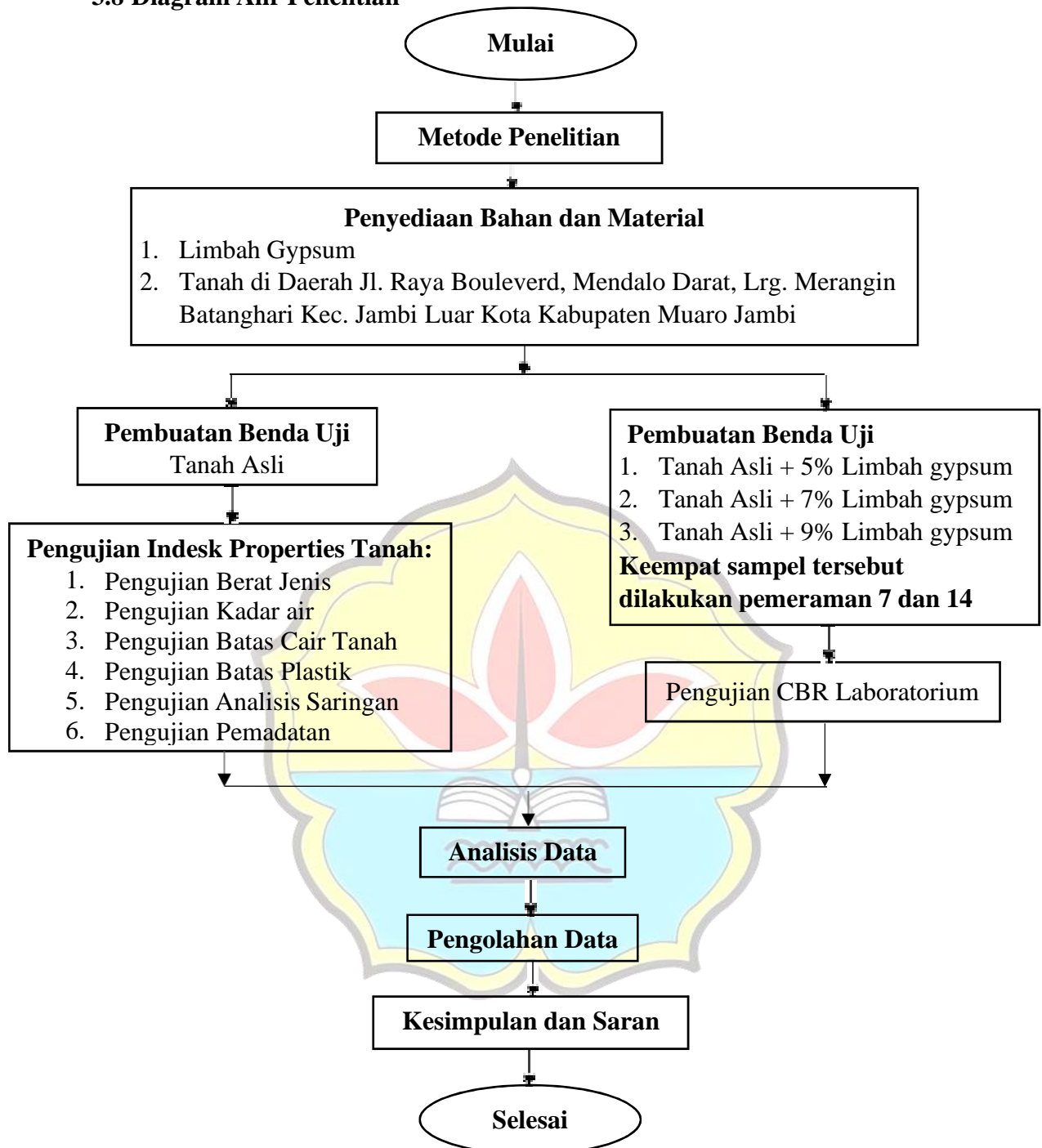
11. Setelah perendaman selama 96 jam, tentukan pembacaan akhir arloji pengembangan dan hitung pengembangan, dinyatakan sebagai persentase tinggi benda uji awal.
12. Keluarkan benda uji dari bak perendam, tuangkan air dari permukaan benda uji dan biarkan selama 15 menit. Lakukan secara hati-hati, permukaan benda uji tidak boleh terganggu selama penuangan air. Setelah air dituangkan, keluarkan keping beban beserta keping berlubang banyak.

3.7 Analisis Data Laboratorium

Setelah seluruh data-data diperoleh baik dari pengujian sifat fisik dan sifat mekanis, kemudian dilakukan pengumpulan data. Setelah data dikumpulkan, lalu dilakukan analisa data. Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan.



3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Data Olahan (2022)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanis Tanah

Sampel tanah diambil dari Jl. Raya Boulevard, Mendalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi. Penelitian ini menghasilkan data pengaruh penambahan limbah *gypsum* sebesar 5%, 7%, dan 9% dari berat tanah kering terhadap sifat fisik dan sifat mekanis tanah. Pengujian laboratorium untuk mengetahui sifat mekanis tanah yang dicampurkan dengan campuran limbah *gypsum* melalui cara pemeraman dalam plastik selama 7 dan 14 hari lalu dilakukan perendaman selama 4 hari.

Untuk menentukan klasifikasi tanah tersebut dilakukan pengujian karakteristik sifat fisik tanah dilaboratorium yang meliputi pengujian berat jenis tanah (*specific gravity test*), kadar air (*water content*), konsistensi *atterberg*, analisa saringan (*grain analysis*), percobaan pemadatan (*compaction test*) dan CBR (*California Bearing Ratio*). Hasil pengujian terhadap sampel tanah tersebut disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

NO	JENIS PENGUJIAN	UKURAN SARINGAN	HASIL TES
1	ANALISA SARINGAN (% Lolos)	2"	100,00
		1"	100,00
		3/8	96,77
		# 4	94,60
		# 10	89,21
		# 40	86,33
		# 200	81,93
2	ATT. LIMITS (%)	BATAS CAIR (LL)	90,01
		BATAS PLASTIS (PL)	37,50
		INDEKS PLASTISITAS (PI)	52,51
3	KADAR AIR OPTIMUM / OMC (%)		24,75
4	BERAT ISI KERING, MDD (t/m ³)		1,456
5	BERAT JENIS / G _s		2,43
6	KADAR AIR TANAH ASLI (%)		17,50
7	C B R (%)	100 % MDD	1,62
		95 % MDD	1,93
8	KLASIFIKASI TANAH BERDASARKAN <i>USCS</i>		CH Lempung Inorganik

Sumber : Data Olahan (2022)

Berdasarkan Tabel 4.1 data hasil penelitian tanah asli dikategorikan sebagai tanah Lempung Inorganik (CH), hal ini didasarkan dengan Tabel 2.1 dengan Batas Cair (LL) 90,01% , Indeks Plastisitas (PI) 52,51% dan nilai CBR 1,62%.

4.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung

4.2.1 Analisa Saringan

Analisis saringan dilakukan dengan menggunakan satu set saringan yang disusun sesuai standar SNI 1968:1990. Pada penelitian ini dilakukan pengujian analisa saringan untuk mendapatkan nilai gradasi taah untuk klasifikasi tanah. Analisa saringan merupakan analisis yang dilakukan untuk mendapatkan gradasi dari butir tanah (distribusi ukuran butir), yaitu dengan menggetarkan contoh tanah kering melalui satu set saringan dengan ukuran diameter lubang ayakan yang berbeda-beda disusun berurutan dari atas kebawah dengan ukuran diameter ayakan yang paling besar ke yang paling kecil. Dalam penelitian ini pengujian analisis saringan mengacu pada SNI 3423:2008. Hasil analisa saringan tanah tersebut dapat dilihat ditabel 4.2.

Tabel. 4.2 Hasil Analisa Saringan

Nomor Saringan	Diameter Butir (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif Lolos (%)
2 in.	50,4	0,00	0,00	0,00	100,00
1 in.	25,2	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 in.	9,5	8,41	8,41	3,23	96,77
No. 4	4,8	5,63	14,04	5,40	94,60
No. 10	2,0	14,02	28,06	10,79	89,21
No. 40	0,425	7,49	35,55	13,67	86,33
No. 200	0,075	11,43	46,98	18,07	81,93

Sumber: Data Olahan (2022)

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk saringan No.4 :

Diketahui bahwa Berat contoh tanah kering 260 gram

$$\% \text{berat tanah tertahan} = \frac{\text{jumlah kumulatif berat tertahan}}{\text{total berat tanah kering}} \times 100\%$$

$$\text{saringan no. 4} = \frac{14,04}{260} \times 100\%$$

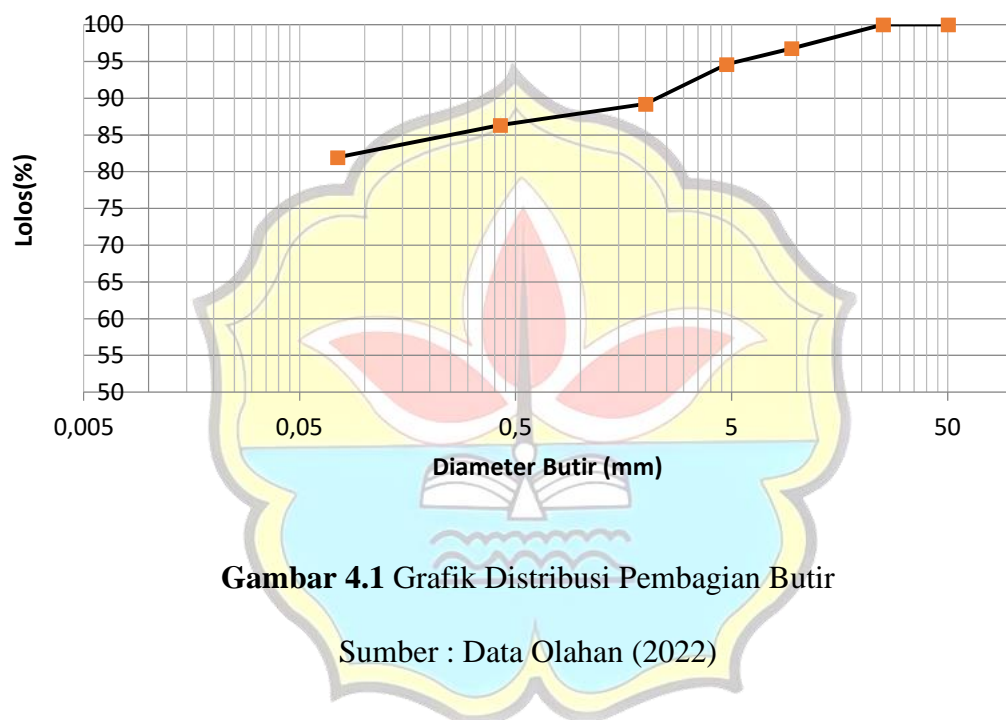
$$= 5,40\%$$

$\% \text{berat tanah lolos} = 100\% - \% \text{berat tanah tertahan}$

Saringan No. 4 = $100\% - 5,40\%$

= 94,60%

Kurva persentase lolos terhadap diameter saringan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Dari hasil pengujian pada gambar 4.1 dan tabel 4.2 yang lolos pada saringan No. 200 yaitu sebesar 81,93%. Berdasarkan klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*), tanah yang diklasifikasikan dalam kelompok lempung apabila tanah tersebut lolos saringan No. 200 lebih dari 50%.

4.2.2 Pengujian Atterberg Limit

Pengujian untuk menentukan batas-batas *Atterberg* adalah dengan beberapa pengujian yaitu seperti pengujian batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas. Sedangkan untuk indeks plastisitas diperoleh dari hasil selisih batas cair dan batas plastis yang telah didapatkan.

Adapun data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3.

1. Pengujian Batas Cair

Berikut adalah tabel data hasil pengujian batas cair (*LL*) pada tanah lempung:

Tabel 4.3 Pengujian Batas Cair pada Tanah Lempung

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
Jumlah Pukulan	33	28	23	18
Berat cawan + tanah basah (gr)	15,71	18,00	21,34	23,86
Berat cawan + tanah kering (gr)	12,43	13,57	15,29	16,47
Berat air (gr)	3,28	4,43	6,05	7,39
Berat cawan kosong (gr)	8,48	8,68	8,80	8,57
Berat tanah kering (gr)	3,95	4,89	6,49	7,90
Kadar air (%)	83,04	90,59	93,22	93,54

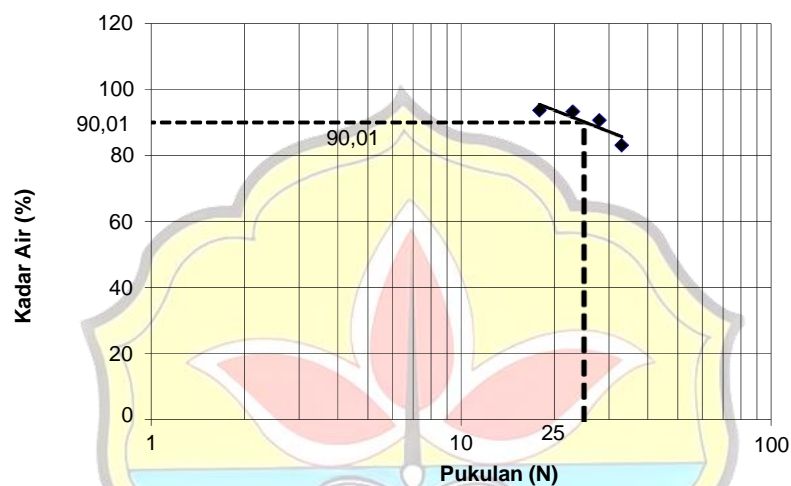
Sumber : Data Olahan (2022)

Berikut ini adalah contoh perhitungan kadar air (Sampel 1-33 Pukulan)

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air} &= \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\% \\
 &= \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100\% \\
 &= \frac{15,71 - 12,43}{12,43 - 8,48} \times 100\% \\
 &= 83,04\%
 \end{aligned}$$

Dari table 4.3 pengujian batas cair dilakukan percobaan beberapa kali dengan kadar air yang berbeda dengan jumlah pukulan berkisar 15-35. Kemudian hubungan kadar air dengan jumlah pukulan digambarkan dalam grafik untuk menentukan kadar air pada 25 pukulan untuk mendapatkan nilai batas cair. Adapun hasil plot grafik dapat dilihat pada gambar 4.2.

Berikut adalah grafik hasil pengujian batas cair (*LL*) pada tanah lempung:



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair

Sumber: Data Olahan (2022)

Dari gambar 4.2 menunjukkan hubungan jumlah pukulan dan kadar air yang didapat hasil nilai batas cair sebesar 90,01%.

2. Pengujian Batas Plastis

Berikut adalah tabel hasil pengujian batas plastis (*PL*) pada tanah lempung:

Tabel 4.4 Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung

Uraian	Sampel 1	Sampel 2
Berat cawan + tanah basah (gr)	12,47	12,56

Berat cawan + tanah kering (gr)	11,38	11,40
Berat air (gr)	1,09	1,16
Berat cawan kosong (gr)	8,48	8,30
Berat tanah kering (gr)	2,90	3,10
Kadar air (%)	37,59	37,42
Kadar air rata-rata (%)	37,50	

Sumber : Data Olahan (2022)

Berikut adalah contoh perhitungan kadar air lapangan (Sampel 1)

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air} &= \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\% \\
 &= \frac{W1 - W2}{W2 - W3} \times 100\% \\
 &= \frac{12,47 - 11,38}{11,38 - 8,48} \times 100\% \\
 &= 37,59\%
 \end{aligned}$$

Dari tabel 4.4 pengujian batas plastis didapat kadar air rata-rata sebesar 37,50%.

3. Indeks Plastisitas

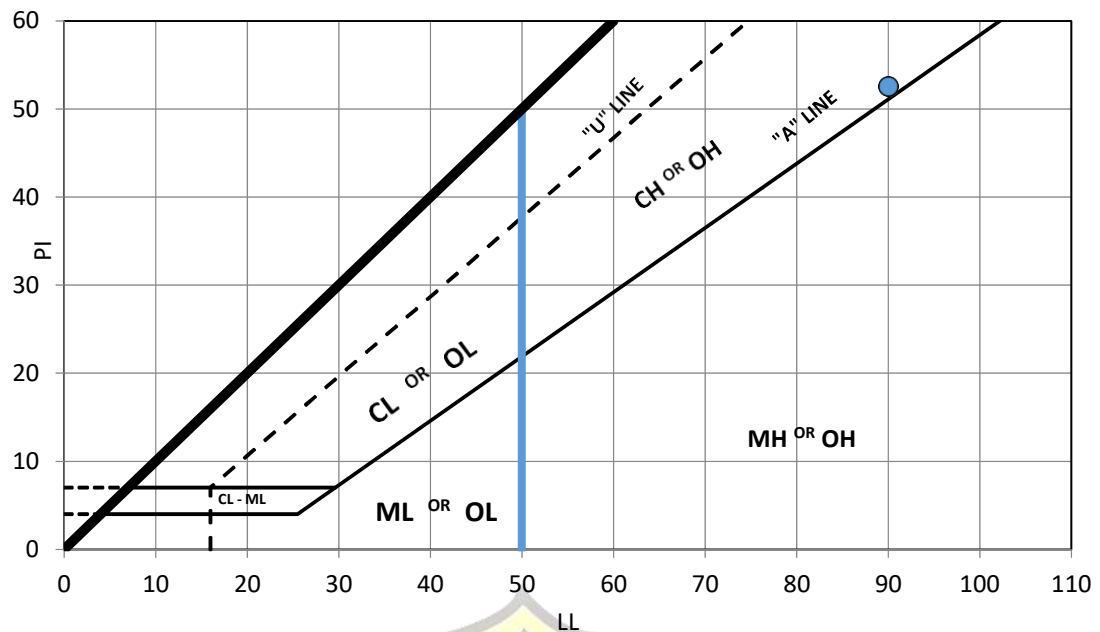
Berikut adalah tabel data hasil pengujian *Atterberg* pada tanah lempung:

Tabel 4.5 Pemeriksaan Batas-batas *Atterberg*

Jenis Tanah	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastisitas
Tanah Lempung	90,01%	37,50%	52,51%

Sumber : Data Olahan (2022)

Dari hasil tabel 4.5 diperoleh batas cair (*LL*) sebesar 90,01% dan untuk nilai batas plastis (*PL*) sebesar 37,50%. Sedangkan untuk nilai indeks plastisitas pada tanah lempung sebesar 52,51%.



Gambar 4.3 Plot Grafik Batas Cair dan Indeks Plastisitas

Sumber : Data Olahan (2022)

4.2.4 Berat Jenis

Berat jenis tanah merupakan perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air destilasi udara terhadap volume yang sama pada temperature tertentu. Pengujian berat jenis tanah dimaksudkan untuk mendapatkan data berat jenis tanah yang selanjutnya akan digunakan dalam penentuan parameter berat volume tanah (γ). Hasil perhitungan berat jenis disajikan pada Lampiran 5 dan data hasil pengujian berat jenis tanah disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Berat Jenis

Uraian	Kode	Sampel 1	Sampel 2
Temperatur (°C)		25	25
Faktor koreksi temperatur terhadap suhu	K	0,99884	0,99884
Berat Pikhnometer Kosong (gram)	W1	52,66	46,08
Berat Pikhnometer + Contoh Tanah (gram)	W2	62,300	64,130
Berat Pikhnometer + Contoh Tanah + Air (gram)	W3	156,950	157,540
Berat Pikhnometer + Air (gram)	W4	151,26	146,95
Volume Contoh Tanah (W2-W1)+(W4-W3)		3,95	7,46
Berat Jenis = $\frac{(W2 - W1)}{(W2-W1)+(W4-W3)} \times K$		2,44	2,42
Berat Jenis rata-rata		2,43	

Sumber : Data Olahan (2022)

4.2.5 Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan berat air yang ada didalam tanah dengan berat tanah kering oven. Tujuan dilakukannya pengujian kadar air adalah untuk mengetahui kadar air pada tanah yang diuji. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengujian Kadar Air Tanah Lempung

Uraian	Kode	Sampel 1	Sampel 2
Berat Cawan kosong (gram)	W1	8,41	8,7
Berat Cawan + contoh tanah basah (gram)	W2	57,76	55,99
Berat Cawan + Berat contoh tanah kering (gram)	W3	50,3	49,05
Berat Air (gram)	W2 - W3	7,46	6,94
Berat Contoh tanah kering (gram)	W3 - W1	41,89	40,35
Kadar Air (%) = $\frac{(W2 - W3)}{(W3 - W1)} \times 100$		17,81	17,20
Kadar Air rata-rata		17,50	

Sumber : Data Olahan (2022)

Contoh salah satu perhitungan kadar air pertama:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

$$w = \frac{7,46}{41,89} \times 100\%$$

$$= 17,81\%$$

Nilai kadar air pada sampel kedua adalah 17,20%. Hasil dari kadar air rata-rata adalah sebesar 17,50%, hal ini menunjukkan kadar air tanah lempung Jl. Raya Boulevard, Mendalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi sebesar 17,50%.

4.3 Pengujian Sifat Mekanis Tanah Lempung

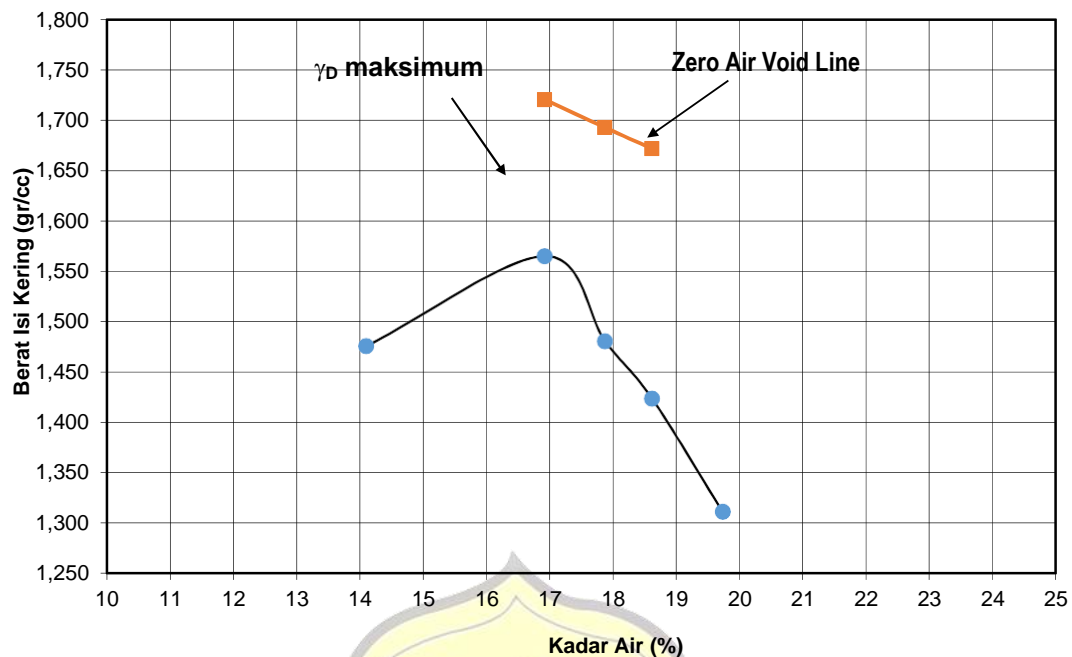
4.3.1 Pengujian Pemasatan Tanah Asli (*Compaction test*)

Dalam pengujian pemasatan tanah (*compaction test*) diperoleh hubungan antara kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Dalam pengujian ini peneliti menggunakan metode pengujian dengan uji pemasatan *Proctor Standard*. Hasil uji pemasatan *Proctor Standard* dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Pengujian Pemasatan Tanah

Uraian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Berat Isi Kering (gr/cm ³)	1,475	1,564	1,480	1,424	1,312
Kadar air (%)	14,10	16,92	17,87	18,61	19,73

Sumber: Data Olahan (2022)



Gambar 4.4 Kurva Kepadatan Tanah

Sumber: Data Olahan (2022)

Pada Gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara nilai berat isi kering dengan kadar air. Tanah yang digunakan tidak dicampur dengan bahan stabilisator. Dari hasil uji pemadatan tanah yang telah dilakukan pada tanah asli diperoleh nilai berat isi kering optimum tanah sebesar 1,564 gr/cm³.

4.3.2 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian CBR bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara beban beban penetrasi tanah asli dari lokasi Jl. Raya Boulevard, Mendalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi dicampur dengan limbah *gypsum*.

Pengujian CBR ini merupakan pengujian CBR Rendaman (*soaked*), dengan mengetahui besarnya nilai CBR maka dapat diketahui besar kuat dukung

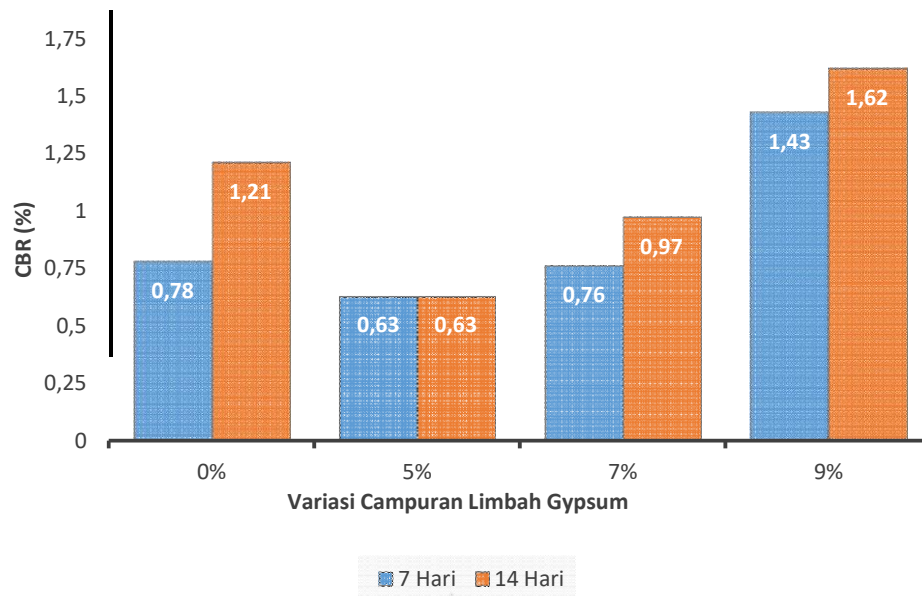
tanah. Besarnya nilai kuat dukung tanah akan dipengaruhi oleh kualitas bahan, lekatan antar butir dan kepadatannya. Hasil pengujian CBR yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan pada Gambar 4.5 ditunjukkan grafik nilai CBR untuk setiap variasi.

Tabel 4.9 Hasil Uji CBR Tanah dengan Variasi Campuran Limbah *Gypsum*

Sampel	Pemeraman	Berat Kering Maks 95%	CBR
Tanah Asli	7 Hari	1,448	0,78
Tanah Asli + 5% Limbah <i>Gypsum</i>	7 Hari	1,412	0,63
Tanah Asli + 7% Limbah <i>Gypsum</i>	7 Hari	1,400	0,76
Tanah Asli + 9% Limbah <i>Gypsum</i>	7 Hari	1,472	1,43
Tanah Asli	14 Hari	1,407	1,21
Tanah Asli + 5% Limbah <i>Gypsum</i>	14 Hari	1,370	0,63
Tanah Asli + 7% Limbah <i>Gypsum</i>	14 Hari	1,400	0,97
Tanah Asli + 9% Limbah <i>Gypsum</i>	14 Hari	1,387	1,62

Sumber: Data Olahan (2022)

Dari hasil pengujian diperoleh nilai CBR terbesar pada penambahan 9% limbah *gypsum* dengan pemeraman selama 14 hari yaitu sebesar 1,62%.



Gambar 4.5 Grafik Pengujian CBR Limbah *Gypsum*

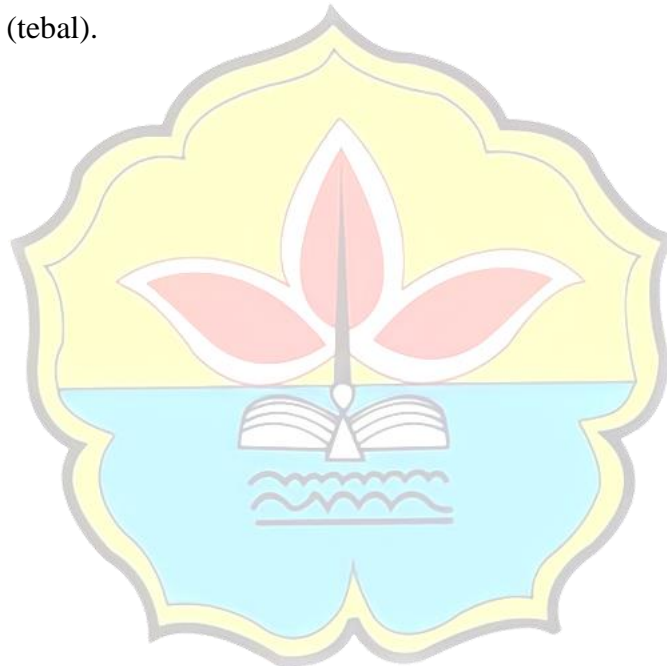
Sumber : Data Olahan (2022)

Semakin keras suatu material, semakin tinggi nilai CBRnya. Demikian pula dengan jenis tanah, berkait dengan sifat butirannya, yaitu tanah berbutir kasar memiliki nilai CBR lebih besar dibanding berbutir halus. Berdasarkan Tabel 2.1 dapat dilihat bahwa jenis tanah pada klasifikasi USCS termasuk tanah lempung organik dengan nilai CBR <5.

Dari Uji Laboratorium didapat Nilai maksimal CBR 1,62%, termasuk kategori “buruk” untuk lapisan tanah dasar (subgrade), untuk mencapai nilai CBR 5 sampai dengan 10 dengan kategori “sedang” perlu dilakukan penambahan persentase pencampuran limbah *gypsum* atau dengan mengganti lapisan tanah ber CBR rendah dengan kualitas tanah yang lebih baik dari sumber lain.

Menurut Barnas (2015), Dalam pelaksanaan di lapangan biasanya untuk mendisain tebal perkerasan sering diambil nilai CBR terendah dari nilai CBR

yang dihasilkan dari beberapa benda uji dan biasa diambil dari benda uji soaked. Pengambilan nilai tersebut dengan asumsi bahwa saat terjadinya hujan atau genangan air hujan, akan menyebabkan lapisan tanah dasar terendam oleh air sehingga daya dukung tanah dasar (nilai CBR) akan terjadi penurunan nilai. Penggunaan nilai CBR subgrade yang nilainya terkecil (pada perencanaan tebal perkerasan) dari beberapa sampel hasil pengujian laboratorium bertujuan agar kekuatan konstruksi jalan menjadi aman dari beban yang berkerja pada jalan tersebut nantinya. Jika nilai CBR kecil akan menghasilkan lapis tebal perkerasan semakin besar (tebal).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Karakteristik tanah lempung didaerah Jl. Raya Boulevard, Mendalo Darat, Lrg. Merangin Batanghari Kec. Jambi Luar Kota Kabupaten Muaro Jambi adalah tergolong sebagai tanah Lempung Inorganik/organik (CH/OH) dengan nilai batas cair (LL) 90,01% dan indeks plastisitas (PI) 52,51% menurut klasifikasi tanah USCS dengan kriteria Altmeyer tanah ekspansif *Very High*.
2. Hasil nilai CBR untuk komposisi tanah lempung dengan campuran limbah *gypsum* 5% untuk pemeraman 7 hari dan 14 hari dengan nilai CBR 0,63% dan untuk campuran limbah *gypsum* 7% untuk pemeraman 7 hari didapat nilai CBR 0,76% sedangkan untuk pemeraman 14 hari didapat nilai CBR 0,97% lebih kecil dibandingkan komposisi 0% dengan pemeraman 7 hari 0,78% dan pada pemeraman 14 hari 1,21%. Namun mengalami peningkatan pada komposisi campuran 9% pada pemeraman 7 dan 14 hari dengan nilai CBR 1,43% dan 1,62%.
3. Pengaruh pemeraman (*curing*) pada komposisi tanah lempung dengan campuran 0%, 7% dan 9% meningkat sesuai bertambahnya umur pemeraman (*curing*). Namun berbeda pada komposisi campuran 5% umur pemeraman (*curing*) tidak berpengaruh.

5.2 Saran

Dengan selesainya penelitian Tugas Akhir ini, maka penulis perlu kiranya memberikan saran sebagai berikut:

1. Diperlukan pemahaman yang komprehensif atas hasil uji tanah yang dilakukan terkait dengan penggunaannya sebagai tanah lapis pondasi.
2. Dari hasil pengujian didapat nilai CBR yang termasuk kategori buruk, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencapai nilai CBR 5 sampai dengan 10 dengan kategori sedang perlu dilakukan penambahan persentase pencampuran limbah *gypsum*
3. Diperlukan pengujian komposisi campuran limbah *gypsum* diatas 9% dari tanah kering serta dapat dilakukan pengujian dengan penambahan campuran material lain yang dapat meningkatkan nilai CBR.
4. Diperlukan pengujian pada limbah *gypsum* untuk mengetahui lebih lanjut tentang karakteristik dari bahan stabilisator.
5. Diharapkan untuk melakukan proses pengujian CBR berdasarkan SNI 03-1744-2012 yang telah di tetapkan.
6. Disarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan pemeraman setelah benda uji dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, T.F. 2007. Perbandingan Hasil Stabilisasi Dengan Fly Ash dan Semen Pada Tanah Ekspansif Cikampek. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol 7 (2):131-143.
- Aribudiman, I.N., Putra, T.G & Basoka, I.W.A. (2017). Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Yang Ditambahkan Semen dan Abu Sekam Padi Sebagai Subgrade Jalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 8(2), 113-121.
- ASTM D 2487. (2006). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. USA: ASTM International.
- Auditia, B. A., & Rendih. 2018. Pengaruh Penggunaan Bubuk Gypsum Sebagai Filler Dalam Campuran Aspal. *Teknik Dan Ilmu Komputer*. Vol 07(26): 149–155.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *Standar Nasional Indonesia 1968:1990 Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia 1742:2008 Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia 1964:2008 Uji Berat Jenis Tanah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia 1965:2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah Dan Batuandi Laboratorium*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia 1967:2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia 3423-2008 Cara uji analisis ukuran butir tanah* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia SNI 1743:2008 Cara Uji Kepadatan Berat Untuk Tanah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Standar Nasional Indonesia 1738:2011 Cara uji CBR (California Bearing Ratio) Lapangan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Standar Nasional Indonesia SNI 1744:2012 Metode Uji CBR Laboratorium*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Bowles, J. E., & Johan K.H. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. Jakarta: Erlangga.

Budi, G.G. 2011. *Pengujian Tanah Di Laboratorium*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

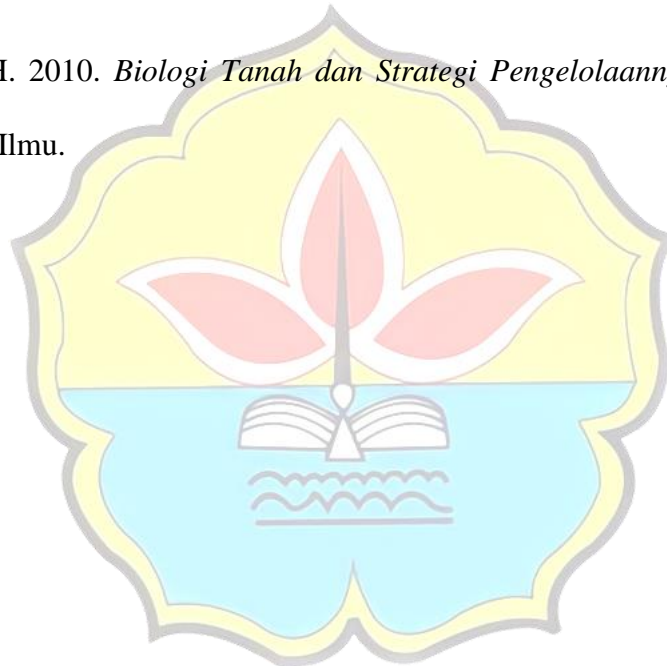
- Christanto Andi dan W. Ibnu. 2005. Perbandingan Antara Penggunaan Filler Limbah Gypsum dan Semen Portland Pada Karakteristik Marshall dan Nilai Kohesi Campuran beton Aspal. Skripsi Universitas Islam Indonesia.
- Darusman, D.H. 2006. *Tinjauan Ekonomi Hutan Rakyat*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Das, B.M. (1991). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga,
- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. Pedoman Perencanaan stabilisasi tanah dengan bahan serbuk pengikat untuk konstruksi jalan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Gunarso, A, R. Nuprayogi, W. Partono dan B. Pardoyo. 2017. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran NaOH 7,5%. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. Vol 6(2): 238-245.
- Hardiyatmo, H.C. (2017). *Mekanika Tanah I, Edisi keempat*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ibnu, S. (2006). Studi Eksperimen Pengaruh Pencampuran Serbuk Batu Bara dan Serbuk Gypsum Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung Dengan Metode Meyehof. *Logika*, 3(2), 17-29.

- Maryati. 2016. Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum Dengan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. *Jurnal Fropil*. Vol 4 (1): 49-64.
- Muntohar, A.S & Hantoro, B. (2001). Penggunaan Abu Sekam Sebagai Campuran Kapur Untuk Stabilisasi Tanah. *Thesis*. ITB.
- Pah, J.J.S., R.A. Bella., dan R.H Jati. 2010. Pengaruh Waktu dan Tempat Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Tanah. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol 3 (2). 189-204.
- Panguriseng, D. 2001. Stabilisasi Tanah. Makassar: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar.
- Panguriseng, D. 2017. Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah. Yogyakarta: Pustaka AQ.
- Rama, I.K., Mina, E & Fakhri, N. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Memanfaatkan Limbah *Gypsum* dan Pengaruhnya Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR). *Jurnal Fondasi*, 7(1), 22-31.
- Ramadhan, M., Budiono & Artiningsih, T.P. (2018). Pengaruh Proses Curing Dengan Cara Perendaman Dalam Mendidih Terhadap Beton Reaktif Semen. *Skripsi*. Universitas Pakuan.
- Suryolelono, K.B. (1999). Potensi Variasi Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur Untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung. *Forum Teknik Sipil No. VIII/I*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil UGM.

Tobing, B.C.L., Suroso & Zaika, Y. (2014). Pengaruh Lama Waktu Curing Nilai CBR dan Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro Dengan Campuran 15% Fly Ash. *Journal of Civil Engineering Dimension*, 5(1), 20-30.

Vemmy, K., Zaika, Y & Harimurti. (2014). Pengaruh Penambahan Serbuk *Gypsum* Dengan Lamanya Waktu Pengeraman (*Curing*) Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro. *Jurnal Terpublikasi*.

Yuliprianto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.










TIME SCHEDULE TUGAS AKHIR

No	KEGIATAN	BULAN																																							
		Jun-21				Jul-21				Ags-21				Sep-21				Okt-21				Nov-21				Des-21				Jan-22				Feb-22				Mar-22			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Pengajuan Judul																																								
2	Penerbitan SK																																								
3	Penyusunan Proposal																																								
4	Seminar Proposal																																								
5	Perbaikan Setelah Seminar																																								
6	Penelitian																																								
7	Penyusunan TA																																								
8	Sidang TA																																								
9	Perbaikan Setelah Sidang																																								
10	Jilid TA																																								

Sumber: Data Olahan (2022)

DOKUMENTASI PENGUJIAN SIFAT FISIK DAN MEKANIS TANAH
LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN CAMPURAN LIMBAH GYPSUM

No.	Dokumentasi	Keterangan
1.		Pengujian Berat Jenis
2.		Pengujian Kadar Air
3.		Pengujian Batas Cair

		
4.		Pengujian Batas Plastis
5.		Pengujian Analisa Saringan
6.		Pengujian Proktor

7.



Pengujian
CBR



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

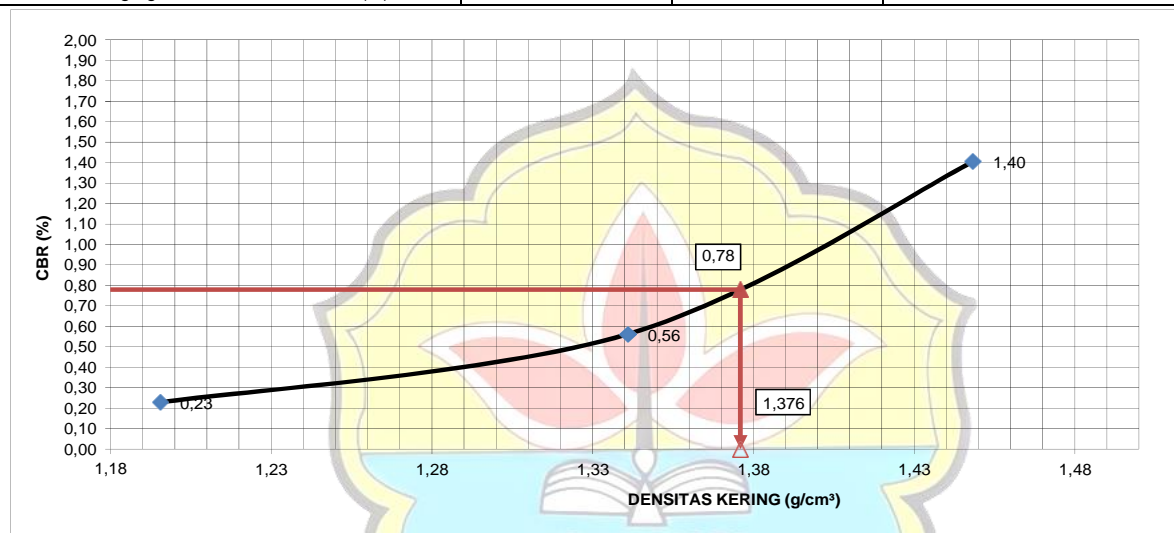
Judul :
Campuran : Tanah Asli
Pemeraman :

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,23	0,56	1,40
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,196	1,341	1,448



Cara Pemasakan		Modified	
Kadar air Optimum	(%)	27,21	
Densitas Kering Maksimum (γ _d maks)	(g/cm ³)	1,448	
Densitas Kering desain (95% γ _d maks)	(g/cm ³)	1,376	
CBR Desain	95% MDD	(%)	0,78
	100% MDD	(%)	1,40



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : Tanah Asli
Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

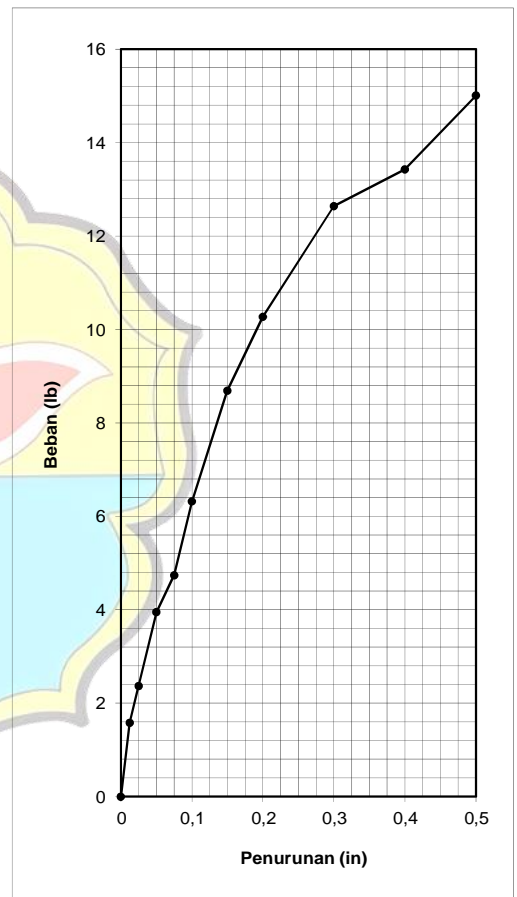
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : E	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.640	11.100
Berat Cetakan + Alas	7.100	7.100
Berat tanah basah	3.540	4.000
Isi cetakan	2.322	2.322
Densitas isi basah	1,52	1,72
Densitas isi kering	1,30	1,20

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	1		1,6	
1/2	0,025	1,5		2,4	
1	0,05	2,5		4,0	
1 1/2	0,075	3		4,7	
2	0,10	4		6,3	
3	0,15	5,5		8,7	
4	0,20	6,5		10,3	
6	0,30	8		12,6	
8	0,40	8,5		13,4	
10	0,50	9,5		15,0	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	BD
Tanah Basah + Cawan	50,85	17,32
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,67
A i r	6,13	2,65
Berat Cawan	8,48	8,66
Tanah Kering	36,24	6,01
Kadar Air	16,92	44,09

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
4,0 x 100	6,3 x 100
3000	3000
0,13 (%)	0,21 (%)
6,5 x 100	10,3 x 100
4500	4500
0,14 (%)	0,23 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : Tanah Asli
Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

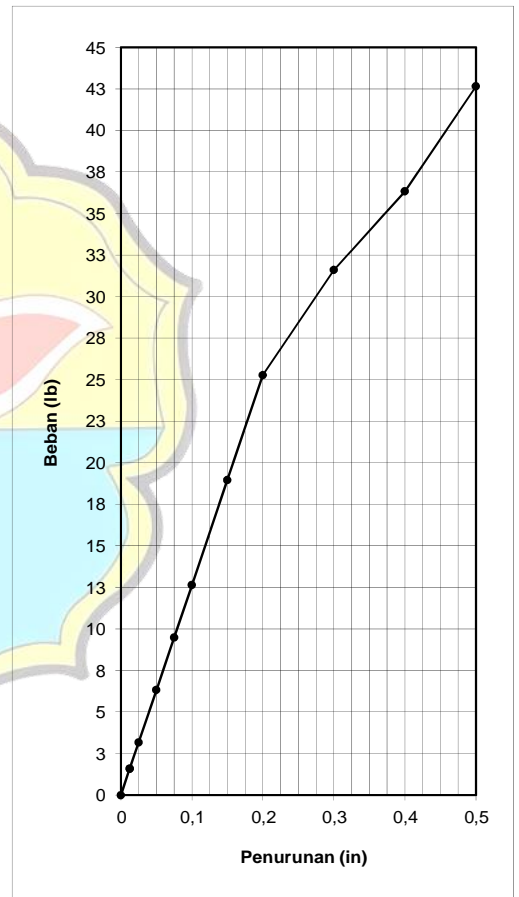
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : Y	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.650	11400
Berat Cetakan + Alas	6.970	6.970
Berat tanah basah	3.680	4430
Isi cetakan	2.268	2268
Densitas isi basah	1,62	1,95
Densitas isi kering	1,39	1,34

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	1		1,6	
1/2	0,025	2		3,2	
1	0,05	4		6,3	
1 1/2	0,075	6		9,5	
2	0,10	8		12,6	
3	0,15	12		19,0	
4	0,20	16		25,3	
6	0,30	20		31,6	
8	0,40	23		36,3	
10	0,50	27		42,7	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	X
Tanah Basah + Cawan	50,85	18,86
Tanah Kering + Cawan	44,72	15,65
A i r	6,13	3,21
Berat Cawan	8,48	8,62
Tanah Kering	36,24	7,03
Kadar Air	16,92	45,66

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
8,0 x 100	12,6 x 100
3000	3000
0,27 (%)	0,42 (%)
16,0 x 100	25,3 x 100
4500	4500
0,36 (%)	0,56 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
 Campuran : Tanah Asli
 Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
 Dihitung : Tri Koko Bernando.S
 Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

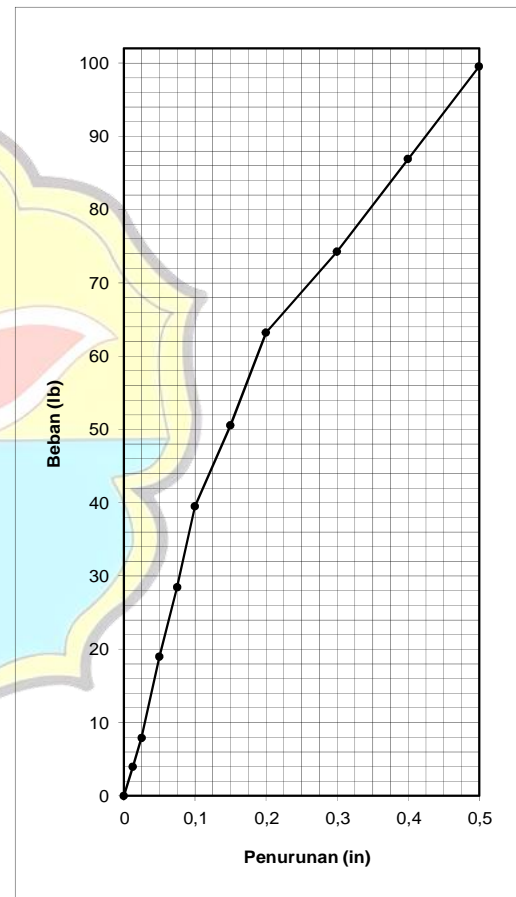
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 2	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.340	11.700
Berat Cetakan + Alas	7.040	7.040
Berat tanah basah	4.300	4.660
Isi cetakan	2.340	2.340
Densitas isi basah	1,84	1,99
Densitas isi kering	1,57	1,45

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	2,5		4,0	
1/2	0,025	5		7,9	
1	0,05	12		19,0	
1 1/2	0,075	18		28,4	
2	0,10	25		39,5	
3	0,15	32		50,6	
4	0,20	40		63,2	
6	0,30	47		74,3	
8	0,40	55		86,9	
10	0,50	63		99,5	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	VB
Tanah Basah + Cawan	50,85	18,33
Tanah Kering + Cawan	44,72	15,69
A i r	6,13	2,64
Berat Cawan	8,48	8,65
Tanah Kering	36,24	7,04
Kadar Air	16,92	37,50

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
25,0 x 100	39,5 x 100
3000	3000
0,83 (%)	1,32 (%)
40,0 x 100	63,2 x 100
4500	4500
0,89 (%)	1,40 (%)

Catatan : 3 x 65 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

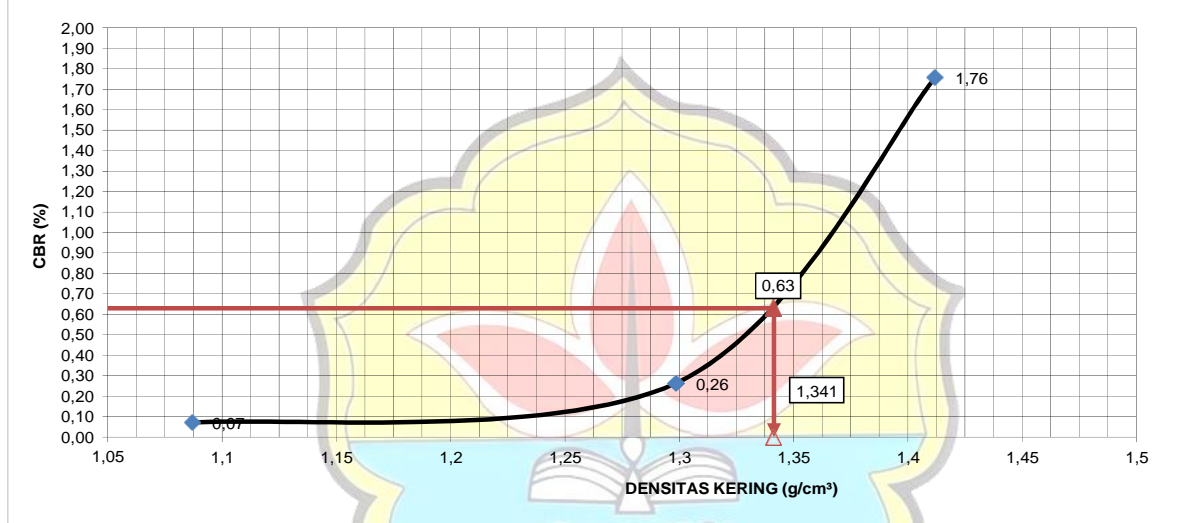
Judul :
Campuran :5% Limbah Gypsum
Pemeraman :7 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,07	0,26	1,76
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,087	1,299	1,412



Cara Pematatan		Modified
Kadar air Optimum	(%)	26,18
Densitas Kering Maksimum (γ_d maks)	(g/cm ³)	1,412
Densitas Kering desain (95% γ_d maks)	(g/cm ³)	1,341
CBR Desain	95% MDD (%)	0,63
	100% MDD (%)	1,76



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran :5% Limbah Gypsum
Pemeraman :7 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

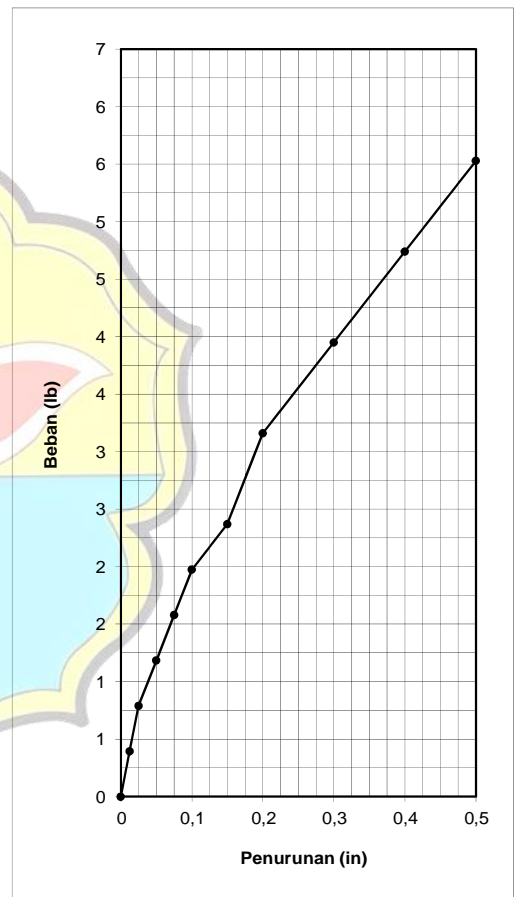
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : I	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.480	11.000
Berat Cetakan + Alas	7.140	7.140
Berat tanah basah	3.340	3.860
Isi cetakan	2.340	2.340
Densitas isi basah	1,43	1,65
Densitas isi kering	1,22	1,09

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	0,25		0,4	
1/2	0,025	0,5		0,8	
1	0,05	0,75		1,2	
1 1/2	0,075	1		1,6	
2	0,10	1,25		2,0	
3	0,15	1,5		2,4	
4	0,20	2		3,2	
6	0,30	2,5		4,0	
8	0,40	3		4,7	
10	0,50	3,5		5,5	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	AIB
Tanah Basah + Cawan	50,85	20,71
Tanah Kering + Cawan	44,72	16,61
A i r	6,13	4,10
Berat Cawan	8,48	8,69
Tanah Kering	36,24	7,92
Kadar Air	16,92	51,77

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
1,25 x 100	2,0 x 100
3000	3000
0,04 (%)	0,07 (%)
2,00 x 100	3,2 x 100
4500	4500
0,04 (%)	0,07 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran :5% Limbah Gypsum
Pemeraman :7 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

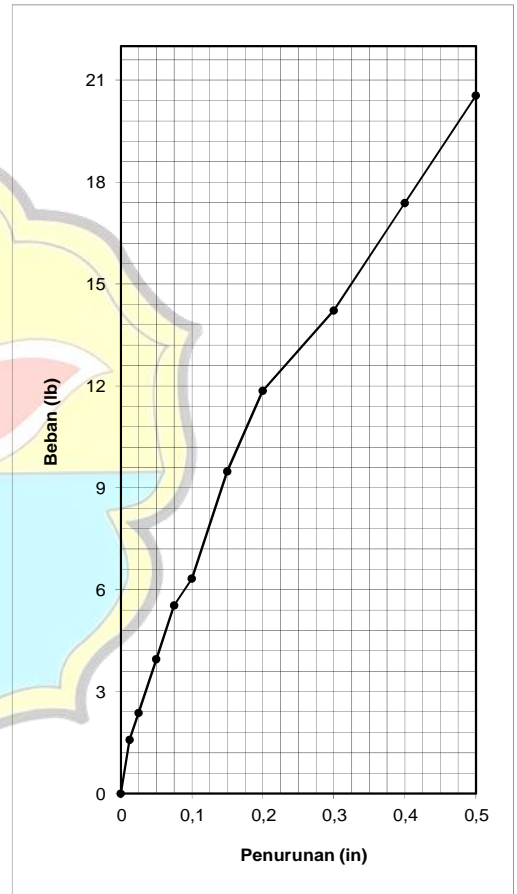
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : C	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.060	11.520
Berat Cetakan + Alas	7.200	7.200
Berat tanah basah	3.860	4.320
Isi cetakan	2.298	2.298
Densitas isi basah	1,68	1,88
Densitas isi kering	1,44	1,30

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	1		1,6	
1/2	0,025	1,5		2,4	
1	0,05	2,5		4,0	
1 1/2	0,075	3,5		5,5	
2	0,10	4		6,3	
3	0,15	6		9,5	
4	0,20	7,5		11,9	
6	0,30	9		14,2	
8	0,40	11		17,4	
10	0,50	13		20,5	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	IDI
Tanah Basah + Cawan	50,85	22,20
Tanah Kering + Cawan	44,72	18,01
A i r	6,13	4,19
Berat Cawan	8,48	8,65
Tanah Kering	36,24	9,36
Kadar Air	16,92	44,76

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
4,0 x 100	6,3 x 100
3000	3000
0,13 (%)	0,21 (%)
7,5 x 100	11,9 x 100
4500	4500
0,17 (%)	0,26 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
 Campuran : 5% Limbah Gypsum
 Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
 Dihitung : Tri Koko Bernando.S
 Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

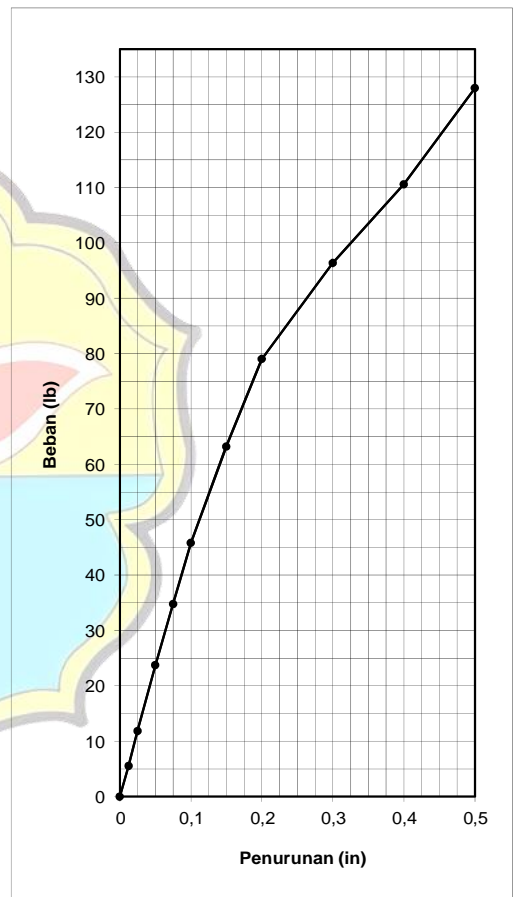
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : Z	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.440	11.660
Berat Cetakan + Alas	7.290	7.290
Berat tanah basah	4.150	4.370
Isi cetakan	2.285	2.285
Densitas isi basah	1,82	1,91
Densitas isi kering	1,55	1,41

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	3,5		5,5	
1/2	0,025	7,5		11,9	
1	0,05	15		23,7	
1 1/2	0,075	22		34,8	
2	0,10	29		45,8	
3	0,15	40		63,2	
4	0,20	50		79,0	
6	0,30	61		96,4	
8	0,40	70		110,6	
10	0,50	81		128,0	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	KL
Tanah Basah + Cawan	50,85	21,47
Tanah Kering + Cawan	44,72	18,06
A i r	6,13	3,41
Berat Cawan	8,48	8,44
Tanah Kering	36,24	9,62
Kadar Air	16,92	35,45

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
29,0 x 100	45,8 x 100
3000	3000
0,97 (%)	1,53 (%)
50,0 x 100	79,0 x 100
4500	4500
1,1 (%)	1,76 (%)

Catatan : 3 x 65 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

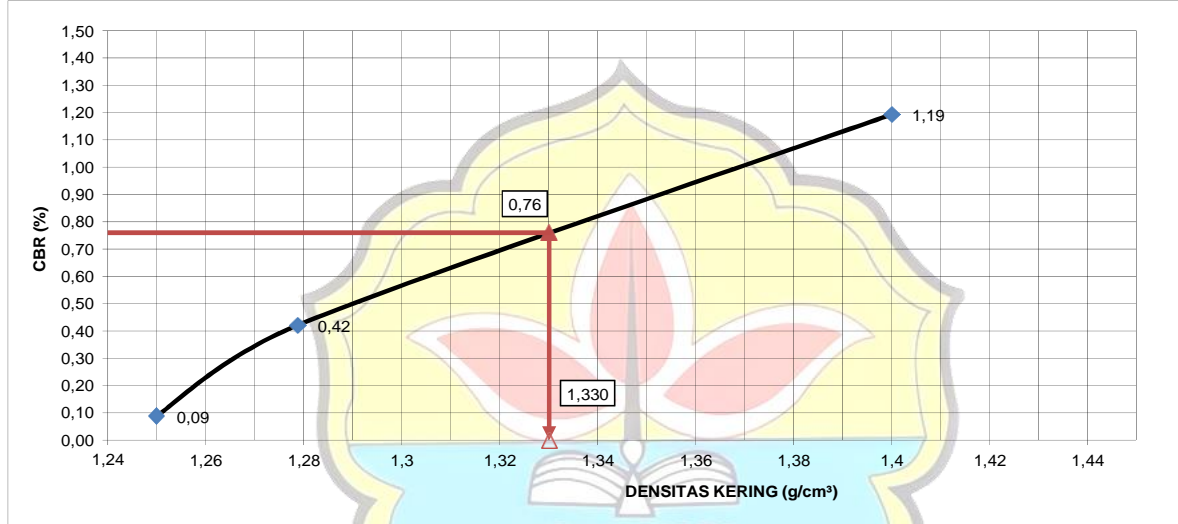
Judul :
Campuran :7% Limbah Gypsum
Pemeraman :7 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,09	0,42	1,19
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,250	1,279	1,400



Cara Pemasakan		Modified
Kadar air Optimum	(%)	29,67
Densitas Kering Maksimum (γ_d maks)	(g/cm ³)	1,400
Densitas Kering desain (95% γ_d maks)	(g/cm ³)	1,330
CBR Desain	95% MDD (%)	0,76
	100% MDD (%)	1,19



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : 7% Limbah Gypsum
Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

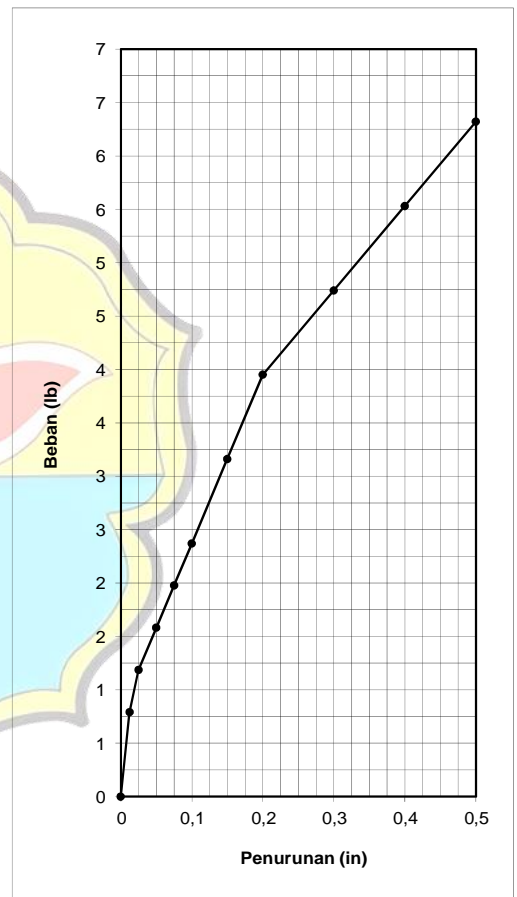
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 5	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.840	11.000
Berat Cetakan + Alas	7.160	7.160
Berat tanah basah	3.680	3.840
Isi cetakan	2.268	2.268
Densitas isi basah	1,62	1,69
Densitas isi kering	1,39	1,25

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	0,5		0,8	
1/2	0,025	0,75		1,2	
1	0,05	1		1,6	
1 1/2	0,075	1,25		2,0	
2	0,10	1,5		2,4	
3	0,15	2		3,2	
4	0,20	2,5		4,0	
6	0,30	3		4,7	
8	0,40	3,5		5,5	
10	0,50	4		6,3	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	N4
Tanah Basah + Cawan	50,85	21,47
Tanah Kering + Cawan	44,72	18,06
A i r	6,13	3,41
Berat Cawan	8,48	8,44
Tanah Kering	36,24	9,62
Kadar Air	16,92	35,45

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
1,5 x 100	2,4 x 100
3000	3000
0,05 (%)	0,08 (%)
2,5 x 100	4,0 x 100
4500	4500
0,06 (%)	0,09 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran :7% Limbah Gypsum
Pemeraman :7 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

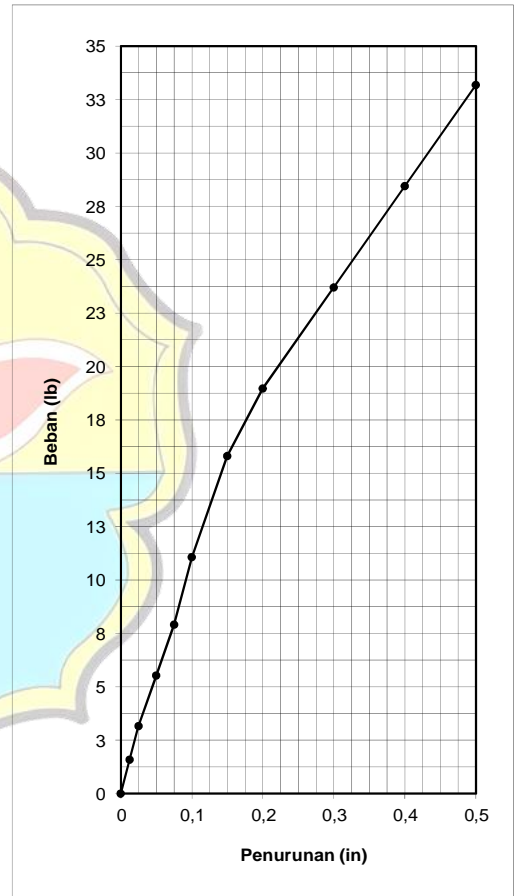
Pengembangan : inch

Tanggal			
J a m			
Pembacaan			
Perubahan			

Nomor Cetakan : 6	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.100	11.600
Berat Cetakan + Alas	7.180	7.180
Berat tanah basah	3.920	4.420
Isi cetakan	2.340	2.340
Densitas isi basah	1,68	1,89
Densitas isi kering	1,13	1,28

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	1		1,6	
1/2	0,025	2		3,2	
1	0,05	3,5		5,5	
1 1/2	0,075	5		7,9	
2	0,10	7		11,1	
3	0,15	10		15,8	
4	0,20	12		19,0	
6	0,30	15		23,7	
8	0,40	18		28,4	
10	0,50	21		33,2	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	P
Tanah Basah + Cawan	50,85	22,13
Tanah Kering + Cawan	44,72	17,76
A i r	6,13	4,37
Berat Cawan	8,48	8,60
Tanah Kering	36,24	9,16
Kadar Air	16,92	47,71

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
7,0 x 100	11,1 x 100
3000	3000
0,23 (%)	0,37 (%)
12,0 x 100	19,0 x 100
4500	4500
0,27 (%)	0,42 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
 Campuran : 7% Limbah Gypsum
 Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
 Dihitung : Tri Koko Bernando.S
 Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

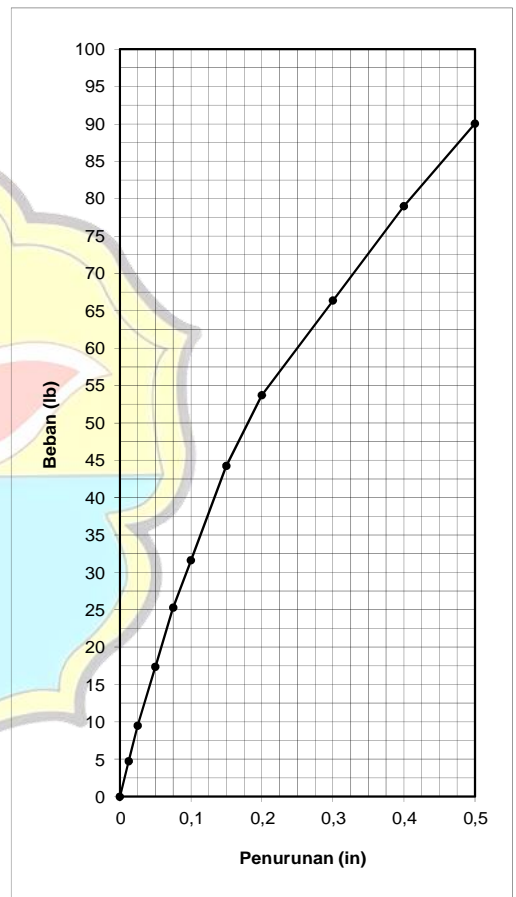
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 8	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.290	11.800
Berat Cetakan + Alas	7.060	7.060
Berat tanah basah	4.230	4.740
Isi cetakan	2.377	2.377
Densitas isi basah	1,78	1,99
Densitas isi kering	1,52	1,40

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	3		4,7	
1/2	0,025	6		9,5	
1	0,05	11		17,4	
1 1/2	0,075	16		25,3	
2	0,10	20		31,6	
3	0,15	28		44,2	
4	0,20	34		53,7	
6	0,30	42		66,4	
8	0,40	50		79,0	
10	0,50	57		90,1	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	AS
Tanah Basah + Cawan	50,85	20,96
Tanah Kering + Cawan	44,72	17,29
A i r	6,13	3,67
Berat Cawan	8,48	8,64
Tanah Kering	36,24	8,65
Kadar Air	16,92	42,43

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
20,0 x 100	31,6 x 100
3000	3000
0,67 (%)	1,05 (%)
34,0 x 100	53,7 x 100
4500	4500
0,76 (%)	1,19 (%)

Catatan : 3 x 65 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

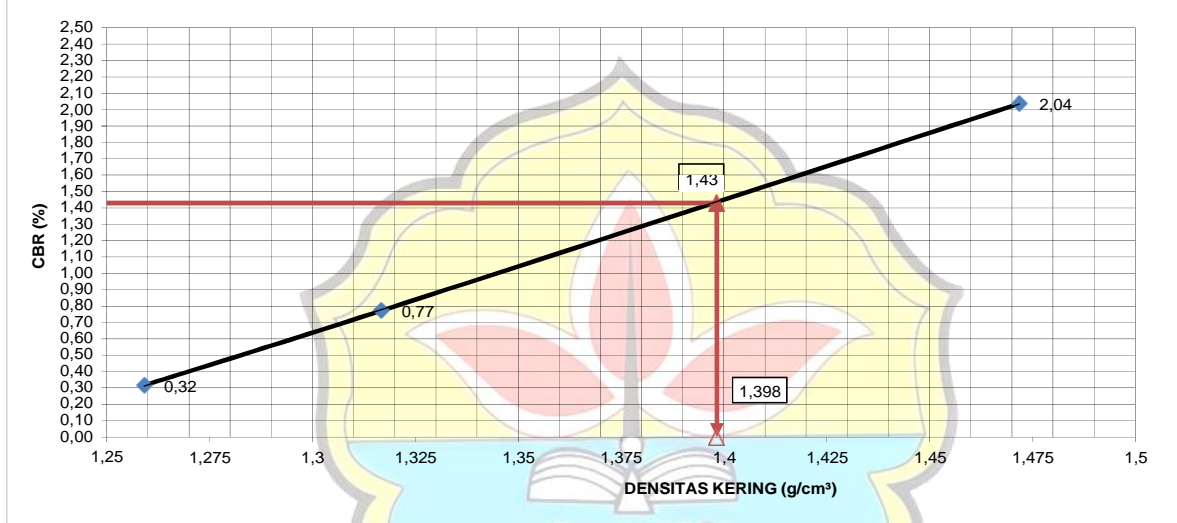
Judul :
Campuran :9% Limbah Gypsum
Pemeraman :7 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,32	0,77	2,04
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,259	1,317	1,472



Cara Pematatan		Modified
Kadar air Optimum	(%)	25,91
Densitas Kering Maksimum (γ_d maks)	(g/cm ³)	1,472
Densitas Kering desain (95% γ_d maks)	(g/cm ³)	1,398
CBR Desain	95% MDD (%)	1,43
	100% MDD (%)	2,04



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : 9% Limbah Gypsum
Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

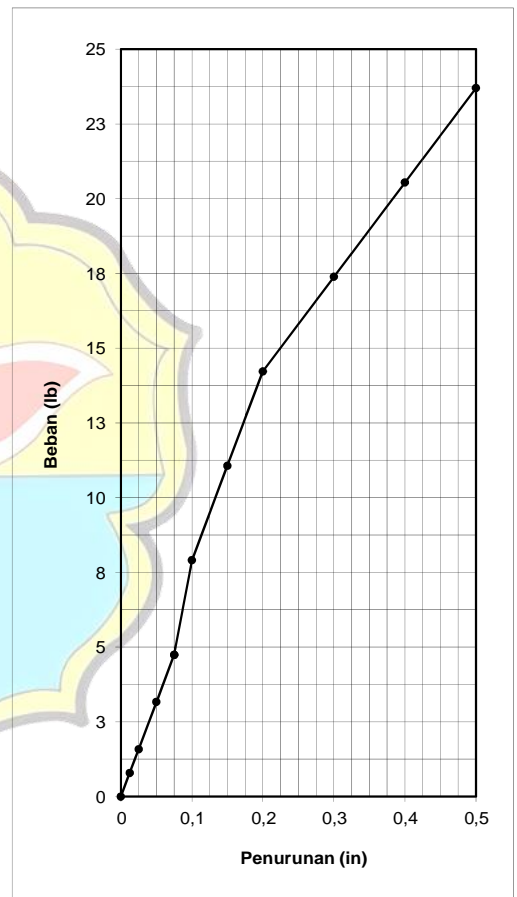
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : B	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.770	11.290
Berat Cetakan + Alas	7.160	7.160
Berat tanah basah	3.610	4.130
Isi cetakan	2.268	2.268
Densitas isi basah	1,59	1,82
Densitas isi kering	1,36	1,26

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	0,5		0,8	
1/2	0,025	1		1,6	
1	0,05	2		3,2	
1 1/2	0,075	3		4,7	
2	0,10	5		7,9	
3	0,15	7		11,1	
4	0,20	9		14,2	
6	0,30	11		17,4	
8	0,40	13		20,5	
10	0,50	15		23,7	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	JK
Tanah Basah + Cawan	50,85	16,25
Tanah Kering + Cawan	44,72	13,84
A i r	6,13	2,41
Berat Cawan	8,48	8,44
Tanah Kering	36,24	5,40
Kadar Air	16,92	44,63

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
5,0 x 100	7,9 x 100
3000	3000
0,17 (%)	0,26 (%)
9,0 x 100	14,2 x 100
4500	4500
0,20 (%)	0,32 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
 Campuran : 9% Limbah Gypsum
 Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
 Dihitung : Tri Koko Bernando.S
 Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

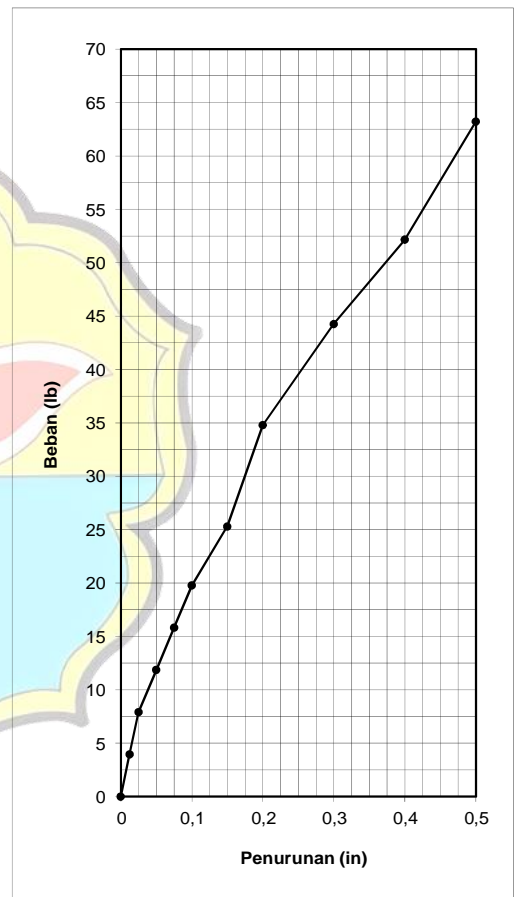
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 6	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.980	11.320
Berat Cetakan + Alas	7.100	7.100
Berat tanah basah	3.880	4.220
Isi cetakan	2.322	2.322
Densitas isi basah	1,67	1,82
Densitas isi kering	1,43	1,32

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	2,5		4,0	
1/2	0,025	5		7,9	
1	0,05	7,5		11,9	
1 1/2	0,075	10		15,8	
2	0,10	12,5		19,8	
3	0,15	16		25,3	
4	0,20	22		34,8	
6	0,30	28		44,2	
8	0,40	33		52,1	
10	0,50	40		63,2	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	IGH
Tanah Basah + Cawan	50,85	14,43
Tanah Kering + Cawan	44,72	12,78
A i r	6,13	1,65
Berat Cawan	8,48	8,44
Tanah Kering	36,24	4,34
Kadar Air	16,92	38,02

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
12,5 x 100	19,8 x 100
3000	3000
0,42 (%)	0,66 (%)
22,0 x 100	34,8 x 100
4500	4500
0,49 (%)	0,77 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
 Campuran : 9% Limbah Gypsum
 Pemeraman : 7 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
 Dihitung : Tri Koko Bernando.S
 Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

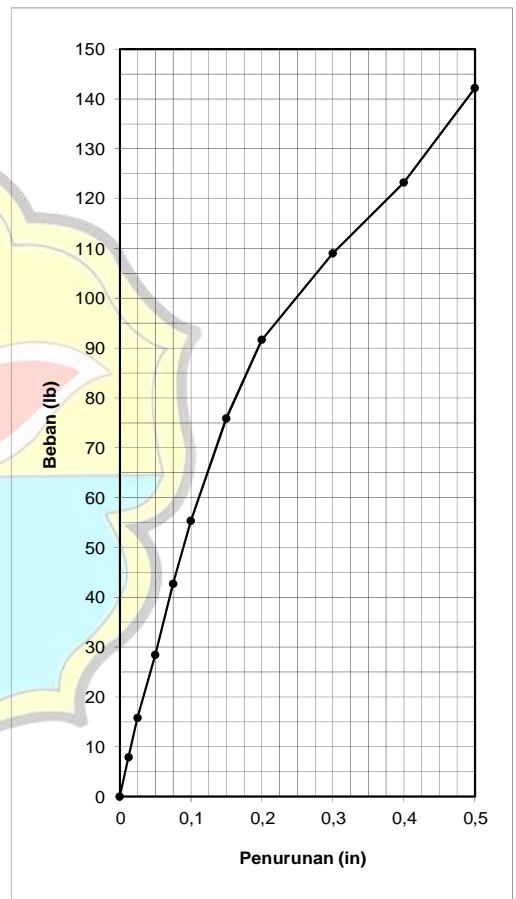
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 8	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.360	11.780
Berat Cetakan + Alas	7.060	7.060
Berat tanah basah	4.300	4.720
Isi cetakan	2.377	2.377
Densitas isi basah	1,81	1,99
Densitas isi kering	1,55	1,47

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	5		7,9	
1/2	0,025	10		15,8	
1	0,05	18		28,4	
1 1/2	0,075	27		42,7	
2	0,10	35		55,3	
3	0,15	48		75,8	
4	0,20	58		91,6	
6	0,30	69		109,0	
8	0,40	78		123,2	
10	0,50	90		142,2	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	Z
Tanah Basah + Cawan	50,85	16,83
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,62
A i r	6,13	2,21
Berat Cawan	8,48	8,29
Tanah Kering	36,24	6,33
Kadar Air	16,92	34,91

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
35,0 x 100	55,3 x 100
3000	3000
1,17 (%)	1,84 (%)
58,0 x 100	91,6 x 100
4500	4500
1,29 (%)	2,04 (%)

Catatan : 3 x 65 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

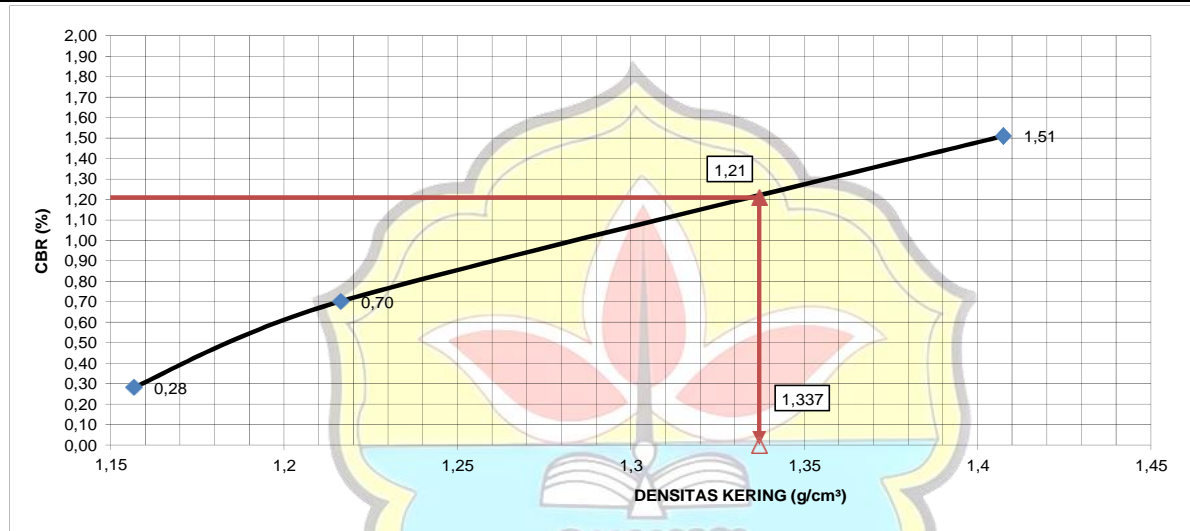
Judul :
Campuran :Tanah Asli
Pemeraman :14 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,28	0,70	1,51
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,157	1,216	1,407



Cara Pemadatan		Modified	
Kadar air Optimum	(%)	28,38	
Densitas Kering Maksimum (γ_d maks)	(g/cm ³)	1,407	
Densitas Kering desain (95% γ_d maks)	(g/cm ³)	1,337	
CBR Desain	95% MDD	(%)	1,21
	100% MDD	(%)	1,51



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : Tanah Asli
Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

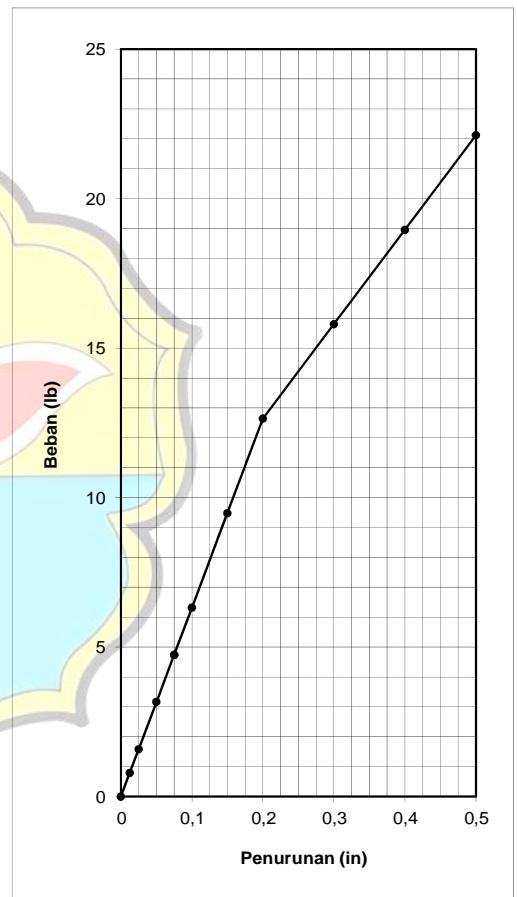
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 2	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.480	11.030
Berat Cetakan + Alas	7.100	7.100
Berat tanah basah	3.380	3.930
Isi cetakan	2.340	2.340
Densitas isi basah	1,44	1,68
Densitas isi kering	1,24	1,16

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	0,5		0,8	
1/2	0,025	1		1,6	
1	0,05	2		3,2	
1 1/2	0,075	3		4,7	
2	0,10	4		6,3	
3	0,15	6		9,5	
4	0,20	8		12,6	
6	0,30	10		15,8	
8	0,40	12		19,0	
10	0,50	14		22,1	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	Z
Tanah Basah + Cawan	50,85	16,94
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,26
A i r	6,13	2,68
Berat Cawan	8,48	8,33
Tanah Kering	36,24	5,93
Kadar Air	16,92	45,19

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
4,0 x 100	6,3 x 100
3000	3000
0,13 (%)	0,21 (%)
8,0 x 100	12,6 x 100
4500	4500
0,18 (%)	0,28 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : Tanah Asli
Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

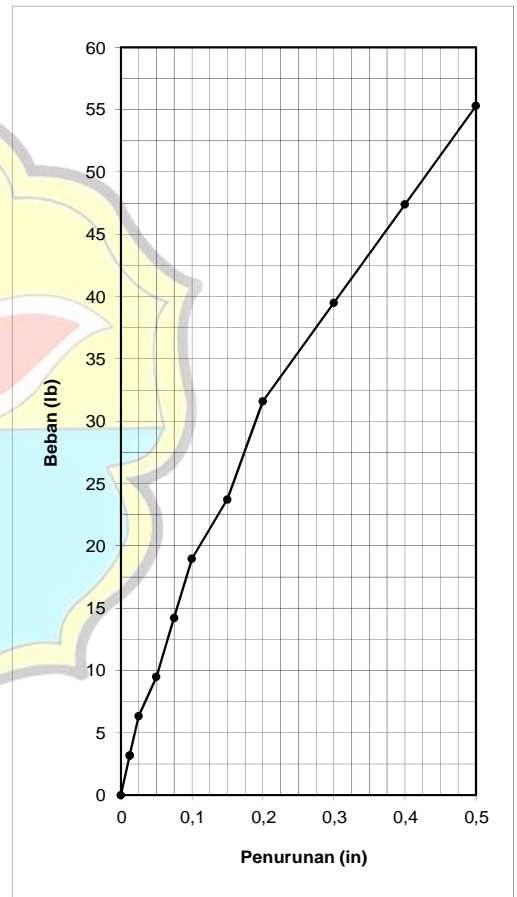
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : Y	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.510	10910
Berat Cetakan + Alas	6.970	6.970
Berat tanah basah	3.540	3940
Isi cetakan	2.268	2268
Densitas isi basah	1,56	1,74
Densitas isi kering	1,34	1,22

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	2		3,2	
1/2	0,025	4		6,3	
1	0,05	6		9,5	
1 1/2	0,075	9		14,2	
2	0,10	12		19,0	
3	0,15	15		23,7	
4	0,20	20		31,6	
6	0,30	25		39,5	
8	0,40	30		47,4	
10	0,50	35		55,3	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	IDI
Tanah Basah + Cawan	50,85	17,39
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,74
A i r	6,13	2,65
Berat Cawan	8,48	8,55
Tanah Kering	36,24	6,19
Kadar Air	16,92	42,81

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
12,0 x 100	19,0 x 100
3000	3000
0,40 (%)	0,63 (%)
20,0 x 100	31,6 x 100
4500	4500
0,44 (%)	0,70 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : Tanah Asli
Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

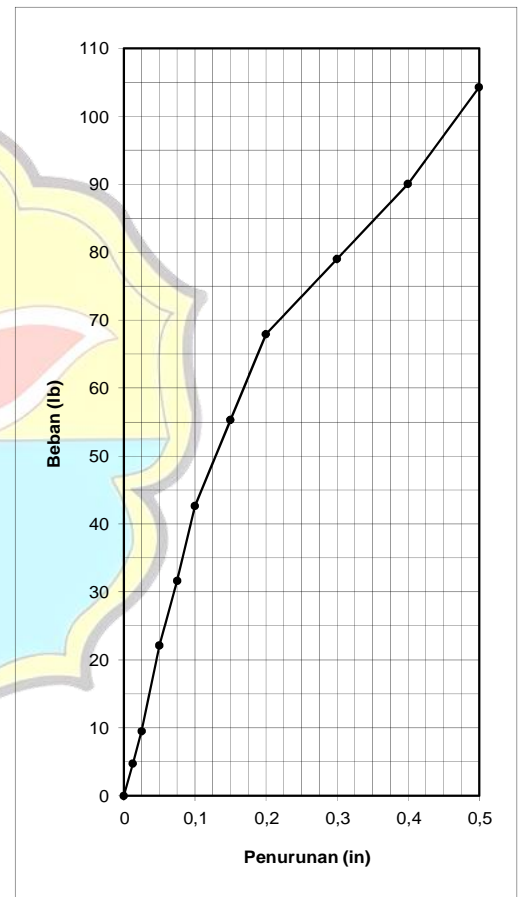
Nomor Cetakan : E	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.490	11.670
Berat Cetakan + Alas	7.100	7.100
Berat tanah basah	4.390	4.570
Isi cetakan	2.322	2.322
Densitas isi basah	1,89	1,97
Densitas isi kering	1,62	1,41

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	3		4,7	
1/2	0,025	6		9,5	
1	0,05	14		22,1	
1 1/2	0,075	20		31,6	
2	0,10	27		42,7	
3	0,15	35		55,3	
4	0,20	43		67,9	
6	0,30	50		79,0	
8	0,40	57		90,1	
10	0,50	66		104,3	

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	ER
Tanah Basah + Cawan	50,85	17,50
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,95
A i r	6,13	2,55
Berat Cawan	8,48	8,55
Tanah Kering	36,24	6,40
Kadar Air	16,92	39,84

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
$\frac{27,0}{3000} \times 100$	$\frac{42,7}{3000} \times 100$
0,90 (%)	1,42 (%)
$\frac{43,0}{4500} \times 100$	$\frac{67,9}{4500} \times 100$
0,96 (%)	1,51 (%)



Catatan : 3 x 65 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

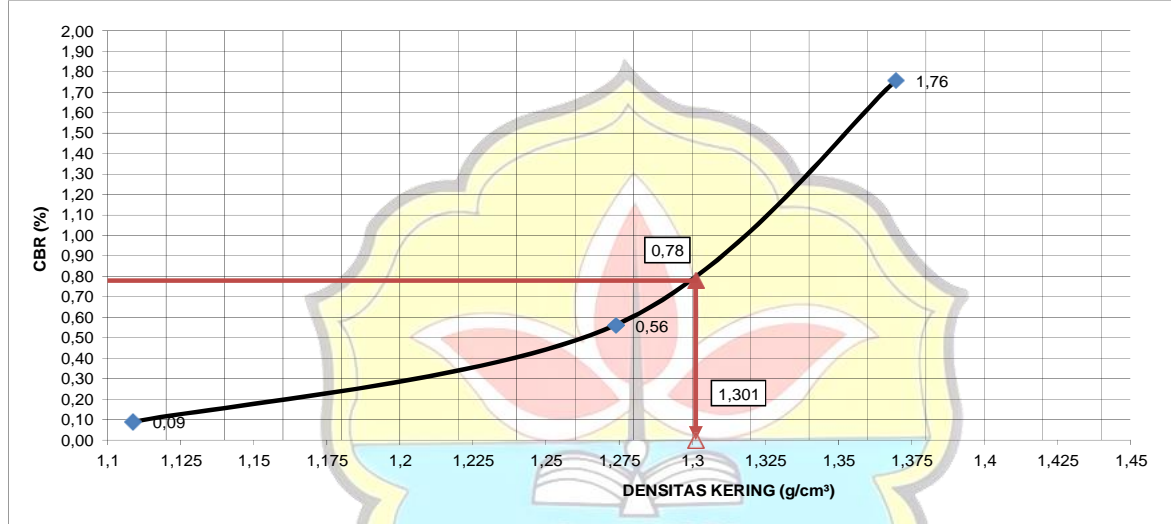
Judul :
Campuran :5% Limbah Gypsum
Pemeraman :14 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,09	0,56	1,76
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,109	1,274	1,370



Cara Pemasakan		Modified	
Kadar air Optimum	(%)	28,75	
Densitas Kering Maksimum (γ_d maks)	(g/cm ³)	1,370	
Densitas Kering desain (95% γ_d maks)	(g/cm ³)	1,301	
CBR Desain	95% MDD	(%)	0,78
	100% MDD	(%)	1,76



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : 5% Limbah Gypsum
Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

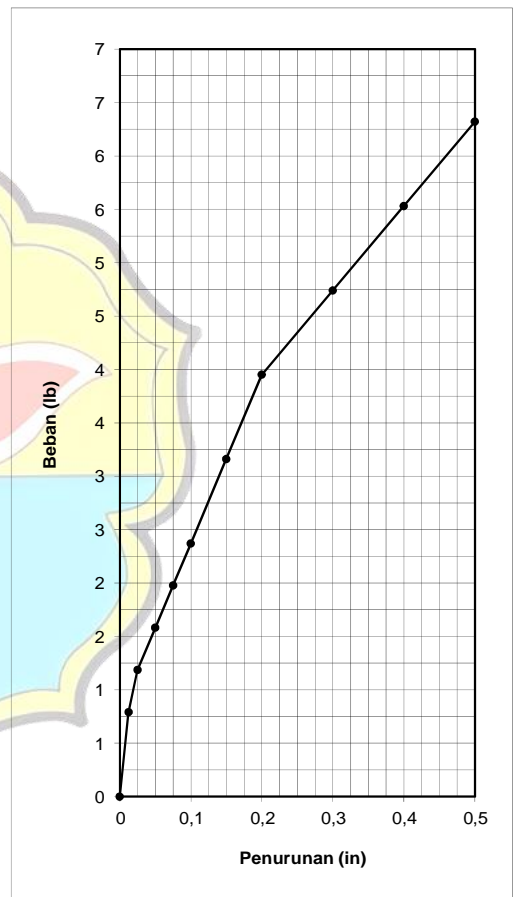
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : I	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.510	10.930
Berat Cetakan + Alas	7.140	7.140
Berat tanah basah	3.370	3.790
Isi cetakan	2.340	2.340
Densitas isi basah	1,44	1,62
Densitas isi kering	1,23	1,11

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	0,5		0,8	
1/2	0,025	0,75		1,2	
1	0,05	1		1,6	
1 1/2	0,075	1,25		2,0	
2	0,10	1,5		2,4	
3	0,15	2		3,2	
4	0,20	2,5		4,0	
6	0,30	3		4,7	
8	0,40	3,5		5,5	
10	0,50	4		6,3	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	IGH
Tanah Basah + Cawan	50,85	16,62
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,08
A i r	6,13	2,54
Berat Cawan	8,48	8,57
Tanah Kering	36,24	5,51
Kadar Air	16,92	46,10

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
1,50 x 100	2,4 x 100
3000	3000
0,05 (%)	0,08 (%)
2,50 x 100	4,0 x 100
4500	4500
0,06 (%)	0,09 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran :5% Limbah Gypsum
Pemeraman :14 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

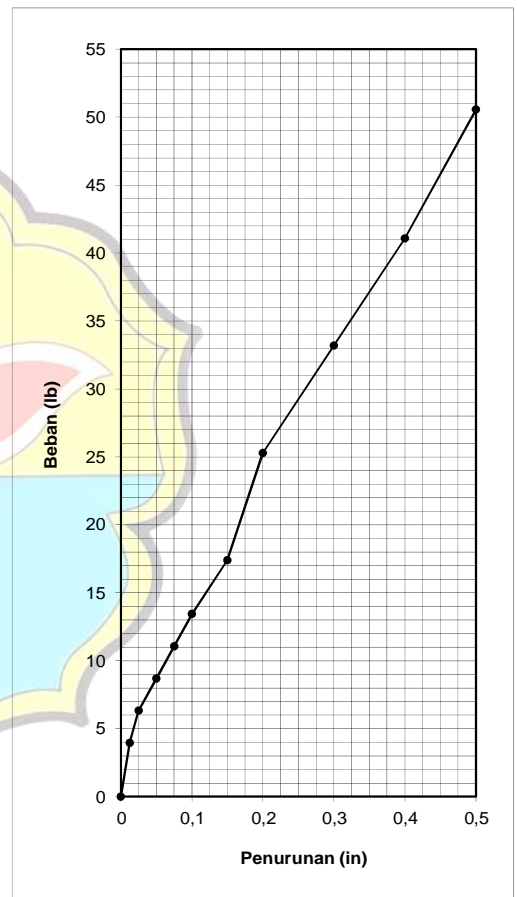
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : C	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.100	11.390
Berat Cetakan + Alas	7.200	7.200
Berat tanah basah	3.900	4.190
Isi cetakan	2.298	2.298
Densitas isi basah	1,70	1,82
Densitas isi kering	1,45	1,27

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	2,5		4,0	
1/2	0,025	4		6,3	
1	0,05	5,5		8,7	
1 1/2	0,075	7		11,1	
2	0,10	8,5		13,4	
3	0,15	11		17,4	
4	0,20	16		25,3	
6	0,30	21		33,2	
8	0,40	26		41,1	
10	0,50	32		50,6	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	JK
Tanah Basah + Cawan	50,85	18,19
Tanah Kering + Cawan	44,72	15,36
A i r	6,13	2,83
Berat Cawan	8,48	8,80
Tanah Kering	36,24	6,56
Kadar Air	16,92	43,14

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
8,5 x 100	13,4 x 100
3000	3000
0,28 (%)	0,45 (%)
16,0 x 100	25,3 x 100
4500	4500
0,36 (%)	0,56 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran :5% Limbah Gypsum
Pemeraman :14 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

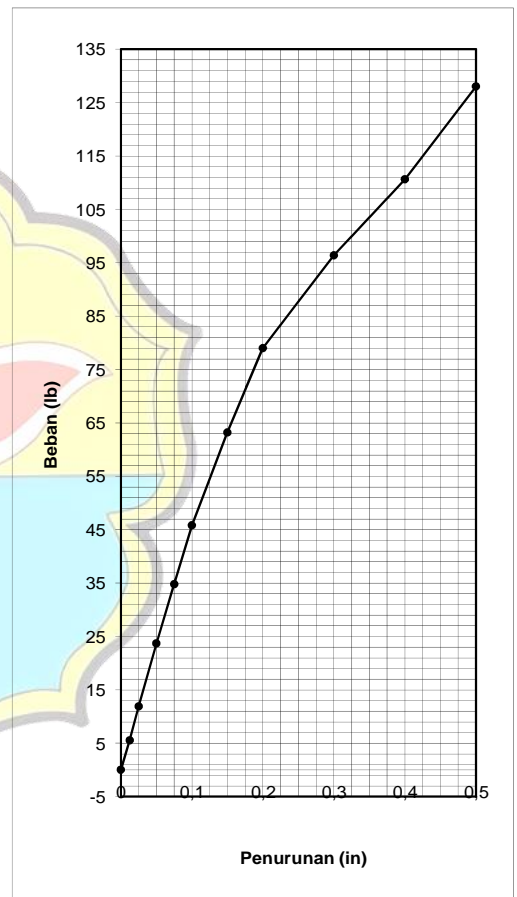
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : Z	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.290	11.690
Berat Cetakan + Alas	7.290	7.290
Berat tanah basah	4.000	4.400
Isi cetakan	2.285	2.285
Densitas isi basah	1,75	1,93
Densitas isi kering	1,50	1,37

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	3,5		5,5	
1/2	0,025	7,5		11,9	
1	0,05	15		23,7	
1 1/2	0,075	22		34,8	
2	0,10	29		45,8	
3	0,15	40		63,2	
4	0,20	50		79,0	
6	0,30	61		96,4	
8	0,40	70		110,6	
10	0,50	81		128,0	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	D
Tanah Basah + Cawan	50,85	18,51
Tanah Kering + Cawan	44,72	15,62
A i r	6,13	2,89
Berat Cawan	8,48	8,50
Tanah Kering	36,24	7,12
Kadar Air	16,92	40,59

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
29,0 x 100	45,8 x 100
3000	3000
0,97 (%)	1,53 (%)
50,0 x 100	79,0 x 100
4500	4500
1,1 (%)	1,76 (%)

Catatan : 3 x 65 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

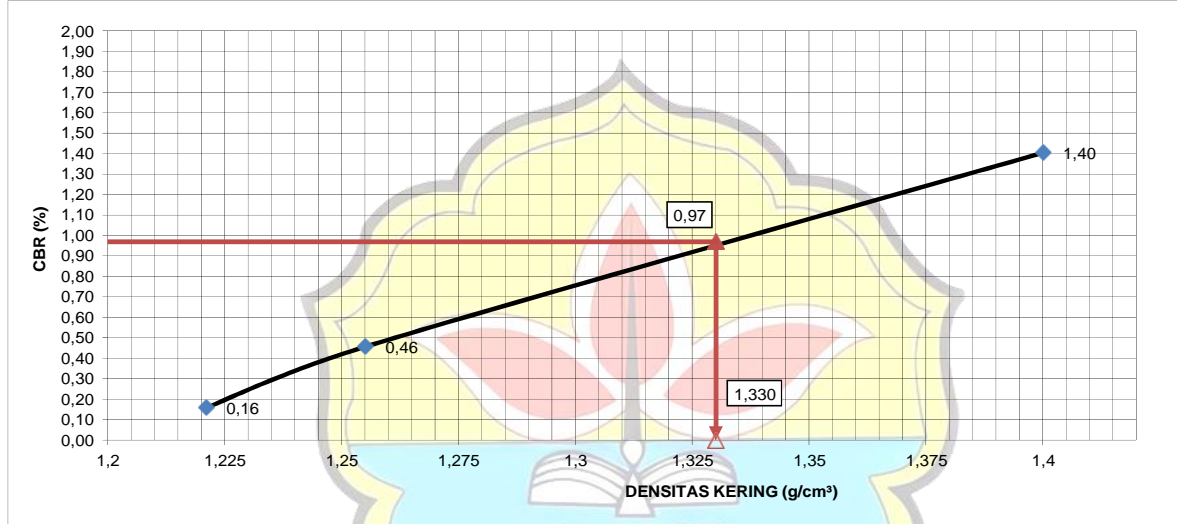
Judul :
Campuran :7% Limbah Gypsum
Pemeraman :14 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,16	0,46	1,40
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,221	1,255	1,400



Cara Pemadatan		Modified	
Kadar air Optimum	(%)	29,67	
Densitas Kering Maksimum (γ_d maks)	(g/cm ³)	1,400	
Densitas Kering desain (95% γ_d maks)	(g/cm ³)	1,330	
CBR Desain	95% MDD	(%)	0,97
	100% MDD	(%)	1,40



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
 Campuran : 7% Limbah Gypsum
 Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
 Dihitung : Tri Koko Bernando.S
 Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

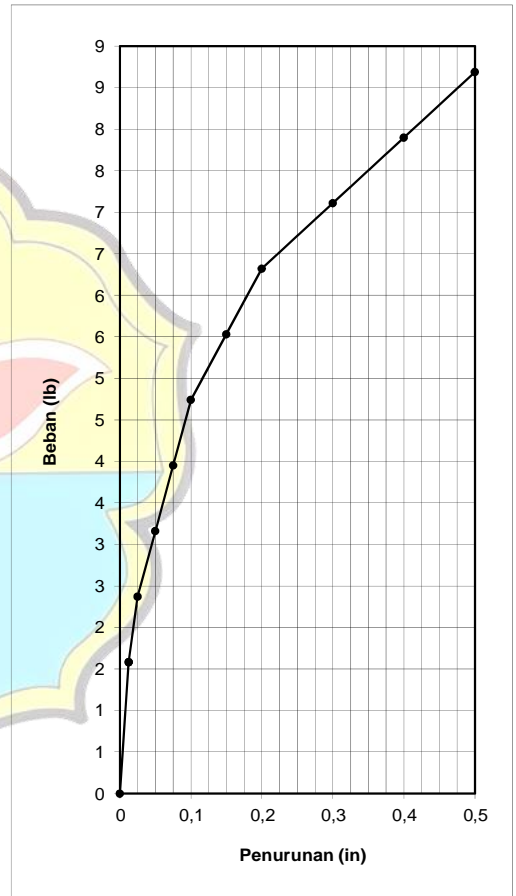
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 5	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.780	11.390
Berat Cetakan + Alas	7.160	7.160
Berat tanah basah	3.620	4.230
Isi cetakan	2.268	2.268
Densitas isi basah	1,60	1,87
Densitas isi kering	1,37	1,22

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	1		1,6	
1/2	0,025	1,5		2,4	
1	0,05	2		3,2	
1 1/2	0,075	2,5		4,0	
2	0,10	3		4,7	
3	0,15	3,5		5,5	
4	0,20	4		6,3	
6	0,30	4,5		7,1	
8	0,40	5		7,9	
10	0,50	5,5		8,7	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	IGH
Tanah Basah + Cawan	50,85	18,76
Tanah Kering + Cawan	44,72	15,29
A i r	6,13	3,47
Berat Cawan	8,48	8,71
Tanah Kering	36,24	6,58
Kadar Air	16,92	52,74

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
3,0 x 100	4,7 x 100
3000	3000
0,1 (%)	0,16 (%)
4,0 x 100	6,3 x 100
4500	4500
0,09 (%)	0,14 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
 Campuran : 7% Limbah Gypsum
 Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
 Dihitung : Tri Koko Bernando.S
 Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

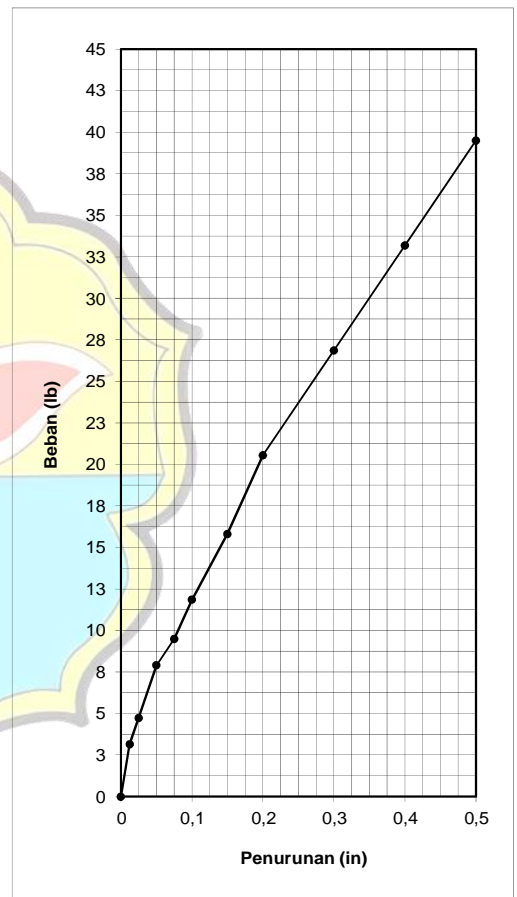
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 6	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.070	11.480
Berat Cetakan + Alas	7.180	7.180
Berat tanah basah	3.890	4.300
Isi cetakan	2.340	2.340
Densitas isi basah	1,66	1,84
Densitas isi kering	1,14	1,26

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	2		3,2	
1/2	0,025	3		4,7	
1	0,05	5		7,9	
1 1/2	0,075	6		9,5	
2	0,10	7,5		11,9	
3	0,15	10		15,8	
4	0,20	13		20,5	
6	0,30	17		26,9	
8	0,40	21		33,2	
10	0,50	25		39,5	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	ADB
Tanah Basah + Cawan	50,85	18,61
Tanah Kering + Cawan	44,72	15,44
A i r	6,13	3,17
Berat Cawan	8,48	8,61
Tanah Kering	36,24	6,83
Kadar Air	16,92	46,41

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
7,5 x 100	11,9 x 100
3000	3000
0,25 (%)	0,40 (%)
13,0 x 100	20,5 x 100
4500	4500
0,29 (%)	0,46 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : 7% Limbah Gypsum
Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

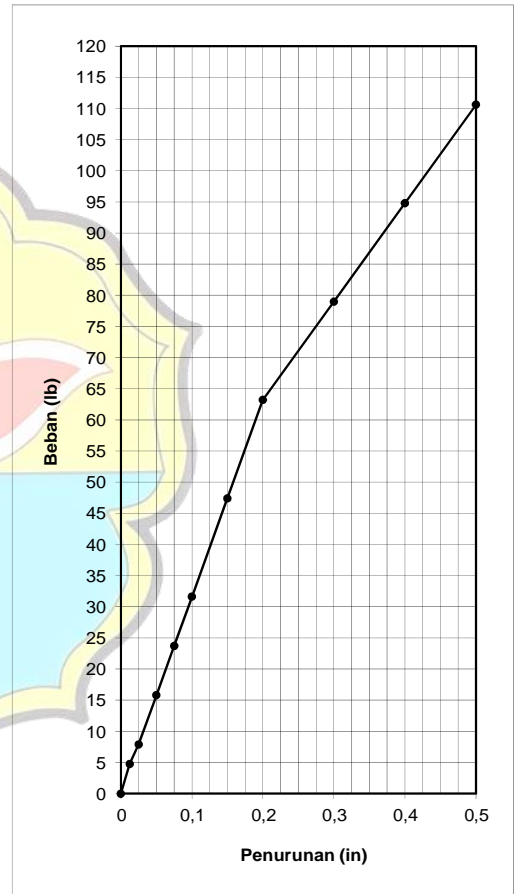
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 8	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	11.290	11.800
Berat Cetakan + Alas	7.060	7.060
Berat tanah basah	4.230	4.740
Isi cetakan	2.377	2.377
Densitas isi basah	1,78	1,99
Densitas isi kering	1,52	1,40

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	3		4,7	
1/2	0,025	5		7,9	
1	0,05	10		15,8	
1 1/2	0,075	15		23,7	
2	0,10	20		31,6	
3	0,15	30		47,4	
4	0,20	40		63,2	
6	0,30	50		79,0	
8	0,40	60		94,8	
10	0,50	70		110,6	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	AS
Tanah Basah + Cawan	50,85	20,96
Tanah Kering + Cawan	44,72	17,29
A i r	6,13	3,67
Berat Cawan	8,48	8,64
Tanah Kering	36,24	8,65
Kadar Air	16,92	42,43

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
20,0 x 100	31,6 x 100
3000	3000
0,67 (%)	1,05 (%)
40,0 x 100	63,2 x 100
4500	4500
0,89 (%)	1,40 (%)

Catatan : 3 x 65 Pukulan



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

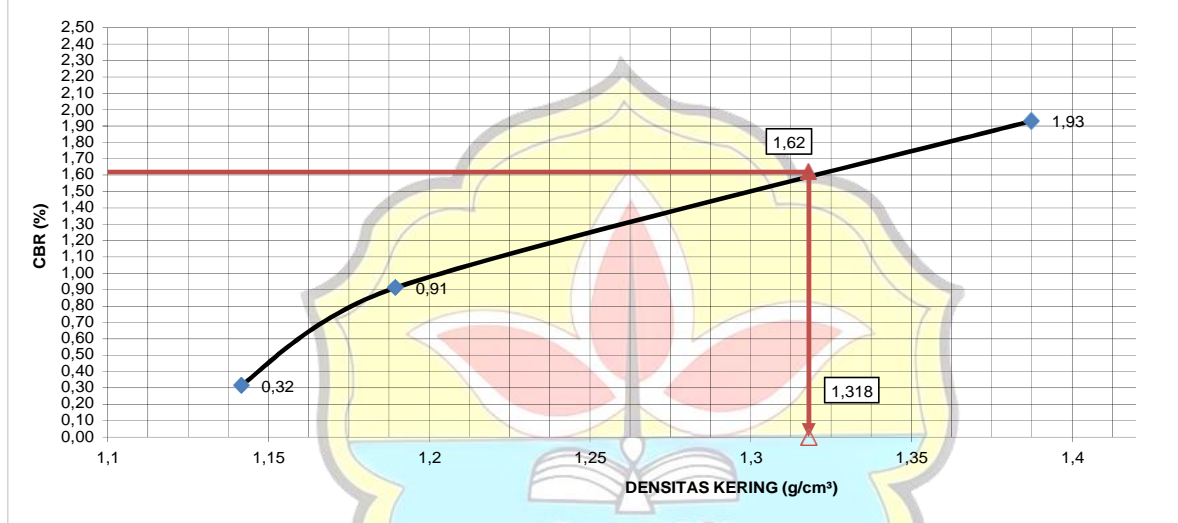
Judul :
Campuran :9% Limbah Gypsum
Pemeraman :14 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PENENTUAN CBR DESAIN PADA KADAR AIR OPTIMUM
SNI 1744:2012

Hasil Pengujian CBR :

Jumlah Tumbukan / lapis	(gr)	10,00	25,00	65,00
CBR, %	(gr)	0,32	0,91	1,93
Densitas kering, g/cm ³	(%)	1,142	1,190	1,387



Cara Pematatan		Modified
Kadar air Optimum	(%)	30,02
Densitas Kering Maksimum (γ_d maks)	(g/cm ³)	1,387
Densitas Kering desain (95% γ_d maks)	(g/cm ³)	1,318
CBR Desain	95% MDD (%)	1,62
	100% MDD (%)	1,93



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran : 9% Limbah Gypsum
Pemeraman : 14 Hari

Dikerjakan : Tri Koko Bernando.S
Dihitung : Tri Koko Bernando.S
Diperiksa : Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

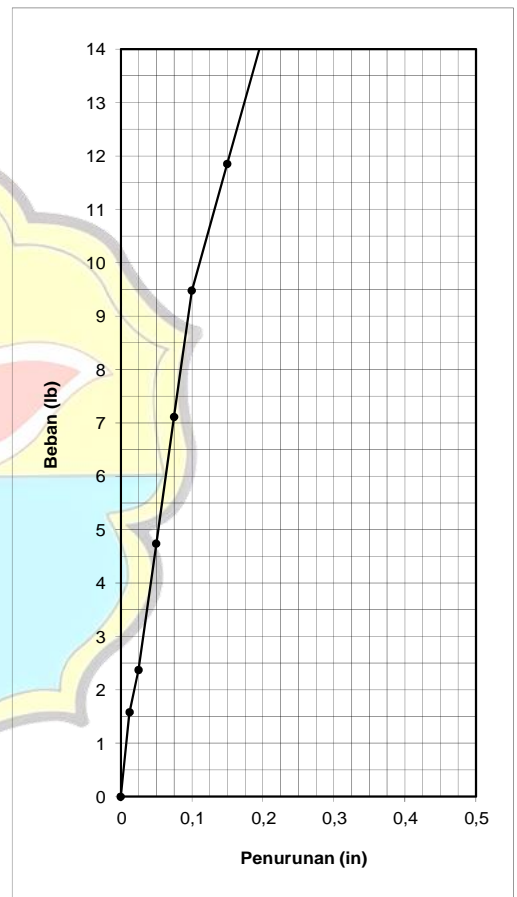
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : 2	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.530	10.945
Berat Cetakan + Alas	7.040	7.040
Berat tanah basah	3.490	3.905
Isi cetakan	2.268	2.268
Densitas isi basah	1,54	1,72
Densitas isi kering	1,32	1,14

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	1		1,6	
1/2	0,025	1,5		2,4	
1	0,05	3		4,7	
1 1/2	0,075	4,5		7,1	
2	0,10	6		9,5	
3	0,15	7,5		11,9	
4	0,20	9		14,2	
6	0,30	10,5		16,6	
8	0,40	12		19,0	
10	0,50	12,5		19,8	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	Z
Tanah Basah + Cawan	50,85	17,54
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,45
A i r	6,13	3,09
Berat Cawan	8,48	8,37
Tanah Kering	36,24	6,08
Kadar Air	16,92	50,82

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
6,0 x 100	9,5 x 100
3000	3000
0,20 (%)	0,32 (%)
9,0 x 100	14,2 x 100
4500	4500
0,20 (%)	0,32 (%)

Catatan : 3 x 10 Pukulan



**Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas Batanghari
LABORATORIUM FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Slamet Riyadi No. 1, Telp. 082380090005 Jambi - Indonesia

Judul :
Campuran :9% Limbah Gypsum
Pemeraman :14 Hari

Dikerjakan :Tri Koko Bernando.S
Dihitung :Tri Koko Bernando.S
Diperiksa :Errick Edison Sitepu, ST

PEMERIKSAAN CBR

STANDARD / MODIFIED

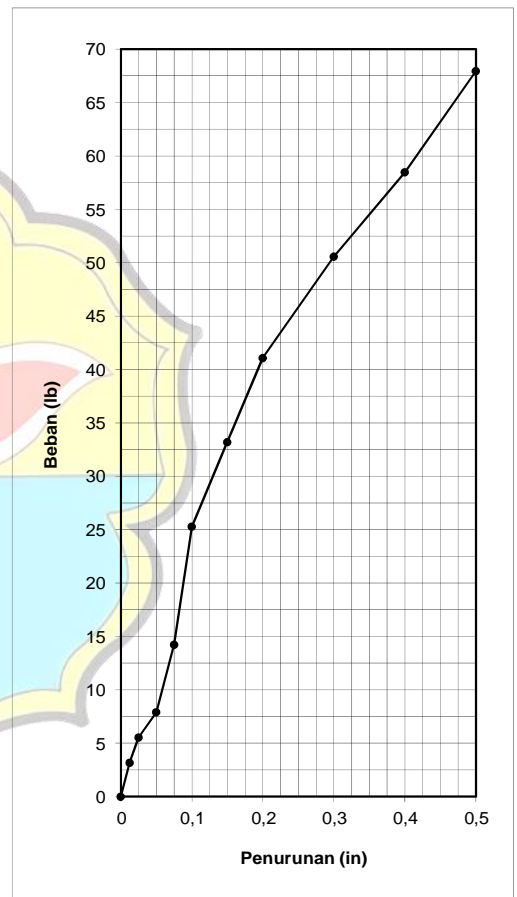
Pengembangan : inch

Tanggal				
J a m				
Pembacaan				
Perubahan				

Nomor Cetakan : Y	Sebelum	Sesudah
Berat tanah + Cetakan + Alas	10.690	11.080
Berat Cetakan + Alas	6.970	6.970
Berat tanah basah	3.720	4.110
Isi cetakan	2.322	2.322
Densitas isi basah	1,60	1,77
Densitas isi kering	1,37	1,19

Penetrasi : 1,58 Lb/Div

Waktu (menit)	Penurunan (in)	Pembacaan Arloji		Beban (lb)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0		0,0	
1/4	0,0125	2		3,2	
1/2	0,025	3,5		5,5	
1	0,05	5		7,9	
1 1/2	0,075	9		14,2	
2	0,10	16		25,3	
3	0,15	21		33,2	
4	0,20	26		41,1	
6	0,30	32		50,6	
8	0,40	37		58,5	
10	0,50	43		67,9	



Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Nomor Cawan	JK	KL
Tanah Basah + Cawan	50,85	17,72
Tanah Kering + Cawan	44,72	14,68
A i r	6,13	3,04
Berat Cawan	8,48	8,45
Tanah Kering	36,24	6,23
Kadar Air	16,92	48,80

NILAI CBR	
0,1 inch	0,2 inch
16,0 x 100	25,3 x 100
3000	3000
0,53 (%)	0,84 (%)
26,0 x 100	41,1 x 100
4500	4500
0,58 (%)	0,91 (%)

Catatan : 3 x 25 Pukulan



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU PENDERAMAN
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY. ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
	25/9/21	<ul style="list-style-type: none">• Tambahan teori• Perbaiki bab II• Tambahan penelitian terdahulu• Bab II• Bagian akhir• Lanjutkan	
	8/10/21	<ul style="list-style-type: none">• Tambahan teori curing pada II• Penelitian terdahulu• Perbaiki bab III, menyederhanakan flow chart• Daftar pustaka. dll• Meloda/pastoran SS di gunakan? (standart)	

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

WARI DONY. ST. MT



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU Pengeraman
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY. ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
		<ul style="list-style-type: none">o Cari Referensi mengenai metode curing tanah lempung seperti apa?o penelitian terdahulu.o Standard pengujian.o alasan 5%, 7% sd ??o alasan memakai tanah lempung mungkin cantumkan di latar belakang.	
	5/11	<ul style="list-style-type: none">o metode curing di lempungo Standard pengujiano Latar belakang di perlakuan.	

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

WARI DONY. ST. MT



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU PENERAMAN
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY. ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
	12/11/21	<ul style="list-style-type: none">publitas penelitian terdahuluTombakhan objek pener.perbaikan rumusan masalah & tujuan.lampiran foto^{xi}kolom	
	3/12/21	<p>DP2 Bab I, II, III di. Lampiran / kolom terikat ke DP1 dan lampiran</p>	

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

WARI DONY. ST. MT



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU Pengeraman
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY, ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
	5/12/2021	laporan penelitian - Seminar	f

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

WARI DONY, ST, MT



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU PEMERAMAN
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY, ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
	24/02/20	<p><i>Bar II</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Tambahkan teori kategori tanah yg lempung & lempif.• Data pengujian 5, 2, 7, 9, 2 menurut penulisan buku/SMU?• jumlah hari di jelaskan meram + pendam → uji (hari) (hari). (jml) (jml) sample sample.	

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

WARI DONY, ST. MT



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU PEMERAMAN
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY, ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
	10/3/22	<ul style="list-style-type: none">• perbaiki kerucil bar III• —" — flow chart kerucilkan• dg bagan alir.• perbaiki batasan masalah• per bab & klasifikasi lempung• ekspansi dari mana ??• simpul lain.	

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

WARI DONY, ST. MT



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU PEMERAMAN
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY, ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
	18/03/22	<p>Tambahkan teori komposisi max. gypsum / jenis tanah code yg ada. pd bab II.</p> <p>Tubriti tulisan. hari 1.</p> <p>Buat grafik pengujian CBR untuk 7 dan 14 hari lampirkan sampai kerangka dan bahan.</p>	

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

WARI DONY, ST. MT



UNIVERSITAS BATANGHARI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA : TRI KOKO BERNANDO S
NIM : 1500822201011
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GYPSUM
DENGAN LAMANYA WAKTU PEMERAMAN
(CURING) TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH
LEMPUNG
PEMBIMBING : 1. Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME
2. WARI DONY, ST. MT

NO	TANGGAL	URAIAN/PEMBAHASAN	PARAF
	30/5/2022	Perbaiki sedikit sesuai petunjuk DP2 dan apabila sudah dipulihkan lanjutkan ke DPI.	Wony

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME

DOSEN PEMBIMBING II

WARI DONY, ST. MT