

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Ngawi merupakan jalur transportasi lintas tengah yang menghubungkan Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, sehingga mengakibatkan tingkat aksesibilitas dan mobilitas yang cukup tinggi. Hal ini memberikan keuntungan yang besar bagi Kabupaten Ngawi sebagai modal dasar pengembangan wilayahnya sehingga perlu didukung dengan ketersediaan sarana dan prasarana transportasi yang baik, agar dapat memperlancar perkembangan wilayah khususnya perkembangan perekonomian yang ada di Kabupaten Ngawi. Namun pada kondisi sebenarnya, jalan raya di daerah Kabupaten Ngawi banyak yang mengalami kerusakan. Pada Kabupaten Ngawi, lokasi Tanah Ekspansif dapat ditemukan di daerah Paron, Padas, dan Jambangan. Penelitian ini mengambil lokasi di daerah Paron karena mengalami kerusakan terparah. Dalam kondisi tanah dasar yang natural, bahan tanah di Paron ini dianggap tidak sesuai untuk digunakan sebagai tanah dasar atau *subgrade*, hal tersebut karena tanah di daerah Paron merupakan tanah lempung ekspansif, sehingga konstruksi jalan disana sering mengalami kerusakan, yang antara lain konstruksi jalan yang bergelombang, retak – retak, dan keras pada musim kemarau sedangkan pada musim penghujan tanah berubah menjadi lembek. Sering terjadi aksi protes warga mengenai tindak lanjut pemerintah setempat dalam mengatasi kerusakan tersebut. Padahal sudah beberapa kali diperbaiki, namun tetap saja terjadi kerusakan yang sama.

Secara umum Tanah Ekspansif memiliki kandungan air yang tinggi, kemampuan yang besar dan kuat geser kecil yang menyebabkan tanah akan cepat mengalami keruntuhan pada saat beban mulai bekerja. Selain itu intensitas penurunan tanah akan terus meningkat seiring waktu sampai terjadi penurunan maksimum. Penurunan yang terjadi tidak akan sama besarnya karena tanah yang tidak homogen di semua tempat, sehingga mengakibatkan turunnya tanah akan berbeda besarnya (*Differential Settlement*). Sebagai contoh : retakan dan gelombang pada jalan, retaknya dinding rumah, miringnya abutment jembatan dan kejadian yang merusak struktur lainnya. Dari informasi yang diperoleh dan disertai pengujian sifat-sifat tanah ekspansif yang telah dilakukan, tanah di kecamatan

Paron merupakan tanah yang memiliki sifat ekspansif terbesar di Kabupaten Ngawi. Ini berarti bahwa tanah tersebut mempunyai ciri – ciri kembang susut yang besar, dimana tanah akan mengembang bilamana tanah menjadi basah (pada musim penghujan) dan menyusut apabila kering (pada musim kemarau).

Untuk mengetahui besarnya pengembangan (*swelling*) dan daya dukung yang terjadi pada tanah yang bersifat ekspansif, dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya, uji pemadatan dan uji CBR. Dengan berbagai macam kondisi lama perendaman maka pengaruh pengembangan (*swelling*) akan didapatkan hasil atau nilai-nilai yang bervariasi.

Berangkat dari pengertian diatas besar artinya pengaruh pengembangan (*swelling*) pada tanah lempung ekspansif yang dipengaruhi oleh air. Oleh karena itu penyusun akan mengangkat topik dalam penelitian tugas akhir ini dengan judul : ” **Pengaruh Variasi Lama Perendaman Terhadap Pengembangan (*Swelling*) dan Daya Dukung Tanah Ekspansif di Kecamatan Paron, Kabupaten Ngawi**”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Apa jenis tanah ekspansif di Paron, Ngawi, Jawa Timur berdasarkan sifat fisik dan mekaniknya?
2. Bagaimana hubungan antara variasi lama perendaman yang diberikan terhadap besarnya *swelling* yang terjadi ?
3. Bagaimana hubungan antara daya dukung tanah terhadap besarnya CBR yang terjadi akibat variasi lama perendaman yang diberikan ?
4. Bagaimana Hubungan Daya Dukung Tanah ekspansif yang terjadi akibat lama perendaman yang diberikan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis tanah ekspansif di Paron, Ngawi, Jawa Timur berdasarkan sifat fisik dan mekaniknya
2. Menjelaskan hubungan antara variasi lama perendaman yang diberikan terhadap besarnya *swelling* yang terjadi

3. Menjelaskan hubungan antara Daya Dukung Tanah terhadap besarnya CBR yang terjadi akibat variasi lama perendaman yang diberikan
4. Menjelaskan Hubungan Daya Dukung Tanah ekspansif yang terjadi akibat lama perendaman yang diberikan

1.4. Hipotesis Penelitian

Mengidentifikasi besarnya *Swelling* yang terjadi pada tanah ekspansif di Paron, Ngawi dengan adanya pengaruh variasi kadar air pada pemadatan sangat penting. Identifikasi masalah tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Semakin lama perendaman yang diberikan pada tanah ekspansif, maka semakin tinggi pula nilai *swelling* yang terjadi.
2. Semakin tinggi *swelling* yang terjadi akan menjadikan nilai daya dukung tanah tersebut semakin rendah.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi praktisi lapangan, antara lain:
 - Sebagai informasi data karakteristik tanah ekspansif di kecamatan Paron, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur.
 - Dengan mengetahui hubungan antara lama perendaman dengan besarnya *swelling* yang terjadi, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan solusi yang tepat, guna mengatasi permasalahan kerusakan jalan raya di Ngawi, yang terus terjadi sepanjang pergantian musim.
2. Bagi kalangan akademis:
 - Sebagai referensi yang dapat dipakai sebagai acuan penelitian di bidang geoteknik dan mekanika tanah khususnya yang terkait dengan permasalahan tanah ekspansif pada konstruksi jalan maupun konstruksi bangunan pada pekerjaan Teknik Sipil.

1.6. Batasan Penelitian

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, maka pembatasan masalah diberikan sebagai berikut:

1. Benda uji yang digunakan sebagai sampel adalah tanah lempung bersifat ekspansif .
2. Penelitian hanya terbatas pada sifat fisik dan mekanis tanah lempung ekspansif, tanpa menganalisis unsur kimia.
3. Dalam penelitian ini tidak ditinjau perubahan temperatur pada sampel tanah lempung.
4. Uji yang dilakukan adalah sebagai berikut :
 - a. Sifat fisik dan mekanik tanah asli (kadar air, berat jenis, distribusi ukuran butiran tanah)
 - b. Batas-batas konsistensi (batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas)
 - c. Pengujian Free swell
 - d. Pengujian pemadatan tanah (Uji Proktor Standar, Uji CBR)
5. Pengujian dilakukan dengan masa perendaman 0 hari , 1 hari, 4 hari, 7 hari, dan 10 hari selama di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, Das B,M, (1998) mendefenisikan tanah sebagai bahan yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia antara satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah pada umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel), pasir (sand),lanau (silt), dan lempung (clay),tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut.

Peranan tanah ini sangat penting didalam perencanaan dan pelaksanaan bangunan kerana tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada diatasnya. Oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan sebagai pendukung konstruksi haruslah dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*).

2.2 Tanah Lempung

Lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang. Lempung ekspansif memiliki sifat khusus yaitu kapasitas pertukaran ion yang tinggi yang akan mengakibatkan lempung jenis ini memiliki potensi pengembangan yang cukup tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Jika kadar air bertambah, tanah lempung ekspansif akan mengembang disertai dengan kenaikan tekanan air pori dan tekanan pengembangannya. Sebaliknya, jika kadar air turun sampai dengan batas susutnya, lempung ekspansif akan mengalami penyusutan yang cukup tinggi. (Chen, 1975). Atau dengan kata lain, lempung ekspansif memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan kadar air. (Supriyono, 1997).

2.2.1 Kembang Susut Tanah Lempung

Membangun di atas tanah mengembang yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi sering menyulitkan dan membutuhkan kiat-kiat tertentu supaya bangunan yang dibangun di atasnya aman dari kerusakan. Kerusakan pada lantai bangunan (tegel terangkat ke atas), keretakan pada dinding tembok, permukaan jalan bergelombang karena penurunan yang tidak merata adalah contoh-contoh kerusakan yang diakibatkan oleh tanah yang mempunyai kembang susut tinggi. Pengembangan (*swelling*) dan penyusutan (*shrinkage*) pada tanah lempung pada prinsipnya adalah peristiwa perubahan volume. Penyusutan tanah terjadi karena adanya penurunan kadar air akibat evaporasi pada musim kering dan pengembangan terjadi karena adanya penambahan kadar air akibat musim hujan. Peristiwa itu akan berlangsung sepanjang tahun seiring dengan adanya perubahan musim. Untuk menanggulangi peristiwa kembang susut tersebut dapat dilakukan dengan mengubah gradasi butir tanah atau menjaga kadar air dalam tanah tidak mengalami perubahan.

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut, dan sebaliknya bila kadar air bertambah lempung mengembang. Derajat pengembangan tergantung beberapa faktor, seperti: tipe dan jumlah mineral lempung yang ada dalam tanah, luas spesifik lempung, susunan tanah, konsentrasi garam dalam air pori, valensi kation sementasi, adanya bahan-bahan organik dan sebagainya. Perubahan volume tanah yang besar membahayakan bangunan.

Pengembangan lempung adalah hasil dari bertambahnya tebal lapisan ion *diffuse* ketika ada air. Ion-ion manovalent exchangeable sodium akan menyebabkan pengembangan lebih besar dari pada ion-ion kalsium dipalent.

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 merupakan bagian dari makrostruktur lempung dan merupakan zone-zone lemah yang secara signifikan neruduksi kekuatan massa tanah secara keseluruhan, sehingga dapat mempengaruhi stabilitas lereng lempung dan kapasitas daya dukung pondasi. Retak akibat pengeringan permukaan yang sering dijumpai pada lempung dapat

berpengaruh jelek, misalnya pada struktur perkerasan jalan yang dibangun di atasnya. Susut dan retak akibat susut disebabkan oleh penguapan permukaan pada saat musim panas, penurunan muka air tanah, dan isapan akar tumbu-tumbuhan. Ketika musim hujan tanah mendapatkan air lagi dan volume tanah bertambah dan tanah mengembang. Perubahan volume akibat kembang susut sering merusak bangunan gedung ringan dan perkerasan jalan raya.

Pada umumnya perkerasan atau pembangunan gedung dilaksanakan pada musim panas, sehingga tanah permukaan pada kondisi kering. Bangunan tanah yang menutup tanah mencegah penguapan, sehingga tanah dibawah bangunan bertambah kadar airnya oleh akibat kapiler yang menyebabkan tanah lempung mengembang. Jika tekanan yang ditahan oleh perkerasan atau bangunan kurang dari tekanan pengembangan (swelling pressure) maka permukaan tanah akan naik dan akibatnya bangunan yang ada di atasnya akan rusak.

Di dalam kadar air sangat berfluktuasi terutama didekat permukaan tanah. Hal ini karena didekat permukaan tanah dipengaruhi oleh penguapan dan isapan akar tumbu-tumbuhan. Hal yang penting dalam mengevaluasi masalah pengembangan tanah adalah kedalaman *zone aktif*. Kadar air dibawah zone aktif dianggap selalu konstan, sehingga dibawa zone aktif tidak terjadi pengembangan.

Pada proses kembang susut tanah tidak sepenuhnya kembali pada posisi semula. Lempung menjadi *overconsolidated* dan berkurang kemudahmampatnya akibat dari bertambahnya tegangan efektif oleh tekanan kapiler.

Pengembangan merupakan proses yang agak kompleks dibandingkan dengan penyusutan (Young dan Warketin, 1979). Besar dan nilai tekanan pengembangan bergantung pada banyaknya mineral lempung di dalam tanah. Tanah dengan susunan random cenderung lebih mudah mengembang. Kation-kation manovalen dalam lempung (contohnya, *sodium montmorillonite*) akan mengembang lebih besar daripada lempung divalent (contohnya: *kalsium montmorillonite*).

Tabel 2.1 menunjukkan kemungkinan potensi ekspansif tanah hasil dari pengumpulan data uji pengembangan pada lempung dan tanah-tanah ekspansif oleh Holtz (1969) dan USBR (1974). Sedang tabel 2.2 menunjukkan hal yang sama, dari hasil pengalaman Chen (1988) pada era Rocky Mountain.

Tabel 2.1 Potensi pengembangan (holz, 1969: Gibbs,1969,USBR, 1974)

Potensi pengembangan	Pengembangan(%) (akibat tekanan 6,9Kpa)	Persen koloid (<0,001mm) (%)	Indek plastisitas PI (%)	Batas susut SL (%)	Batas cair LL (%)
Sangat tinggi	>30	>28	>35	>11	>65
Tinggi	20-30	20-31	25-41	7-12	50-63
Sedang	10-20	13-23	15-28	10-16	39-50
Rendah	<10	<15	<18	<15	39

Tabel 2.2 Potensi Pengembangan (Chen 1988)

Potensi pengembangan	Persen lolos saringan no.20	Batas cair LL	N-SPT	Kemungkinan Ekspansi (%)	Tekanan Pengembangan (Kpa)
Sangat tinggi	>95	>60	>30	>10	>1000
Tinggi	60-65	40-60	20-30	3-10	250-1000
Sedang	30-60	30-40	10-20	1-5	150-250
Rendah	<30	<30	<10	<1	<50

Pengembangan tanah seperti juga penyusutan, biasanya tanah terkekang dibagian atas permukaan tanah, sehingga merupakan struktur di atasnya, seperti perkerasan jalan, bangunan gedung, dan perkerasan dinding saluran. Tekanan pengembangan sebesar 1000 kpa ekuivalen dengan tinggi timbunan 40 sampai 50 meter (karena berat volume tanah sekitar 20 Kn/m^3). Walaupun tekanan sebesar itu jarang terjadi, namun tekanan pengembangan hanya 100-200 kpa harus diperhitungkan bila membangun timbunan dengan tinggi 5 atau 6 meter, contohnya timbunan untuk subgrade (holzt dan kovacs, 1981). Sebagai perbandingan, gedung bertingkat umumnya mempunyai tekanan tanah sekitar 10 kpa untuk setiap lantai. Dalam kerusakan akibat pengembangan tanah, harus diwaspadai adanya lempung *montmorillonite*.

Selanjutnya Sedd dkk, (1962), dari hasil uji laboratorium pada campuran lempung- pasir yang dipadatkan, memberikan definisi *potensi pengembangan*. Potensi pengembangan (*swelling potensial*) adalah persentase pengembangan dibawah tekanan 6,9 kpa, pada contoh tanah yang dibebani secara terkekang pada

arah lateral, dengan contoh tanah yang dipadatkan pada kadar air optimum sehingga mencapai berat volume kering maksimumnya, menurut standar AASHTO. Didasarkan pada hasil-hasil pengujian- pengujiannya, hubungan empiris potensi pengembangan dengan indeks plastis tanah :

$S =$ potensi pengembangan (persen pengembangan aksial tekanan 6,9 kpa)

$$K = 3,6 \times 10^{-5}$$

IP= indeks plastis.

Memperhatikan petunjuk praktis dari *USBR* mengenai gambaran kemampuan pengembangan tanah, Sedd dkk, (1962) menyarankan klasifikasi derajat ekspansi (*degree of exspantion*) yang ditunjukkan dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi derajat Ekspansif (Seed dkk, 1962)

Derajat ekspansi	Potensi pengembangan, S (%)
Rendah	0-15
Sedang	1,5-5
Tinggi	5-25
Sangat tinggi	>25

Salah satu identitas pengembangan sederhana disarankan oleh *USWPRS* yang disebut uji pengembangan bebas (*free-swell test*) (Holst dan Gibbs, 1956).

Pengujian dilakukan dengan cara menabur perlahan- lahan 10 cm tanah kering dengan butiran lolos saringan no.40, kedalam silinder yang diisi air dengan volume 100 cm³ . dan diamati volume saat keseimbangan telah terjadi. *Pengembangan bebas* didefinisikan sebagai (Holts dan Gibbs, 1956) :

Tabel 2.4 Hubungan % pengembangan dengan derajat pengembangan (Holtz and Gibbs, 1956)

% Pengembangan	Derajat pengembangan
> 100	Kritis
50 – 100	Sedang
< 50	Tidak kritis

$$\text{Pengembangan bebas} = \frac{\text{Volume air} - \text{volume awal}}{\text{Volume awal}} \times 100 \% \quad (2.1)$$



2.3 Parameter Tanah Lempung Ekspansif

Ada beberapa metode yang biasanya digunakan dalam pengidentifikasian tanah lempung ekspansif, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Uji Klasifikasi Teknik

Hasil pengujian *indeks properties* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif. Dari harga indeks plastisitas dan sifat perubahan volume tanah yang berhubungan dengan jumlah partikel yang lebih kecil dari 0,0001 mm, yaitu yang sifatnya tergantung dari gaya permukaan dan bukan gaya gravitasi, Skempton (1953) mengemukakan bahwa dari parameter aktifitas (A_c) sebagai berikut:

$$\text{Aktifitas (A)} = \frac{\text{IndeksPlastisitas}}{C-10}$$

Dimana C = persentase fraksi lempung < 0,002

$A > 1,25$

merupakan tanah aktif dan bersifat ekspansif

$1,25 < A < 0,75$

merupakan tanah normal

$A < 0,75$

merupakan tanah tidak aktif

Tabel 2.5 Hubungan Aktifitas dan Kandungan Mineral

Mineral	Aktifitas
Kaolinite	0,33 – 0,46
Illite	0,99
Montmorillonite (Ca)	1,5
Montmorillonite (Na)	7,2

Sumber : Skempton (1953)

Tabel 2.6 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Kadar Colloid

Data Indeks Properties			% Total Volume Change	Degree Of Ekspansion
Colloid (<0,00 mm)	LiquidLimit (%)	Standart Penetration		
> 15	> 35	< 11	> 30	Very High
20 – 13	25 – 41	7 – 12	20 – 30	High
13 – 23	15 -28	10 – 16	10 – 20	Medium
< 15	< 28	> 15	< 10	Low

Sumber : Holtz & Gibbs (1956)

Tabel 2.7 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan % Lolos Sarngan No. 200 dan Batas Cair

Laboratory And Field Data			% Total Volume Change	Degree Of Ekspansion
Persen Passing No. 200	LiquidLimit (%)	Standart Penetration		
> 95	> 65	> 30	> 10	Very High
60 – 95	40 – 60	20– 30	3 – 10	High
30 – 60	30 - 40	10 – 20	1 – 5	Medium
< 30	< 30	< 20	< 1	Low

Sumber : Chen (1965) dalam Chen (1988)

b. Uji terhadap batas – batas Atterberg

1. Kriteria Altmeyer (1955) dalam Altmeyer (1955)

Kriteria ini menggunakan persen dari tanah lempung karena menurut Altmeyer beberapa laboratorium mekanika tanah tidak menyertakan analisa hidrometer. Dalam menggolongkan tanah ekspansif menggunakan *linear shrinkage* dan *shrinkage limit*(SL).

Tabel 2.8 Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan Linear Shrinkage dan Shrinkage Limit

Linear Shrinkage	SL (%)	Probable Swell	Degree Of Ekspansion
< 5	> 12	< 0,5	Non Critical
5 – 8	10 – 12	0,5 – 1,5	Marginal
> 8	< 12	> 1,5	Critical

Sumber : Altmeyer (1955) dala Altmeyer (1955)

2. Kriteria Raman (1967)

Kriteria Raman ini menggolongkan batas – batas Atterberg pada tanah ekspansif dengan menggunakan dua parameter yaitu PI (*Plasticity Index*) dan SL (*Shrinkage Limit*).

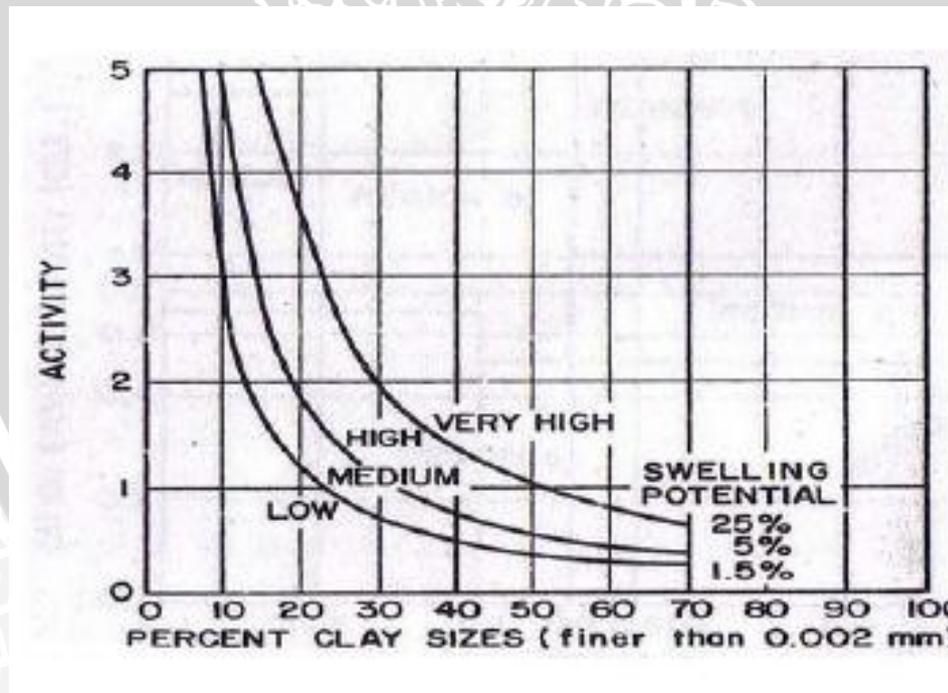
Tabel 2.9 Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan IP dan SL

Plasticity Index (%)	Shrinkage Limit (%)	Degree Of Ekspansion
< 12	< 15	Low
12 – 23	15 – 30	Medium
23 - 30	30 – 40	High
> 30	> 40	Very High

Sumber : Raman (1967)

3. Kriteria Seed (1962)

Pada kriteria Seed ilai *swelling potensial* pada tanah ekspansif ditentukan dengan grafik antara jumlah tanah lempung dalam persen dengan parameter aktivitas (A).



Gambar 2.1 Grafik Klasifikasi Pada Tanah Lempung

4. Kriteria Chen (1988)

Pada kriteria Chen nilai *swelling potensial* pada tanah ekspansif hanya didasarkan pada parameter PI (Plasticity Index) saja.

Tabel 2.10 Kriteria Pengembangan Berdasarkan IP

Plasticity Index (%)	Swelling Potensial
0 – 15	Low
10 – 35	Medium
10 – 35	High
> 35	Very High

Sumber : Chen (1988)

2.4 Penelitian Sifat Fisik Tanah

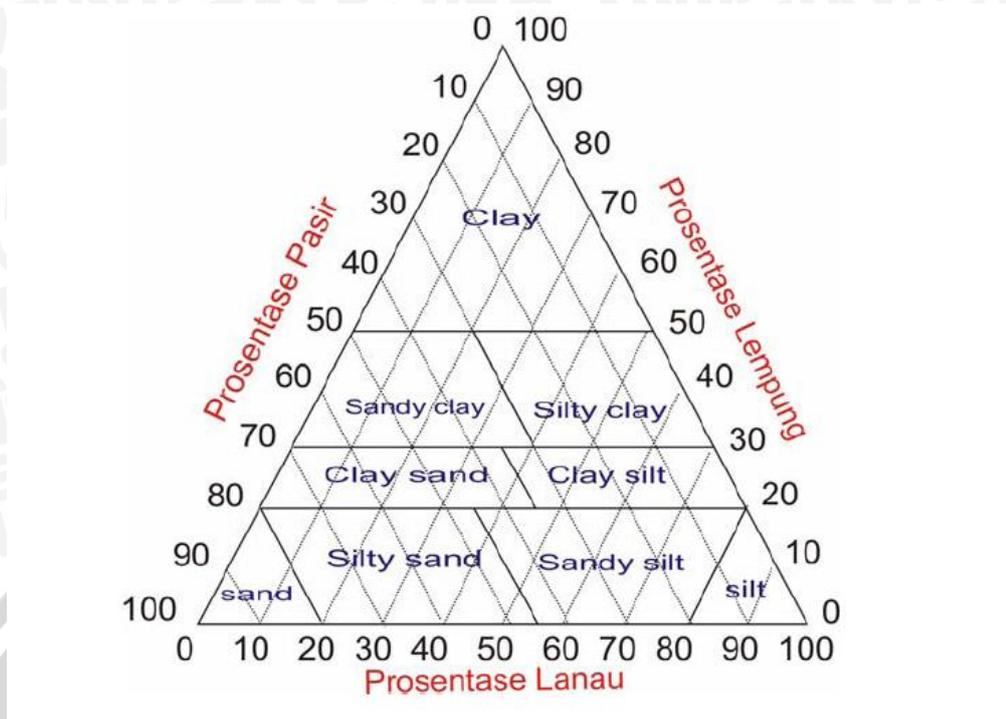
2.4.1 Sistem Klasifikasi tanah

Sistem kalsifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok pemakaiannya. Sebagian besar sistem kalsifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Sistem klasifikasi tanah tersebut ada bermacam-macam tetapi tidak ada satupun yang memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan karena sifat tanah yang bervariasi (*M. Das. Braja, 1995, Hal 64*).

2.4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur

Sistem kalsifikasi tanah berdasarkan tekstur tanah yang dikembangkan oleh Departemen Teknik Sipil (USCS) didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah, yaitu :

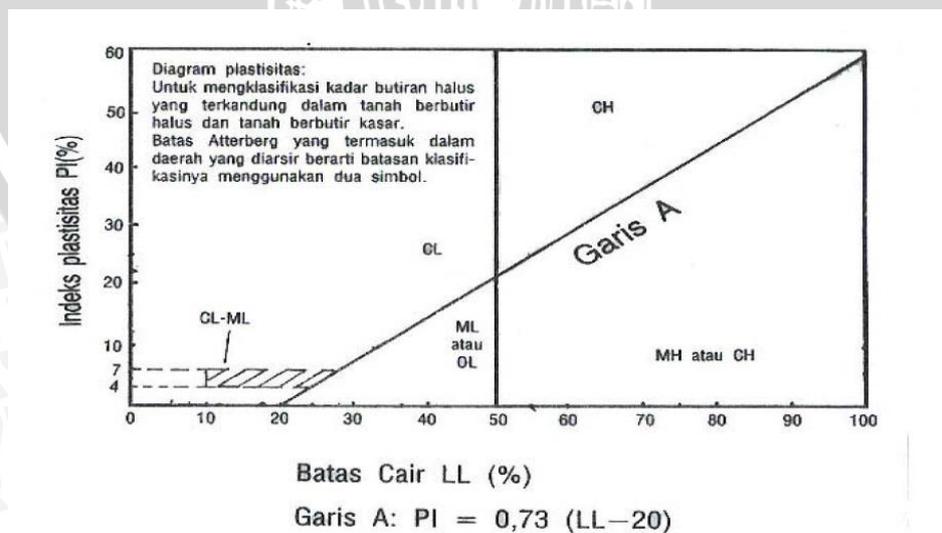
- Pasir : Butiran dengan diameter 2,0 sampai dengan 0,05 mm.
- Lanau : Butiran dengan diameter 0,005 sampai dengan 0,002 mm.
- Lempung : Butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,002 mm.



Gambar 2.2 Grafik Klasifikasi tanah sistem (USCS)

2.4.3 Klasifikasi Tanah Sistem *Unified*

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan hasil hasil laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem Unified Soil Classification. Ada dua golongan besar, tanah tanah yang berbutir kasar < 50 % melalui saringan No 200 dan tanah tanah berbutir halus > 50 % melalui saringan no 200.



Gambar 2.3 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified*

Dalam klasifikasi tersebut terdapat 6 jenis tanah, masing-masing dua diatas A Line yaitu CL dan CH, sedangkan yang di bawah A Line adalah ML & OL untuk Liquid Limit rendah dan MH & OH untuk Liquid Limit tinggi.

Dimana :

- CL : In Organic Clay dengan plastisitas rendah
- CH : In Organic Clay dengan plastisitas tinggi
- ML : In Organic Silt dengan plastisitas rendah
- OL : Organic Silt dengan platisitas rendah
- MH : In Organic Silt dengan plastisitas tinggi
- OH : Organic Silt dengan plastisitas tinggi

Group symbols	Classification criteria		
GW	<i>Classification on basis of percentage of fines</i> Less than 5% pass No. 200 sieve More than 12% pass No. 200 sieve 5% to 12% pass No. 200 sieve GW, GP, SW, SP GM, GC, SM, SC Borderline classification requiring use of dual symbols	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Greater than 4 $C_z = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Between 1 and 3	
GP		Not meeting both criteria for GW	
GM		Atterberg limits plot below A line or plasticity index less than 4	Atterberg limits plotting in hatched area are borderline classifications requiring use of dual symbols
GC		Atterberg limits plot above A line and plasticity index greater than 7	
SW		$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ Greater than 6 $C_z = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Between 1 and 3	
SP		Not meeting both criteria for SW	
SM		Atterberg limits plot below A line or plasticity index less than 4	Atterberg limits plotting in hatched area are borderline classifications requiring use of dual symbols
SC		Atterberg limits plot above A line and plasticity index greater than 7	
ML			
CL	For classification of fine-grained soils and fine fraction of coarse-grained soils Atterberg Limits plotting in hatched area are borderline classifications requiring use of dual symbols Equation of A line: $PI = 0.73 (LL - 20)$		
OL			
MH			
CH			
OH			
PT	Visual-manual identification, see ASTM D 2488.		

Sumber : Krebs & Walker (1971)

Gambar 2.4 Klasifikasi Tanah berdasarkan USCS

2.4.4 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO.

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official Classification*) membagi tanah dalam 7 kelompok. Tanah – tanah dalam kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Indeks kelompok digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dan kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan (*Hardiyatmo H,C, hal 45*) :

$$GI = (F-35) \{ 0,2 + 0,005 (LL - 40) \} + 0,01 (F-15) (PI-10) \dots\dots (2.2)$$

Dimana :

GI = Indeks Kelompok

F = Persen tanah lolos saringan no. 200

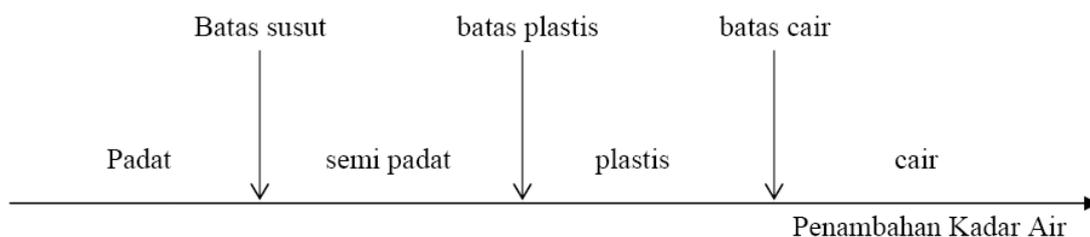
LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastisitas

2.4.5. Batas-batas Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*absorbed water*) dikelilingi partikel lempung. Seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bila kadar airnya (*w*) tinggi, campuran tanah dan air menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang didukung tanah, tanah dapat dipisahkan kedalam empat keadaan dasar yaitu; padat, semi padat, plastis, dan cair, seperti dalam gambar 2.4.

Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage lilit*). Kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*).



Gambar 2.5Batas-Batas Atterberg. (*Hery Christady H*)

1. Batas Cair / *Liquid Limit* (LL)
 Batas cair didefinisikan sebagai kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.
2. Batas plastis / *plastic Limit* (PL)
 Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.
3. Batas susut / *shrinkage limit* (SL)
 Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam persamaan:

$$SL = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(V_1 - V_2)}{m_2} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

- m1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan
- m2 = berat tanah kering oven (gr)
- V1 = volume tanah basah dalam cawan (cm³)
- V2 = volume tanah kering oven (cm³)
- γw = berat jenis air

4. Indeks Plastisitas/ *plasticity index* (IP)

Indeks plastisitas tanah adalah selisih antara batas cair dan batas plastis atau perbedaan antara batas cair dan batas palstis suatu tanah. Indeks palstisitas didapat berdasarkan rumus:

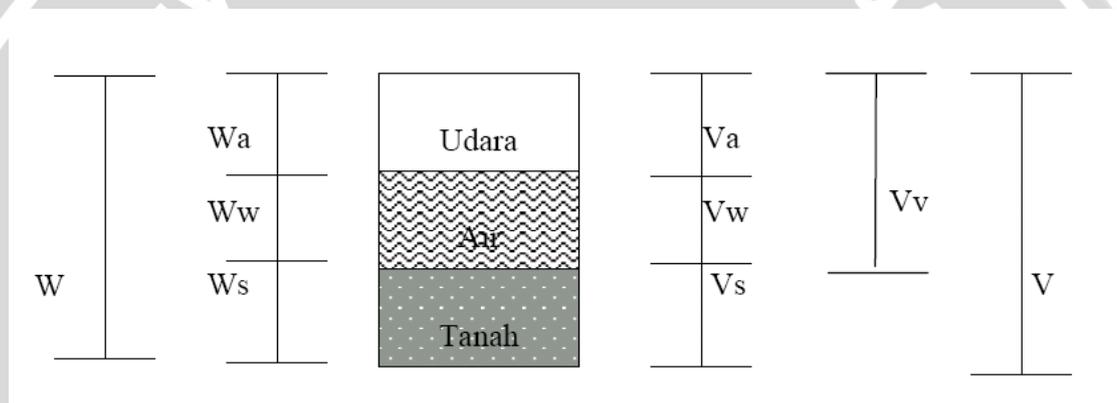
$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan: IP = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

2.5 Penelitian Sifat Mekanik Tanah



Gambar 2.6 Diagram Fase Tanah (HC Hadyatmo, 1992)

Pada segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, hanya akan terdapat dua bagian, yaitu butir butir tanah da pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh terdapat dua bagian yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. bagian bagian tersebut dapa tkita gambarkan dalam diagram fase, seperti gambar 3.1 dari gambar tersebut dapat kita bentuk persamaan berikut:

$W = Ws + Ww$ dan

$V = Vs + Vw + Va$

$Vv = Vw - Va$

Dengan :

Ws = berat butiran padat

Ww = berat cair



V_s = volume butiran padat

V_w = volume air

V_a = volume udara

Berat udara (W_a) dianggap sama dengan nol.

Istilah istilah umum yang dipakai untuk hubungan berat adalah kadar air (*moisture content*) dan berat volume (*unit weight*). Definisi dari istilah- istilah tersebut antara lain:

a. Kadar air (w), didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki, dinyatakan dalam persen.

$$w (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

w = kadar air

W_w = berat air

W_s = berat butiran

b. Berat Volume Tanah (γ) adalah berat tanah per satuan volume, dengan rumus dasar:

$$\gamma = \frac{W_w + W_s}{V} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan :

γ = berat volume

V = volume total

c. Berat jenis (*Spesific Gravity, G_s*) adalah perbandingan antara volume butiran tanah dengan volume air.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \gamma_w} \dots\dots\dots (2.7)$$

Berat jenis tidak mempunyai satuan.



2.5.1 Uji Proktor Standar

Pemadatan adalah suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanik untuk menghasilkan pemampatan partikel. Proctor (1933) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering supaya tanah padat. Diperlukan suatu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai nilai berat volume kering maksimumnya. Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar airnya (w) dinyatakan :

$$\gamma_d = \left(\frac{\gamma_b}{1 + w} \right) \dots \dots \dots (2.8)$$

Dalam pengujian pemadatan, percobaan diulang paling sedikit 5 kali dengan kadar air tiap percobaan divariasikan. Selanjutnya digambarkan sebuah grafik hubungan kadar air dan berat volume keringnya.

Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum. Kadar air pada keadaan ini disebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*). pada nilai kadar air yang rendah, untuk kebanyakan tanah, tanah cenderung bersifat kaku dan sulit dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lebih lunak. Pada kadar air yang tinggi, berat volume kering berkurang. Bila seluruh udara didalam tanah dapat dipaksa keluar pada waktu pemadatan tanah akan berada pada keadaan jenuh dan nilai berat volume kering akan menjadi maksimum.

2.5.2. Uji CBR

Pengujian CBR dipakai untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang akan dipakai pada pembuatan perkerasan jalan raya. Nilai CBR selanjutnya dipakai untuk penentuan tebal perkerasan yang akan dibuat di atas tanah dasar. Semakin besar nilai CBR-nya, maka tebal perkerasannya akan semakin kecil (Wesley, 1977).

Pengujian CBR Laboratorium menggunakan contoh tanah kering udara yang dicampur dengan air sampai kadar air optimum, kemudian didiamkan dalam

kantong plastik selama 24 jam. Contoh tanah kemudian dipadatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 56 kali pada lapisan pertama ($1\frac{1}{4}$) dari tinggi mol, 56 kali pada lapisan kedua ($1\frac{1}{2}$) dari tinggi mol, dan ditumbuk 56 kali 1 mol penuh pada lapisan ke tiga. Untuk pemeriksaan CBR langsung (unsoaked CBR), benda uji telah siap diperiksa nilai CBR-nya.

a. Tujuan Pengujian

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR tanah atau campuran agregat yang didapatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR (*California Boring Ratio*) adalah perbandingan beban penetrasi suatu bahan, (dapat berupa tanah ataupun material perkerasan jalan) dengan bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Biasanya pengujian CBR untuk mengetahui tingkat kekerasan material perkerasan jalan raya. CBR dapat diujikan di laboratorium ataupun dilapangan.

Dengan menggunakan grafik yang telah dibuat, harga CBR dapat dihitung dengan dengan cara membagi masing- masing beban dengan bahan standar CBR pada penetrasi 0,1" dengan beban standar 70,31 kg (1000psi), penetrasi 0,2 " dengan beban standar 1045,47 kg (1500 psi) dan dikalikan dengan 100 %. Umumnya nilai CBR diambil pada penetrasi 0,1 inc. Apabila terjadi koreksi grafik, maka beban yang dipakai adalah beban yang sudah dikoreksi pada 2,54 mm (0,1 inc) dan 5,08 mm (0,2 inc). Dengan catatan apabila nilai CBR pada 0,1 inc lebih kecil dari 0,2 inc maka percobaan harus diulang. Apabila pada pengujian yang kedua ini masih lebih kecil pada 0,1 inc, maka nilai CBR yang dipakai adalah yang terbesar.

2.6 Korelasi Daya Dukung Tanah dan CBR

Suatu Tanah yang akan dibangun konstruksi di atasnya diharuskan mempunyai nilai Daya dukung tanah yang besar. Hal tersebut dimaksudkan agar kekuatan tanah yang ada tidak terlampaui oleh beban yang di atasnya. Apabila kekuatan tanah terlampaui maka penurunan yang berlebihan atau adanya keruntuhan tanah sehingga dapat menyebabkan kerusakan yang ada di atasnya. Untuk tanah lempung pembuatan konstruksi di atasnya akan selalu menimbulkan tegangan pori. Biasanya waktu yang diperlukan untuk penyusutan tegangan pori jauh lebih lama daripada waktu yang diperlukan untuk mendirikan konstruksi diatas

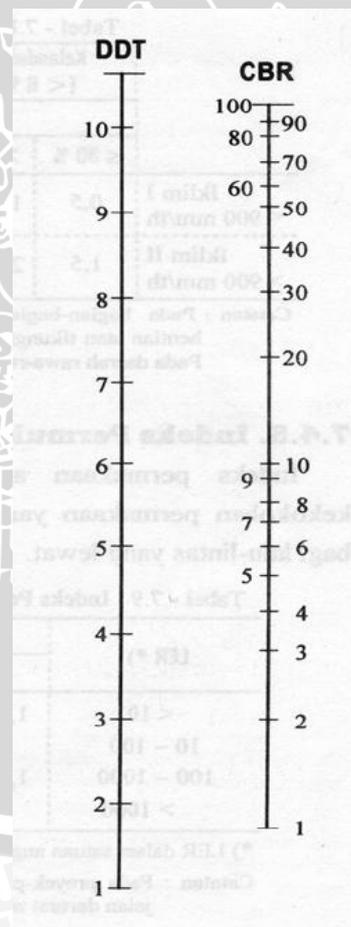
lapisan lempung tersebut, Hal ini berarti bahwa kekuatan geser tanah lempung tidak akan banyak mengalami perubahan selama masa pembangunan konstruksi tersebut.

Nilai Daya Dukung Tanah didapat dari hasil CBR.,ditetapkan berdasarkan grafik korelasi.Yang dimaksud dengan harga CBR di sini adalah harga CBR lapangan ataupun CBR laboratorium.Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan sampel tanah dilakukan dengan tabung (undisturb), kemudian direndam dan diperiksa harga CBRnya.Untuk CBR laboratorium biasanya digunakan sebagai perencanaan pembangunan jalan.

Daya dukung tanah dasar dapat diperoleh dari nilai CBR atau Plate Bearing Test, DCP, dll. Korelasi daya dukung tanah dasar (DDT) dengan CBR subgrade menggunakan grafik pada gambar 2.2

CBR : skala log

DDT : skala linear



Gambar 2.7. Grafik Korelasi DDT dan CBR

(sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen, Hal. 13)

2.7. Penelitian – Penelitian berhubungan dengan pengembangan (*Swelling*) tanah Lempung

Pada penelitian sebelumnya mengenai pengembangan pada tanah lempung, yang dapat digunakan sebagai tinjauan pustaka adalah penelitian mengenai “Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Pengembangan (*swelling*) Tanah Lempung”. Penelitian yang dilakukan oleh Rohmat Junaidi dan yohan Setyawan (2004), pada penelitian ini membahas masalah pengaruh energi yang dihasilkan oleh pemadatan yang berpengaruh terhadap pengembangan (*Swelling*) yang terjadi pada tanah lempung. Dari pengujian ini maka didapatkan hasil, pada pengujian tanah asli sebesar ; Batas Cair (LL) 69,40, batas Plastis (OPL) 44,68, Indeks Plastis (IP) 24,72 dan free swell 60% sehingga menurut sistem klasifikasi tanah menurut Atterberg termasuk jenis tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Penambahan energi pemadatan akan meningkatkan berat volume kering maksimum dan menurunkan kadar air optimum tanah, dari uji prctor diperoleh berat volume kering maksimum $1,34 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum 34,32% dengan energy pemadatan $48,45 \text{ kg/cm}^2$. Dari hasil uji Konsolidasi didapatkan (*swelling*) terkecil 2,79% dengan energy pemadatan $6,06 \text{ kg/cm}^2$ dan pengembangan (*swelling*) terbesar 4,32% dengan energy pemadaan akan meningkatkan pengembangan (*swelling*) tanah.

Penelitian berikutnya diambil dari judul “Pengaruh Pemadatan dan pembahasan terhadap pengembangan (*swelling*) tanah lempung”. Penelitian ini dilakukan oleh, Ferdian Arie W (2003), pada penelitian ini membahas tentang masalah seberapa besar pengaruh pemadatan terhadap pengembangan yang terjadi pada tanah lempung serta pembahasannya. Hasil pengujian yang dilakukan didalam laboratorium, didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 76,36 %, nilai batas plastis (PL) sebesar 46,08 %, nilai indeks plastis (IP) sebesar 30,28 % dan nilai berat jenis (Gs) 2,70 %. Dari hasil uji Free Swell Test, didapatkan nilai pengembangan sebesar 65 %. Pada pengujian sifat mekanik tanah didapatkan hasil uji konsolidasi nilai pengembangan (*swelling*) untuk benda uji A sebesar 5,125 %, B sebesar 5,475 %, C sebesar 5,4836 % D sebesar 30,28 % dan nilai berat jenis (Gs) 2,70. dari uji kuat tekan bebas diperoleh hasil tanah *undisturb* sebesar $0,14560 \text{ kg/cm}^2$, benda uji A sebesar $0,14560 \text{ kg/cm}^2$, B sebesar $2,27513 \text{ kg/cm}^2$, C sebesar $2,87614 \text{ kg/cm}^2$, D

sebesar 2,29401 kg/cm² dan E sebesar 1,20648 kg/cm². Dari hasil penelitian maka peneliti menyimpulkan bahwa untuk tanah lempung asli dimana tanah lempung tersebut tanpa menggunakan stabilisator, semakin besar nilai berat volume tanah keringnya maka semakin besar nilai pengembangannya.

Penelitian selanjutnya adalah “Pengaruh Stabilisasi Tanah Berbutir halus yang Distabilisasi Menggunakan Sulfur / Belerang. Penelitian yang kedua ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Rendra SP ,2001, tanah yang diteliti yaitu tanah yang berasal dari daerah Sedayu, Bantul, Yogyakarta. Pada penelitian variasi kadar campuran aditif 0%, 4%, 6%, 8%, dan waktu pemeraman 0hr, 1hr, 4hr, 7hr, 14hr, ini diperoleh hasil uji Laboratorium pada uji batas konsistensi tanah sebelum dan setelah distabilisasi dengan kadar aditif sebesar 8% tanpa pemeraman.

Tabel. 2.11 Hasil Uji Laboratorium

Parameter Batas-batas Konsistensi	Tanah asli	Tanah dicampur Sulfur/belerang
Batas plastis (PL)	32,75%	35,16%
Batas cair (LL)	52,38%	43,91%
Batas susut (SL)	19,84%	32,71%
Indeks plastisitas (IP)	19,62%	8,75%

Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa stabilisasi tanah dengan penambahan zat aditif yang telah dilakukan mampu menurunkan nilai indeks Plastis (IP) tanah, dengan kata lain stabilisasi tersebut mampu mengubah sifat mekanis tanah sehingga tanah tersebut memiliki nilai Indeks Plastisitas yang lebih kecil dari tanah asli, dengan demikian dapat disimpulkan

bahwa stabilisasi dengan penambahan aditif mampu mengurangi potensi pengembangan (*Swelling*) tanah.

Apabila ditinjau dari penelitian sebelumnya maka permasalahan yang akan diteliti adalah pengaruh Pemadatan pada lama perendaman yang berbeda terhadap pengembangan (*swelling*) dan daya dukung tanah ekspansif yang menggunakan sampel di daerah Paron, Kabupaten Ngawi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan proctor standard dan Uji CBR Laboratorium dengan variasi lama perendaman yang berbeda. Bila dilihat dari Tugas Akhir yang telah ada maka topik yang akan dibahas ini adalah topik yang baru yang belum pernah diteliti oleh mahasiswa lain.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rencana penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahapan, yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium. Perencanaan penelitian penting dilakukan agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik sehingga mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan serta tepat waktu.

3.2 Pekerjaan persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan awal sebagai rangkaian pelaksanaan. Tahap pelaksanaan meliputi studi pendahuluan, konsultasi dengan beberapa nara sumber, pengajuan proposal, mengurus perijinan penelitian dan koordinasi untuk pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium.

3.3 Penentuan Lokasi

Dalam menentukan lokasi sampel tanah, dilakukan peninjauan di tiga lokasi yaitu Kecamatan Padas, Kecamatan Jambangan, dan Kecamatan Paron, kemudian setelah dilakukan tes laboratorium didapatkan hasil bahwa tanah pada Kecamatan Paron memiliki sifat ekspansif yang paling tinggi.

3.4 Pekerjaan lapangan

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah. sampel tanah yang diambil adalah tanah lempung bersifat (*Ekspansif*) yang diambil dari daerah Paron, Ngawi Jawa Timur, dengan cara pengambilan tak terganggu (*disturb soil*).

3.5 Pekerjaan Laboratorium

3.5.1 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a) **Analisa Saringan basah**
 1. Oven
 2. Neraca dengan Ketelitian 0,01 gram
 3. Satu set saringan (No.10,40,80,100,200,pan)
 4. Kuas sendok dan alat-alat lainnya

5. Air

b) Pemeriksaan Berat Jenis

1. Picnometer dengan kapasitas minimum 100 mL atau alat ukur dengankapasitas 50 mL
2. desikator
3. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $\pm 110^{\circ}\text{C}$
4. Neraca dengan ketelitian 0,01 g
5. Thermometer ukuran $0^{\circ}\text{-}5^{\circ}\text{C}$ dengan ketelitian pembacaan 1°C
6. Saringan no 10, no 40 dan penadahnya
7. Botol dan air
8. Larutan gliserin

c) Pemeriksaan Kadar Air

1. Timbangan
2. Cawan

d) Pemeriksaan Batas Konsistensi(Atterberg Limit)

1. Alat batas cair standard
2. *Grooving Tool* dan *Casagrande*
3. Sendok Dempul
4. Neraca dengan ketelitian 0,1 gram
5. Oven
6. Plat Kaca 45x45x0,9 cm
7. Cawan
8. Pipet air
9. Spatula
10. Wadah

e) Uji Hydrometer

1. Hydrometer
2. Thermometer ukuran $0^{\circ}\text{-}5^{\circ}\text{C}$ dengan ketelitian pembacaan 1°C
3. Tabung kaca atau gelas ukur 100 ml
4. Mixer
5. Larutan NaOH dan H₂O₂
6. Air 90 ml

f) Uji swelling dengan Free swell

1. buah tabung kaca atau gelas ukur 100 ml.
2. Tabung kaca atau gelas ukur 500 ml
3. Tanah lolos saringan no 40 sebanyak 100 ml
4. Air 500 ml

g) Uji Berat isi

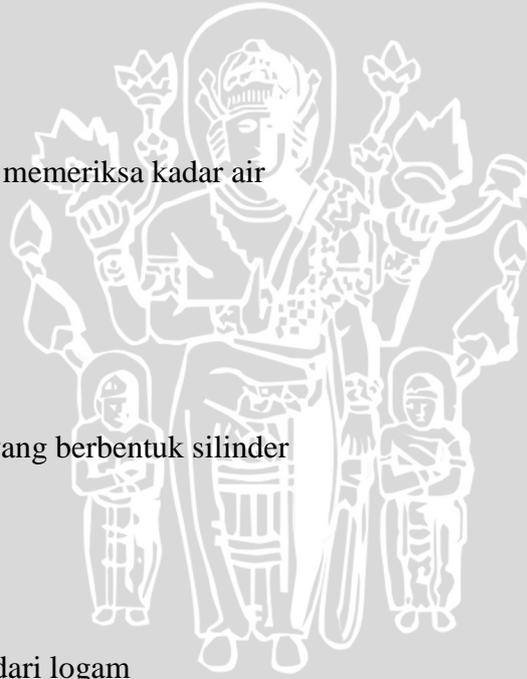
1. buah Ring
2. Oven
3. Timbangan
4. Spatula

h) Uji Proktor Standar

1. Mold pemadatan
2. Alat penumbuk
3. Timbangan
4. Jangka sorong
5. Satu set alat untuk memeriksa kadar air
6. Spatula
7. saringan no 40.

i) Uji CBR

1. Mesin penetrasi
2. Cetakan logam yang berbentuk silinder
3. Piring pemisah
4. Alat penumbuk
5. Keping beban
6. Torak penetrasi dari logam
7. Timbangan.



3.5.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada studi ini hanya berasal dari data primer yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan di laboratorium

3.6. Metode Penelitian

3.6.1. Uji Dasar

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan uji dasar terlebih dahulu terhadap tanah yang akan dipakai. Berikut metode pengujian fisika tanah dan sifat mekanis tanah:

- a. Pemeriksaan analisis saringan
- b. Pemeriksaan berat jenis tanah
- c. Kepadatan standart
- d. Kadar air tanah
- e. Uji Free Swell
- f. Uji berat isi
- g. Uji Hydrometer

3.6.2. Uji Perilaku

Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman pada pemadatan terhadap swelling dilakukan uji perilaku sebagai berikut :

- a. Tumbuk sampel tanah yang sudah dikeringkan dan ambil yang lolos saringan no.4 sebanyak 5 Kg untuk masing-masing sampel.
- b. Campur tanah tersebut dengan kadar air optimum (nilai kadar air optimum didapatkan dari hasil uji proctor (diambil 30,169 %))
- c. Untuk sampel pertama, tanah diisikan kedalam mold standar hingga setengah tinggi kemudian ditumbuk dengan penumbuk standar sebanyak 25kali pukulan secara merata hingga memadat dan mengisi kira-kira sepertiga dari tinggi mold.
- d. Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga,
- e. Melepaskan collar dan meratakan tanah yang berlebihan dengan pisau perata
- f. Dilakukan tes CBR tanpa Redaman pada sampel pertama.
- g. Percobaan diulang pada sampel kedua dan dilakukan tes CBR rendaman dengan menggunakan variasi lama perendaman 1 hari

- h. Percobaan diulang pada sampel ketiga, keempat dan ke lima dengan variasi lama perendaman yaitu 4 hari, 7 hari, dan 10 hari.

3.7 Rancangan Penelitian

Pada percobaan ini dilakukan 5 perlakuan, dimana masing-masing perlakuan terdiri dari 3 buah benda uji yang sudah dalam kondisi kadar air optimum, setelah itu dilakukan pengujian pemadatan dengan 5 variasi lama perendaman yaitu, 0 hari, 1 hari, 4 hari, 7 hari, dan 10 hari. Untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *swelling* dan daya dukungnya maka dilakukan uji CBR.

3.8 Variabel Penelitian

Terdapat dua hubungan dalam variable, misalnya untuk variable X dan Y. Jika variable Y disebabkan oleh variable X, maka variable Y adalah variable dependent (konsekuensi) dan variable X adalah variable bebas (antecedent)

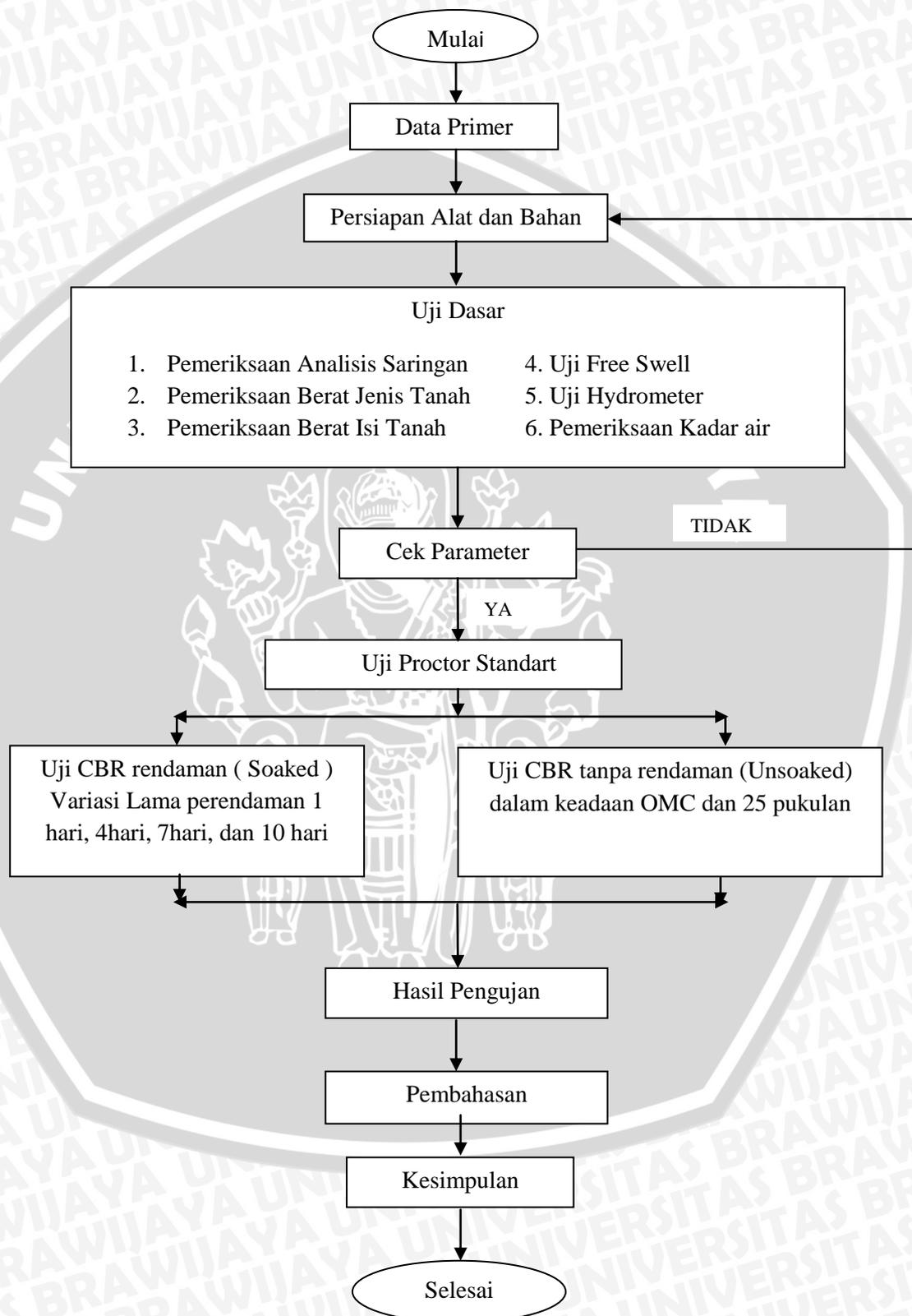
Variable dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Variable bebas dalam penelitian ini antara lain:
 - Tanah yang digunakan yaitu dalam keadaan OMC (diambil 30,169 %)
 - Masa Perendaman 0, 1 hari, 4 hari, 7 hari, dan 10 hari
- b) Variable dependent dalam penelitian ini antara lain:
 - Swelling yang terjadi pada tanah ekspansif
 - Daya dukung tanah

3.9 Analisis Data

Dari hasil penelitian yang dilakukan didalam laboratorium mekanika tanah, Fakultas Teknik Sipil Universitas Brawijaya, dengan menggunakan tanah lempung ekspansif yang diambil di Kecamatan Paron, Ngawi diperoleh hasil yang meliputi sifat fisik dan mekanik tanah. Sifat –sifat mekanik tanah lempung diperoleh dari pengujian pemadatan tanah(Uji Proktor Standar, dan Uji CBR) . Hasil dari pengujian akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang meliputi sifat tanah dan sifat mekanik tanah

3.10 Bagan Alir Tahapan Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

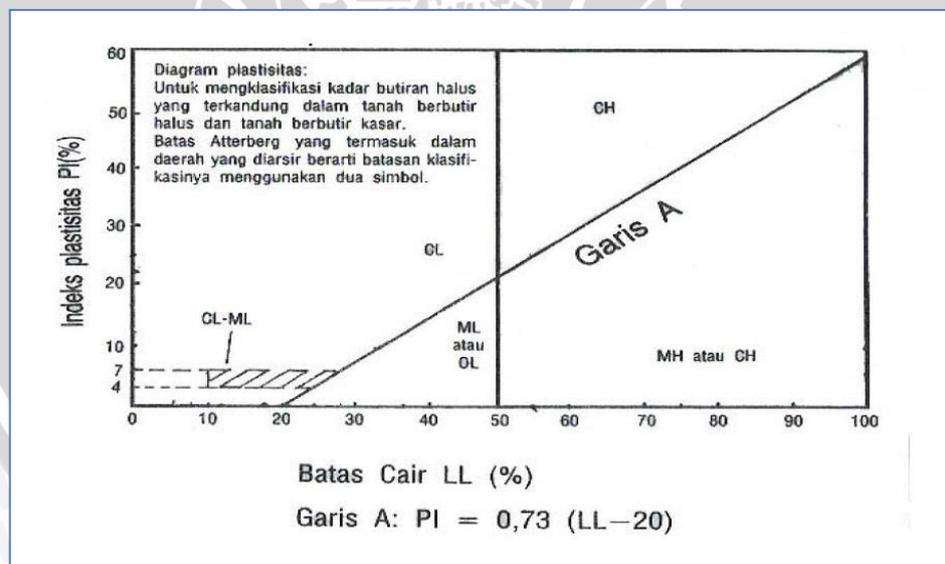
Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian yang dilakukan di dalam laboratorium Mekanika Tanah, Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Secara garis besar, pada tahap uji laboratorium yang dilakukan yaitu untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanis dari tanah lempung yang diambil dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi Jawa Timur. Sifat-sifat mekanis yang diperoleh adalah hasil dari pengujian pemadatan tanah dengan menggunakan variasi lama perendaman. Hasil dari pengujian akan dipaparkan dalam bentuk tabel dan grafik, meliputi sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah.

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Karakteristik Material Uji

1. Sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*)

Sistem klasifikasi ini paling banyak diaplikasikan pada pengujian tanah. Sistem klasifikasi USCS merupakan sistem pengelompokan berbasis hasil – hasil percobaan Laboratorium.



Gambar 4.1 Grafik Klasifikasi Tanah Sistem *Unified*

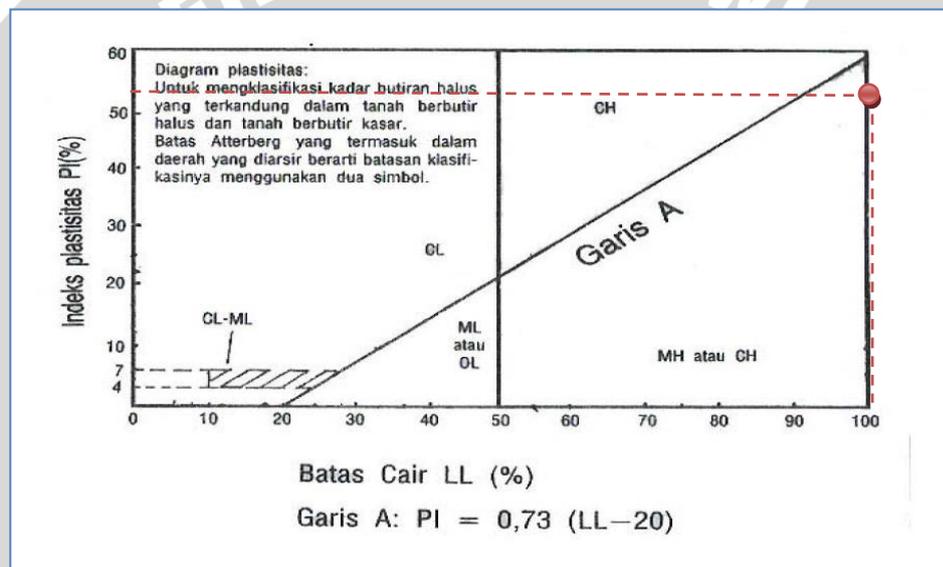
Sumber : Hary Christadi Hardiyatmo, 2002, Mekanika Tanah 1, hal.48

Adapun hasil dari pengujian laboratorium menunjukkan data properties tanah yang diperoleh adalah :

- a. Batas cair (LL) = 103,887 %
 b. Batas plastis (PL) = 47,527 %
 c. Indek plastis (IP) = 56,361 %

Dari data propeties tanah yang diperoleh diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu

- a. Berdasarkan nilai prosentase lolos saringan NO.200 Tanah Lempung di atas, prosentase tersebut lebih dari 50%, maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan golongan tanah berbutir halus.
 b. Dari Tabel sistem klasifikasi USCS, untuk data batas cair dan Indeks plastisitas diplotkan pada diagram plastisitas sehingga didapatkan identifikasi tanah yang lebih spesifik.



Gambar 4.2 Diagram Plastisitas Tanah Berbutir Halus USCS

Dapat dilihat pada gambar 4.2 bahwa hasil pengeplotan menunjukkan satu titik pertemuan pengeplotan di bawah garis A, yang mana titik temu ini menjelaskan jenis tanah yang diuji. Dengan merujuk pada hasil di atas maka tanah berbutir halus Paron yang diuji termasuk kedalam kelompok MH yaitu InOrganic Silt dengan plastisitas tinggi.

2. Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official Classification*) membagi tanah dalam 7 kelompok. Tanah – tanah dalam kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg.

Untuk mendapatkan pengelompokan yang lebih detail maka dihitung Indeks kelompoknya dengan persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} GI &= (F-35) [0,2+0,005(LL-40)] + [0,01(F-15)(PI-10)] \\ &= (97,55 - 35) \times [0,2+0,005 \times (103,887 - 40)] + [0,01 \times (97,55- \\ &\quad 15) \times (56,36-10)] \\ &= 70,737 \end{aligned}$$

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO maka tanah lempung yang berasal dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi Jawa ini dapat dikategorikan ke dalam kelompok tanah berlempung.

4.1.2 Pengujian Berat Jenis Tanah

Pemeriksaan Berat Jenis pada penelitian ini menggunakan 3 buah labu ukur yang dikalibrasi terlebih dahulu guna mengetahui air pada suhu tertentu, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Kalibrasi ukur

No	Labu ukur 1		Labu ukur 2		Labu ukur 3	
	Berat labu ukur + air (gram)	Suhu C	Berat labu ukur + air (gram)	Suhu C	Berat labu ukur + air (gram)	Suhu C
1	150.5	55	147.5	55	147.8	68
2	151.1	48	148.9	49	149	48
3	151.4	44	149	42	149.5	43
4	151.7	39	149.4	38	149.6	40
5	151.7	34	149.7	33	149.7	34
6	151.8	31	149.7	31	149.8	33

Tabel 4.2. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah labu ukur 1

Uraian	Keterangan	Perhitungan				
Berat Labu Ukur	dari hasil percobaan	56.2				
Berat Tanah kering (Ws)	diketahui	20				
Berat Labu Ukur+Air+Tanah (W1)	dari hasil percobaan	170.000	170.700	171.900	172.200	172.500
Suhu (°C)	dari hasil percobaan	66	55	40	34	30
Berat Labu Ukur+Air (W2)	$(-0.058 \cdot T) + 161.5$	157.672	158.310	159.180	159.528	159.760
Berat Jenis Air (G1)	diketahui	0.980	0.986	0.992	0.994	0.996
Berat Jenis Tanah (GS)	$(Ws \cdot G1) / (Ws \cdot (W1 - W2))$	2.555	2.591	2.726	2.714	2.743
Rata-rata Berat Jenis	$\Sigma GS / 8$	2.693				

Tabel 4.3. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah labu ukur 2

Uraian	Keterangan	Perhitungan			
Berat Labu Ukur	dari hasil percobaan	46.3			
Berat Tanah kering (Ws)	diketahui	20			
Berat Labu Ukur+Air+Tanah (W1)	dari hasil percobaan	157.100	157.400	158.400	158.800
Suhu (°C)	dari hasil percobaan	71	54	38	31
Berat Labu Ukur+Air (W2)	$(-0.042 \cdot T) + 148$	145.018	145.732	146.404	146.698
Berat Jenis Air (G1)	diketahui	0.977	0.986	0.993	0.995
Berat Jenis Tanah (GS)	$(Ws \cdot G1) / (Ws \cdot (W1 - W2))$	2.468	2.367	2.481	2.521
Rata-rata Berat Jenis	$\Sigma GS / 8$	2.456			

Tabel 4.4. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah labu ukur 3

Uraian	Keterangan	Perhitungan			
Berat Labu Ukur	dari hasil percobaan	59.100			
Berat Tanah kering (Ws)	diketahui	20.000			
Berat Labu Ukur+Air+Tanah (W1)	dari hasil percobaan	168.400	169.800	170.000	170.200
Suhu (°C)	dari hasil percobaan	63	35	31	28
Berat Labu Ukur+Air (W2)	$(-0.055 \cdot T) + 159,3$	155.835	157.375	157.595	157.760
Berat Jenis Air (G1)	diketahui	0.982	0.994	0.995	0.996
Berat Jenis Tanah (GS)	$(Ws \cdot G1) / (Ws \cdot (W1 - W2))$	2.641	2.625	2.621	2.636
Rata-rata Berat Jenis	$\Sigma GS / 8$	2.627			

Dari beberapa percobaan di atas diperoleh GS rata-rata untuk tanah lempung dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi adalah sebesar 2.592

4.1.3 Pengujian Analisis Saringan

Uji analisis butiran terbagi menjadi dua bagian pengujian, yaitu uji analisis saringan (dengan metode basah) dan uji analisis hidrometer. Analisis hidrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah lolos saringan no. 200. Sedangkan uji analisis saringan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah yang tertahan saringan 200. Karena tanah lempung cukup sulit dalam proses pengayakan, maka uji analisis

saringan dilakukan dengan metode basah (*Wet Sieve Analysis*), sehingga hasil ukuran butiran yang diperoleh lebih valid.

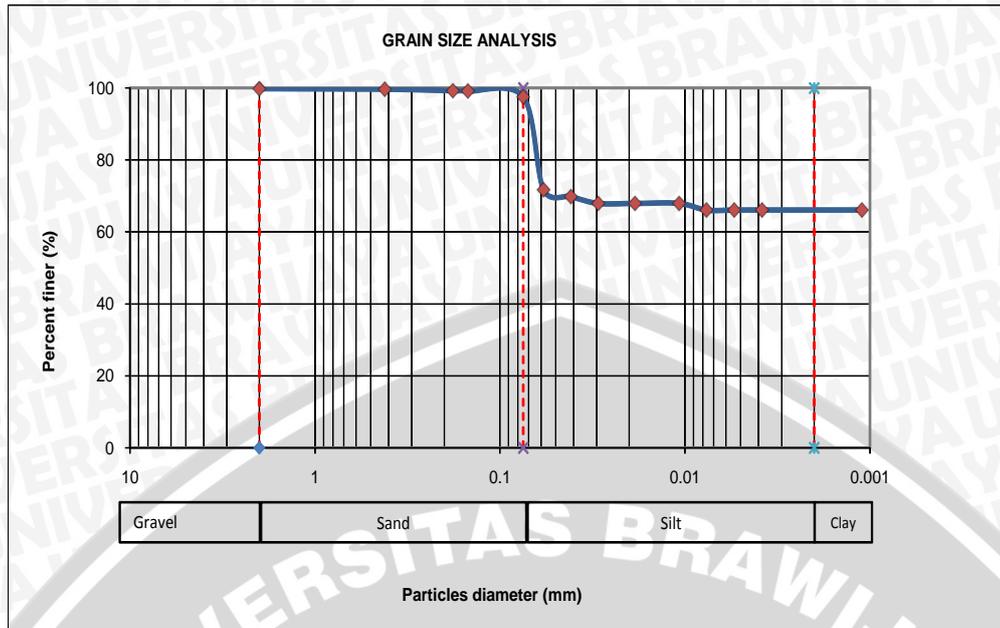
Hasil pengujian analisis butiran tercantum pada tabel-tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Lempung

No Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat tertahan (gr)			
			Jumlah Tertahan	Presentase Tertahan %	Presentasi Lolos %
No. 10	2	0.80	0.8	0.20	99.8
No. 40	0.42	0.80	1.60	0.40	99.60
No. 80	0.18	1.50	3.10	0.78	99.23
No. 100	0.149	0.40	3.50	0.88	99.13
No. 200	0.075	6.30	9.80	2.45	97.55
PAN		390.20	400.00		

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Lempung

Waktu T (menit)	Pembacaan Hydrometer Ra	Composite Correction	Pembacaan Hydrometer terkoreksi R	Temperatur (C)	Kedalaman L (cm)	Konstanta K	Diameter Butiran D (mm)	Berat Lebih Kecil P %
0.5	1.02500	0.006	1.01900	31	9.7	0.01321	0.05813	71.713
1	1.02450	0.006	1.01850	30	9.8	0.01321	0.04138	69.825
2	1.02400	0.006	1.01800	30	10.0	0.01321	0.02946	67.938
5	1.02400	0.006	1.01800	30	10.0	0.01321	0.01863	67.938
15	1.02400	0.006	1.01800	30	10.0	0.01321	0.01076	67.938
30	1.02350	0.006	1.01750	30	10.1	0.01321	0.00766	66.051
60	1.02350	0.006	1.01750	30	10.1	0.01321	0.00541	66.051
120	1.02350	0.006	1.01750	30	10.1	0.01321	0.00383	66.051
1440	1.02350	0.006	1.01750	28	10.1	0.01321	0.00111	66.051



Gambar 4.3. Grafik Analisis Butiran

Tabel 4.7. Fraksi Butiran Tanah Lempung

Finer # 200	97,55 %	D(10)mm	0
		D(30)mm	0
Gravel	0,00 %	D(60)mm	0
Sand	2,25 %	$C_u = D_{60}/D_{10}$	0
Silt	31,5 %	$CC = D_{30}^2 / (D_{10} \times D_{60})$	0
Clay	66,051%	D(50)mm	0

Dari grafik yang didapatkan di atas, tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini memiliki prosentase distribusi butiran sebagai berikut :

- Pasir sebesar 2,25 %
- Lanau sebesar 31,5 %
- Lempung sebesar 66,051 %

4.1.4 Pengujian Kadar Air

Maksud dari pengujian kadar air tanah adalah mengetahui nilai perbandingan antara berat air di dalam tanah dengan berat butiran tanah tersebut dalam satuan persen (%). Hasil Pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.8. Pengujian Kadar Air

Sampel	1	2	3
berat cawan	5.7	5.7	4.2
berat cawan + tanah basah	25.9	38.4	28.4
berat cawan + tanah kering	20.3	28.9	21.2
berat air	5.6	9.5	7.2
berat tanah kering	14.6	23.2	17
kadar air	38.356	40.948	42.353
Kadar air rata-rata	40.552		

Dari hasil pengujian kadar air maka dapat diketahui tanah lempung dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi mengandung kadar air sebesar 40,552 %.

4.1.5 Pengujian Berat Isi Tanah (Density) dan Porositas Tanah

Pengujian berat isi tanah memiliki tujuan untuk mengetahui berapa berat volume suatu sampel tanah. Pengujian porositas bertujuan untuk mengetahui nilai angka pori pada suatu sampel tanah. Pada pengujian yang telah dilakukan, mendapatkan hasil sebagai berikut ini :

Tabel 4.9. Pengujian Berat Isi dan Porositas Tanah

Titik No./Kedalaman		satuan	1	2
Tinggi Ring		cm	2.600	2.600
Diameter Ring (tabung)		cm	2.300	2.300
1	Berat Ring	gr	18.6	18.6
2	Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.2	36.1
3	Berat Tanah (2) - (1)	gr	17.6	17.5
4	Volume Tanah (Volume Ring)	cm ³	10.80237	10.80237
5	Berat Isi Tanah (3)/(4)	gr/cm ³	1.62927	1.62002
6	Berat Ring + Tanah Kering	gr	30.8	30.4
7	Berat Tanah Kering (6) - (1)	gr	12.2	11.8
8	Berat Air (3) - (7)	gr	5.4	5.7
9	Kadar Air (8)/(7)*100%	%	44.26230	48.30508
10	$\gamma_d (7) / (4)$	gr/cm ³	1.12938	1.09235
	$\gamma_{d \text{ rata-rata}}$	gr/cm ³	1.11087	
11	Berat Jenis (Gs)		2.592304349	
12	Volume Tanah Kering (7)/(Gs)* γ_w	cm ³	4.70624	4.55193
13	Isi Pori (4) - (12)		6.09613	6.25043
14	Derajat Kejenuhan Sr = (8)/(13)*100%	%	88.58081	91.19370
15	Porositas (13)/(4)*100%	%	56.43327	57.86169
16	Rata-rata Porositas	%	57.14748	

Contoh tanah diambil menggunakan ring dengan tinggi 2,60 cm dan diameternya 2,30 cm. Nilai berat isi tanah adalah perbandingan dari berat tanah asli dengan volume ring. Dari 2 sampel yang digunakan didapat nilai rata-rata berat isi tanah sebesar 1,624 gr/cm³.

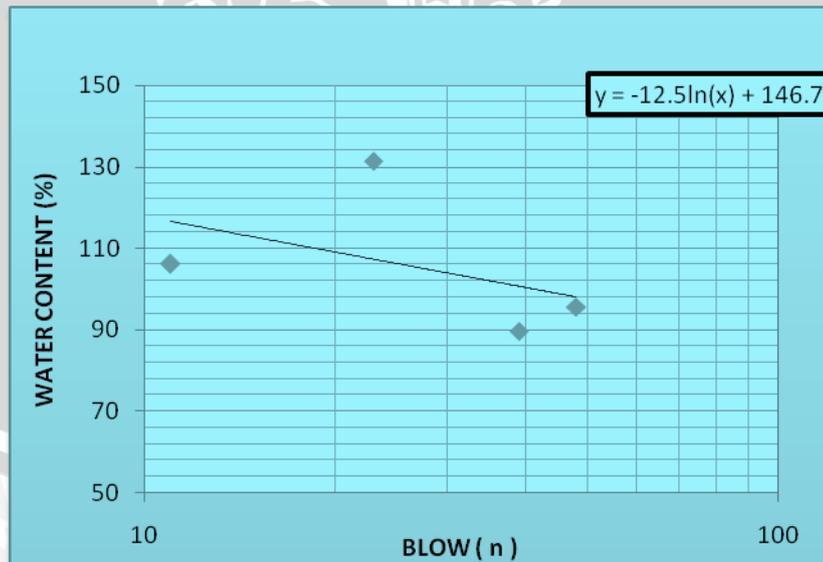
Berat isi kering menunjukkan tingkat kepadatan tanah asli di lapangan yang dihasilkan dari perbandingan berat tanah kering dengan volume tanah dalam ring. Berat isi kering (γ_d) yang dihasilkan yaitu 1,11087 gr /cm³ dengan angka pori sebesar 57,1478%. dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi.

4.1.6 Pengujian Batas – Batas Konsistensi

Pengujian batas-batas konsistensi atau biasa disebut *Atteberg Limit* terdiri dari tiga penelitian yaitu sebagai berikut :

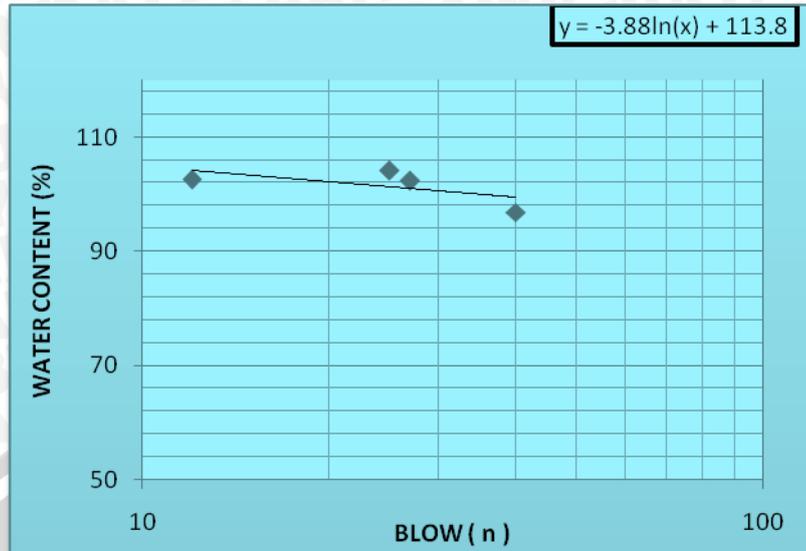
a. Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*)

Pengujian batas cair memiliki tujuan untuk menentukan batas cair suatu tanah dan mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dengan ukuran butir lolos saringan no.40. Hasil dari pengujian yang telah didapatkan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara Pukulan dengan Kadar Air Sampel 1





Gambar 4.5. Grafik Hubungan antara Pukulan dengan Kadar Air Sampel 2

Dari grafik yang diperoleh di atas, untuk ketukan ke 25 dimasukkan nilai $x = 25$ pada persamaan yang diperoleh, sehingga diperoleh pada sampel 1 $LL = 106.464\%$ dan pada sampel 2 $LL = 101.311\%$. Maka nilai batas cair untuk tanah dari daerah paron Kabupaten Ngawi adalah sebesar 103.887% .

b. Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit*) dan Indeks Plastis

Pengujian batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi plastis. Hasil dari pengujian yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.10. Pengujian Batas Plastis sampel 1

Banyaknya pukulan	Satuan	
No. cawan		1
Berat cawan	gr	4.2
Berat cawan + t. basah	gr	10.8
Berat cawan + t. kering	gr	8.7
Berat air	gr	2.1
Berat tanah kering	gr	4.5
Kadar air	%	46.667

Tabel 4.11. Pengujian Batas Plastis sampel 2

Banyaknya pukulan	satuan	
No. cawan		2
Berat cawan	gr	5.6
Berat cawan + t. basah	gr	10.2
Berat cawan + t. kering	gr	8.7
Berat air	gr	1.5
Berat tanah kering	gr	3.1
Kadar air	%	48.387

Dari data yang diperoleh di atas, didapatkan batas plastis (PL) rata-rata untuk tanah dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi ini adalah sebesar 47.527 %, sehingga Indeks Plastis yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned}
 IP &= LL - PL \\
 &= 103.887 - 47.527 \\
 &= 56.3605 \%
 \end{aligned}$$

c. Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Pengujian batas susut memiliki tujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat. Dan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12. Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

no. cetakan	1	2	3	4
berat cetakan	14.8	14.6	30.1	16.6
berat cetakan + tanah basah	52.4	50.1	48.1	50.9
berat cetakan + tanah kering	33.2	32	38.9	33.3
berat tanah basah	37.6	35.5	18	34.3
berat tanah kering	18.4	17.4	8.8	16.7
berat air	19.2	18.1	9.2	17.6
isi tanah basah	27.5	26.5	13.5	25
isi tanah kering	10	10	5	9
kadar air	104.35	104.02	104.55	105.39
SL	9.24	9.20	7.95	9.58
SL rata2	8.99			

Dari data yang diperoleh di atas, menunjukkan bahwa batas susut untuk tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi adalah sebesar 8,99 %.

Dari kurva yang didapatkan di atas, dapat diketahui bahwa tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini memiliki nilai kadar air optimum (OMC) sebesar 30,169 % dengan berat volume kering maksimum (γ_d maks) sebesar 1,142 gr/cm³.

4.2. Pengujian Free Swell (Uji Pengembangan)

Pada uji pengembangan bebas (*free swell test*), (Gibbs and Holtz, 1956) yang telah dilakukan di laboratorium mekanika tanah Universitas Brawijaya didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.13. Pengujian Free swell

Waktu (menit)	Volume Sampel 1 (ml)	Volume Sampel 2 (ml)
0	10	10
5	27	30
10	27	30
20	27	30
30	27	30
Rata-rata	28,5	

$$\begin{aligned}
 \text{Pengembangan Bebas} &= \frac{\text{Volume Akhir} - \text{Volume Awal}}{\text{Volume Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{28,5 - 10}{10} \times 100\% \\
 &= 185 \%
 \end{aligned}$$

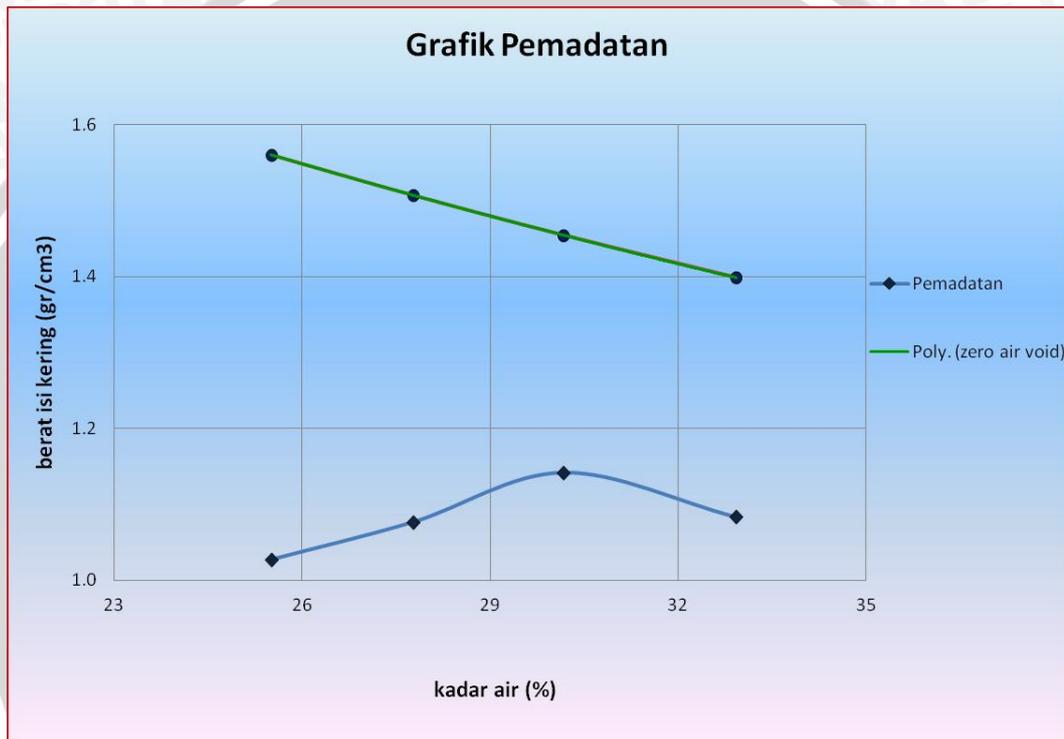
Pada pengujian pengembangan bebas yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Brawijaya ini, diperoleh hasil pengembangan yang terjadi adalah sebesar 185 %.

4.3. Pengujian Pemadatan Tanah (Proktor Standar)

Pengujian proktor standar bertujuan untuk menentukan hubungan kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan cetakan, sampel tanah lolos saringan No.4. Selain itu pengujian ini digunakan untuk mencari nilai kepadatan maksimum (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*) dari suatu sampel tanah. Pada pengujian proktor standar didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.14.Hasil Pengujian Proktor Standar

penambahan air	ml	350	350	400	450
kadar air (w)	%	25.507	27.768	30.169	32.923
GS	gr/cm ³	2.592	2.592	2.592	2.592
berat jenis air (γ_w)	gr/cm ³	1	1	1	1
berat jenis zero air void (γ_{zav})	gr/cm ³	1.560	1.507	1.455	1.399

**Gambar 4.6.**Kurva Hubungan Kadar air dengan Berat Isi Kering

Dari kurva yang didapatkan di atas, dapat diketahui bahwa tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini memiliki nilai kadar air optimum (OMC) sebesar 30,169 % dengan berat volume kering maksimum (γ_d maks) sebesar 1,142 gr/cm³.Maka nilai Kadai Air Optimum tersebut digunakan sebagai pedoman pencampuran sampel benda uji pada pengujian selanjutnya.

4.4. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pada penelitian ini pengujian CBR dibedakan menjadi dua bagian yaitu CBR terendam (*soaked*) dan CBR tidak terendam (*unsoaked*).

4.4.1. CBR Rendaman (*Soaked*)

Pengujian CBR ini dilakukan di Laboratorium mekanika tanah Universitas Brawijaya dengan tujuan untuk mengetahui nilai CBR dari suatu sampel tanah setelah terendam air dalam jangka waktu tertentu, sehingga pada keadaan ini tanah mengalami pengembangan yang maksimum, dimana tanah dan cetakan direndam di dalam air.

Pengambilan data *swelling* dari pengujian yang dilakukan dilaboratorium menggunakan sampel pengujian CBR pada saat perendaman, dilakukan variasi lama perendaman yaitu 1 hari, 4 hari, 7 hari, dan 10 hari dengan durasi pengambilan data pada pembacaan pertama dimulai pada jam ke 0, kemudian 0,1 ; 0,2 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 4 ; 8 ; 15; 30; 60; 120; 240; 480; 1440 menit.

a. Rendaman selama 1 hari

Pengambilan data *swelling* dan data nilai CBR ini dilakukan pada pengujian rendaman yang telah direndam selama 1 hari dan menggunakan 3 sampel. Hasil dari pengujian CBR dengan variasi lama perendaman 1 hari diperoleh sebagai berikut :



Gambar 4.7. Grafik Hubungan antara Nilai *Swelling* dan Waktu perendaman 1 hari

Tabel 4.15. Hasil Uji *Swelling* perendaman 1 hari

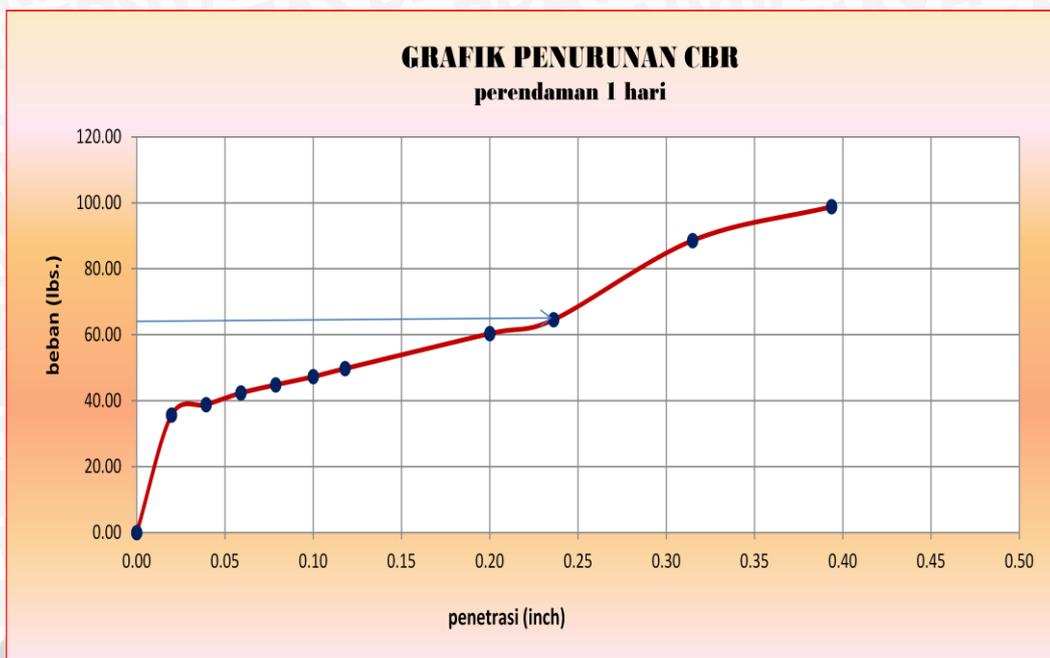
No.	Waktu (menit)	Nilai Pengembangan (in)	Nilai rata-rata pengembangan (%)
1	0	0	0
2	0.1	0.00394	0.08333
3	0.2	0.00971	0.20556
4	0.5	0.01955	0.41389
5	1	0.02546	0.53889
6	2	0.03780	0.80000
7	4	0.05092	1.07778
8	8	0.07060	1.49444
9	15	0.09304	1.96944
10	30	0.11194	2.36944
11	60	0.13898	2.94167
12	120	0.16339	3.45833
13	240	0.18451	3.90556
14	480	0.21627	4.57778
15	1440	0.24777	5.24444

Tabel 4.16. Data Uji *swelling* dengan rendaman 1 hari

Keterangan	sampel 1		Sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat Mold	7516		7624		7278	
Berat mold + tanah	10875	11340	11198	11369	10890	11065
Berat tanah	3359	3824	3574	3745	3612	3787
diameter mold (in)	6	6	6	6	6	6
Luas Tanah (in ²)	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29	28.29
tinggi sampel tanah (Hmold-Hbesi) (in)	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72
Volume tanah (in ³)	133.63	133.63	133.63	133.63	133.63	133.63
berat isi basah	95.76	109.01	101.89	106.76	102.97	107.96
kadar air	30.18	36.46	29.27	31.91	30.13	33.16
berat isi kering	73.56	79.89	78.82	80.93	79.13	81.07

Data swelling	sampel 1		sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat beban (lb)	9.921		9.921		9.921	
lama waktu	0	96	0	96	0	96
Pembacaan dial (in)	0	0.263	0	0.245	0	0.235
h sampel tanah (in)	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724
Swell (%)	0	5.558	0	5.192	0	4.983

Berdasarkan hasil pengujian *Swelling*, maka didapatkan nilai *swelling* sebesar 5,244 % untuk rendaman 1 hari



Gambar 4.8. Grafik Hubungan antara Beban dan Penetrasi perendaman 1 hari

Tabel 4.17. Data Uji CBR Rendaman 1 hari

Calibration Factor = 10.585

Penetrasi (mm)	Penetrasi (inch)	Pembacaan Arloji	Beban (lbs)
0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	3.4	35.6
1	0.04	3.7	38.8
1.5	0.06	4.0	42.3
2	0.08	4.2	44.8
2.5	0.10	4.5	47.3
3	0.12	4.7	49.7
5	0.20	5.7	60.3
6	0.24	6.1	64.6
8	0.31	8.4	88.6
10	0.39	9.3	98.8

CBR value

Penetration Dial	Load (lbs)	CBR Value (%)
0.1 "	47.3	1.6
0.2 "	60.3	1.3

Dari data di atas didapatkan $CBR_{0.1} > CBR_{0.2}$, sehingga dipakai nilai CBR pada penetrasi 0.1 inchi sebesar 1.6 %

b. Rendaman selama 4 hari

Pengambilan data *swelling* dan data nilai CBR ini dilakukan pada pengujian rendaman yang telah direndam selama 4 hari dan menggunakan 3 sampel. Hasil dari pengujian CBR dengan variasi lama perendaman 4 hari diperoleh sebagai berikut :



Gambar 4.9. Grafik Hubungan antara Nilai *Swelling* dan Waktu perendaman

Tabel 4.18. Hasil Uji *Swelling* perendaman 4 hari

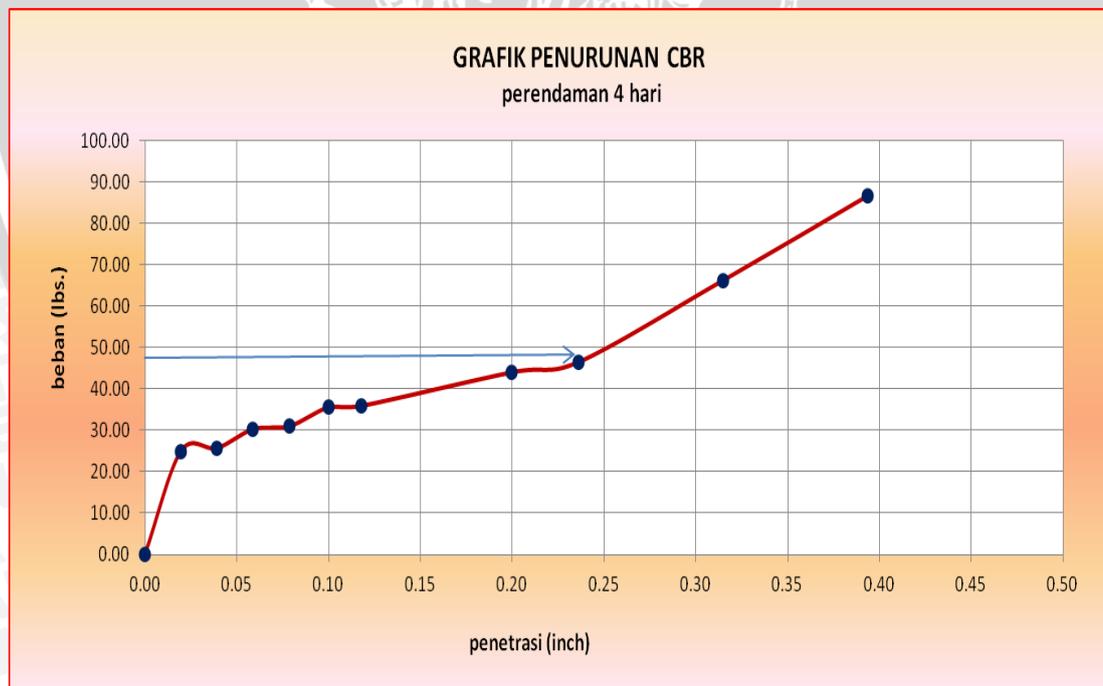
No.	Waktu (menit)	Nilai Pengembangan (in)	Nilai rata-rata pengembangan (%)
1	0	0	0
2	0.1	0.0059	0.1250
3	0.2	0.0102	0.2167
4	0.5	0.0172	0.3639
5	1	0.0210	0.4444
6	2	0.0415	0.8778
7	4	0.0571	1.2083
8	8	0.0992	2.1000
9	15	0.1343	2.8417
10	30	0.1528	3.2333
11	60	0.1957	4.1417
12	120	0.1980	4.1917
13	240	0.2067	4.3750
14	480	0.2307	4.8833
15	1440	0.2492	5.2750
16	2880	0.2512	5.3167
17	4320	0.2520	5.3333
18	5760	0.2528	5.3500

Tabel 4.19.Data Uji *swelling* dengan rendaman 4 hari

Keterangan	sampel 1		Sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat Mold	7580		7624		7278	
Berat mold + tanah	11180	11398	11198	11369	10890	11065
Berat tanah	3600	3818	3574	3745	3612	3787
diameter mold (in)	6	6	6	6	6	6
Luas Tanah (in ²)	28.286	28.286	28.286	28.286	28.286	28.286
tinggi sampel tanah (Hmold-Hbesi)	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724
Volume tanah (in ³)	133.633	133.633	133.633	133.633	133.633	133.633
berat isi basah	102.626	108.841	101.885	106.760	102.968	107.957
kadar air	30.170298	38.461538	30.095083	35.220126	30.06	36.81
berat isi kering	78.840	78.607	78.316	78.953	79.170	78.908

Data swelling	sampel 1		sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat beban (lb)	9.921		9.921		9.921	
lama waktu	0	96	0	96	0	96
Pembacaan dial (in)	0	0.293	0	0.253	0	0.283
h sampel tanah (in)	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724
Swell (%)	0	6.192	0	5.350	0	5.992

Berdasarkan hasil pengujian *Swelling*, maka didapatkan nilai *swelling* sebesar 5,980 % untuk rendaman 4 hari

**Gambar 4.10.**Grafik Hubungan antara Beban dan Penetrasi perendaman 4 hari

Tabel 4.20.Data Uji CBR Rendaman 4 hari

Calibration Factor = 10.585			
Penetrasi (mm)	Penetrasi (inch)	Pembacaan Arloji	Beban (lbs)
0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	2.37	25.05
1	0.04	2.43	25.76
1.5	0.06	2.87	30.34
2	0.08	2.93	31.05
2.5	0.10	3.37	35.64
3	0.12	3.40	35.99
5	0.20	4.17	44.10
6	0.24	4.40	46.57
8	0.31	6.27	66.33
10	0.39	8.20	86.80

Penetration Dial	Load (lbs)	CBR Value (%)
0.1 "	35.64	1.19
0.2 "	44.10	0.98

Dari data di atas didapatkan $CBR_{0.1"} > CBR_{0.2"}$, sehingga dipakai nilai CBR pada penetrasi 0.1 inchi sebesar 1.19 %

c. Rendaman selama 7 hari

Pengambilan data *swelling* dan data nilai CBR ini dilakukan pada pengujian rendaman yang telah direndam selama 7 hari dan menggunakan 3 sampel. Hasil dari pengujian CBR dengan variasi lama perendaman 7 hari diperoleh sebagai berikut :



Gambar 4.11.Grafik Hubungan antara Nilai *Swelling* dan Waktu perendaman 7 hari



Tabel 4.21. Hasil Uji *Swelling* perendaman 7 hari

No.	Waktu (menit)	Nilai Pengembangan (in)	Nilai rata-rata pengembangan (%)
1	0	0	0
2	0.1	0.0030	0.0639
3	0.2	0.0063	0.1333
4	0.5	0.0093	0.1972
5	1	0.0143	0.3028
6	2	0.0199	0.4222
7	4	0.0520	1.1000
8	8	0.0756	1.6000
9	15	0.1005	2.1278
10	30	0.1327	2.8083
11	60	0.1581	3.3472
12	120	0.1839	3.8917
13	240	0.1965	4.1583
14	480	0.2232	4.7250
15	1440	0.2409	5.1000
16	2880	0.2756	5.8333
17	4320	0.2795	5.9167
18	5760	0.2807	5.9417
19	7200	0.2811	5.9500
20	8640	0.2815	5.9583
21	10080	0.2823	5.9750

Tabel 4.22. Data Uji *swelling* dengan rendaman 7 hari

Keterangan	sampel 1		Sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat Mold	7550		7530		7165	
Berat mold + tanah	11107	11370	11135	11330	10936	11116
Berat tanah	3557	3820	3605	3800	3771	3951
diameter mold (in)	6	6	6	6	6	6
Luas Tanah (in ²)	28.286	28.286	28.286	28.286	28.286	28.286
tinggi sampel tanah (Hmold-Hbesi) (in)	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724
Volume tanah (in ³)	133.633	133.633	133.633	133.633	133.633	133.633
berat isi basah	101.400	108.898	102.769	108.328	107.501	112.632
kadar air	29.536	35.503	29.888	38.889	30.059	40.993
berat isi kering	78.280	80.366	79.121	77.996	82.655	79.885

Data swelling	sampel 1		sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat beban (lb)	9.921		9.921		9.921	
lama waktu	0	96	0	96	0	96
Pembacaan dial (in)	0	0.286	0	0.282	0	0.214
h sampel tanah (in)	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724
Swell (%)	0	6.058	0	5.975	0	4.525

berdasarkan hasil pengujian *Swelling*, maka didapatkan nilai *swelling* sebesar 5,981 % untuk rendaman 7 hari.



Gambar 4.12. Grafik Hubungan antara Beban dan Penetrasi rendaman 7 hari

Tabel 4.23. Data Uji CBR Rendaman 7 hari

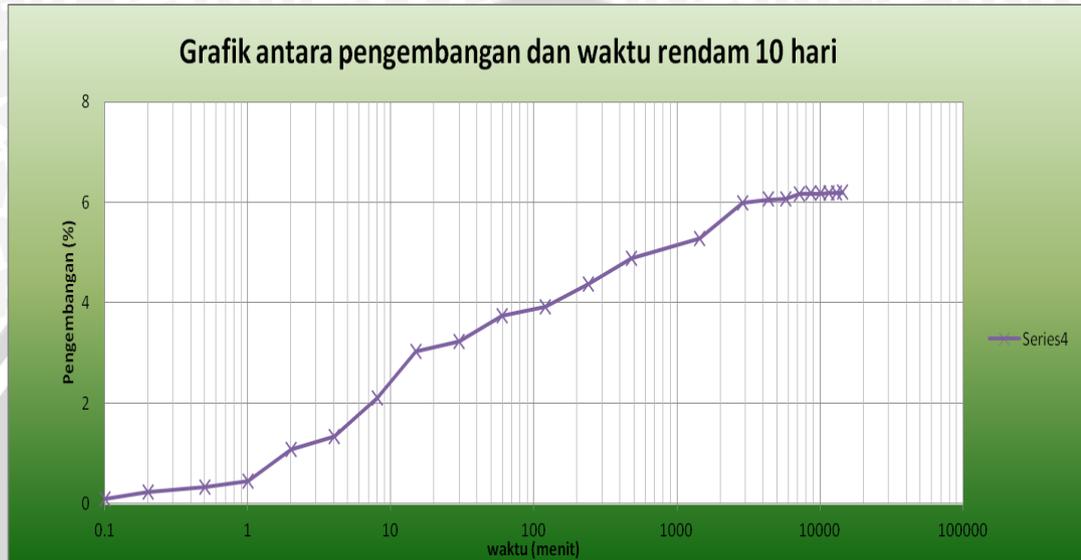
Calibration Factor = 10.585			
Penetrasi (mm)	Penetrasi (inch)	Pembacaan Arloji	Beban (lbs)
0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	2.5	26.11
1	0.04	3.0	31.40
1.5	0.06	3.2	33.87
2	0.08	3.5	36.69
2.5	0.10	3.5	36.69
3	0.12	3.5	37.40
5	0.20	3.9	40.93
6	0.24	4.1	43.05
8	0.31	4.7	49.75
10	0.39	5.0	52.93

Penetration Dial	Load (lbs)	CBR Value (%)
0.1 "	36.69	1.22
0.2 "	40.93	0.91

Dari data di atas didapatkan $CBR_{0.1"} > CBR_{0.2"}$, sehingga dipakai nilai CBR pada penetrasi 0.1 inchi sebesar 1.22 %

d. Rendaman selama 10 hari

Pengambilan data *swelling* dan data nilai CBR ini dilakukan pada pengujian rendaman yang telah direndam selama 10 hari dan menggunakan 3 sampel. Hasil dari pengujian CBR dengan variasi lama perendaman 10 hari diperoleh sebagai berikut :



Gambar 4.13. Grafik Hubungan antara Nilai *Swelling* dan Waktu perendaman 10 hari

Tabel 4.24. Hasil Uji *Swelling* perendaman 10 hari

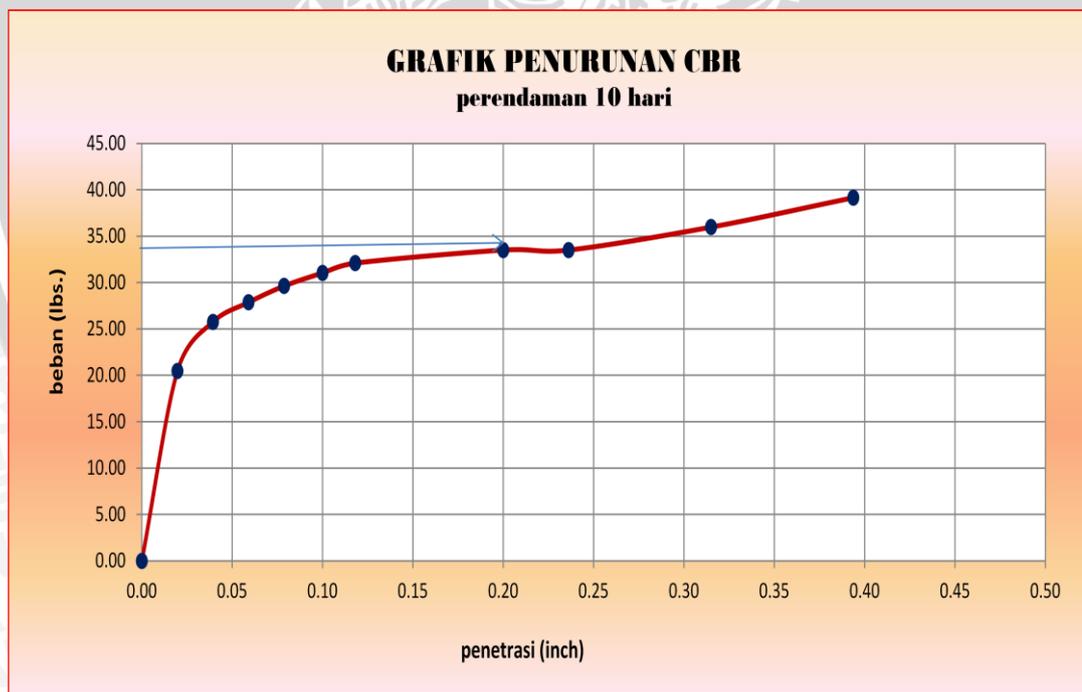
No.	Waktu (menit)	Nilai Pengembangan (in)	Nilai rata-rata pengembangan (%)
1	0	0	0
2	0.1	0.0049	0.103
3	0.2	0.0102	0.217
4	0.5	0.0172	0.364
5	1	0.0210	0.444
6	2	0.0415	0.878
7	4	0.0629	1.331
8	8	0.1001	2.119
9	15	0.1415	2.994
10	30	0.1588	3.361
11	60	0.1878	3.975
12	120	0.2029	4.294
13	240	0.2382	5.042
14	480	0.2777	5.878
15	1440	0.2814	5.956
16	2880	0.2911	6.161
17	4320	0.3024	6.400
18	5760	0.3147	6.661
19	7200	0.3266	6.914
20	8640	0.3307	7.000
21	10080	0.3345	7.081
22	11520	0.3382	7.158
23	12960	0.3387	7.169
24	14400	0.3390	7.175

Tabel 4.25.Data Uji *swelling* dengan rendaman 10 hari

Keterangan	sampel 1		Sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat Mold	8500		7730		7893	
Berat mold + tanah	11540	11910	11150	11710	11433	11740
Berat tanah	3040	3410	3420	3980	3540	3847
diameter mold (in)	6	6	6	6	6	6
Luas Tanah (in ²)	28.286	28.286	28.286	28.286	28.286	28.286
tinggi sampel tanah (Hmold-Hbesi) (in)	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724
Volume tanah (in ³)	133.633	133.633	133.633	133.633	133.633	133.633
berat isi basah	86.662	97.210	97.495	113.459	100.916	109.668
kadar air	29.751	38.554	29.888	41.250	30.059	34.010
berat isi kering	66.791	70.160	75.061	80.325	77.592	81.835

Data swelling	sampel 1		sampel 2		sampel 3	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
berat beban (lb)	9.921		9.921		9.921	
lama waktu	0	96	0	96	0	96
Pembacaan dial (in)	0	0.366	0	0.251	0	0.293
h sampel tanah (in)	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724	4.724
Swell (%)	0	7.750	0	5.317	0	6.192

berdasarkan hasil pengujian *Swelling*, maka didapatkan nilai *swelling* sebesar 7.175 % untuk rendaman 10 hari.



Gambar 4.14.Grafik Hubungan antara Beban dan Penetrasi rendaman 10 hari

Tabel 4.26.Data Uji CBR Rendaman 10 hari

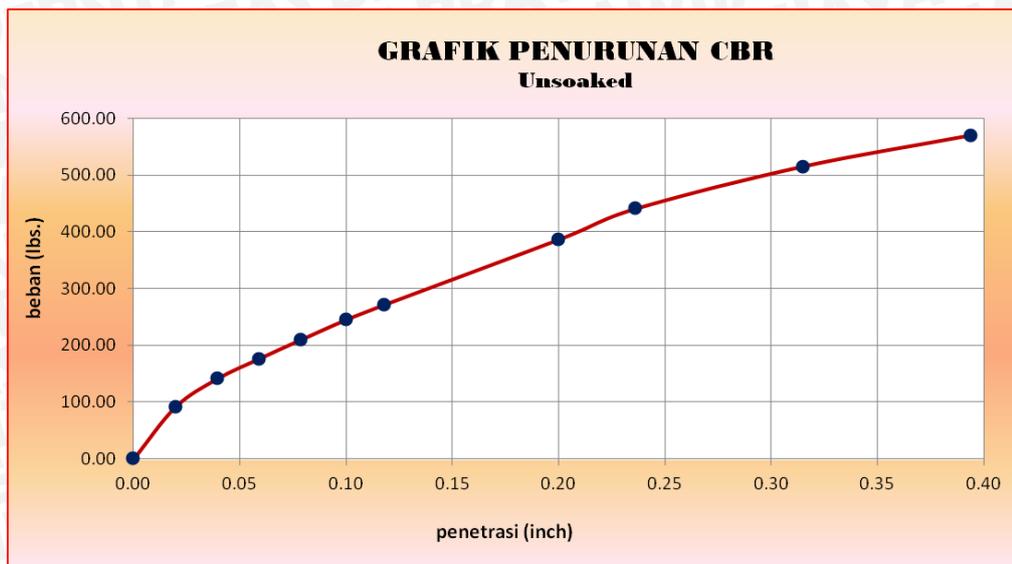
Calibration Factor = 10.585			
Penetrasi (mm)	Penetrasi (inch)	Pembacaan Arloji	Beban (lbs)
0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	1.9	20.46
1	0.04	2.4	25.76
1.5	0.06	2.6	27.87
2	0.08	2.8	29.64
2.5	0.10	2.9	31.05
3	0.12	3.0	32.11
5	0.20	3.2	33.52
6	0.24	3.2	33.52
8	0.31	3.4	35.99
10	0.39	3.7	39.16

Penetration Dial	Load (lbs)	CBR Value (%)
0.1 "	31.05	1.03
0.2 "	33.52	0.74

Dari data di atas didapatkan $CBR_{0.1"} > CBR_{0.2"}$, sehingga dipakai nilai CBR pada penetrasi 0.1 inchi sebesar 1.03 %

4.4.2. CBR tidak terendam

Pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) ini merupakan pengujian yang dilakukan di Laboratorium mekanika tanah Universitas Brawijaya tanpa melalui proses perendaman melainkan langsung dengan pengujian menggunakan alat uji CBR. Secara umum nilai CBR tanpa rendaman akan tinggi seiring dengan prosentase campuran kadar air yang terkandung di dalamnya. Hasil dari pengujian CBR tanpa rendaman dengan keadaan kadar air optimum adalah sebagai berikut :



Gambar 4.15. Grafik Hubungan antara Beban dan Penetrasi tidak direndam

Tabel 4.27. Data Uji CBR

Penetrasi (mm)	Penetrasi (inch)	Pembacaan Arloji	Beban (lbs)
0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	8.67	91.74
1	0.04	13.33	141.13
1.5	0.06	16.67	176.42
2	0.08	19.83	209.94
2.5	0.10	23.17	245.22
3	0.12	25.67	271.68
5	0.20	36.50	386.35
6	0.24	41.63	440.69
8	0.31	48.67	515.14
10	0.39	53.83	569.83

Penetration Dial	Load (lbs)	CBR Value (%)
0.1 "	245.2192	8.174
0.2 "	386.3525	8.586

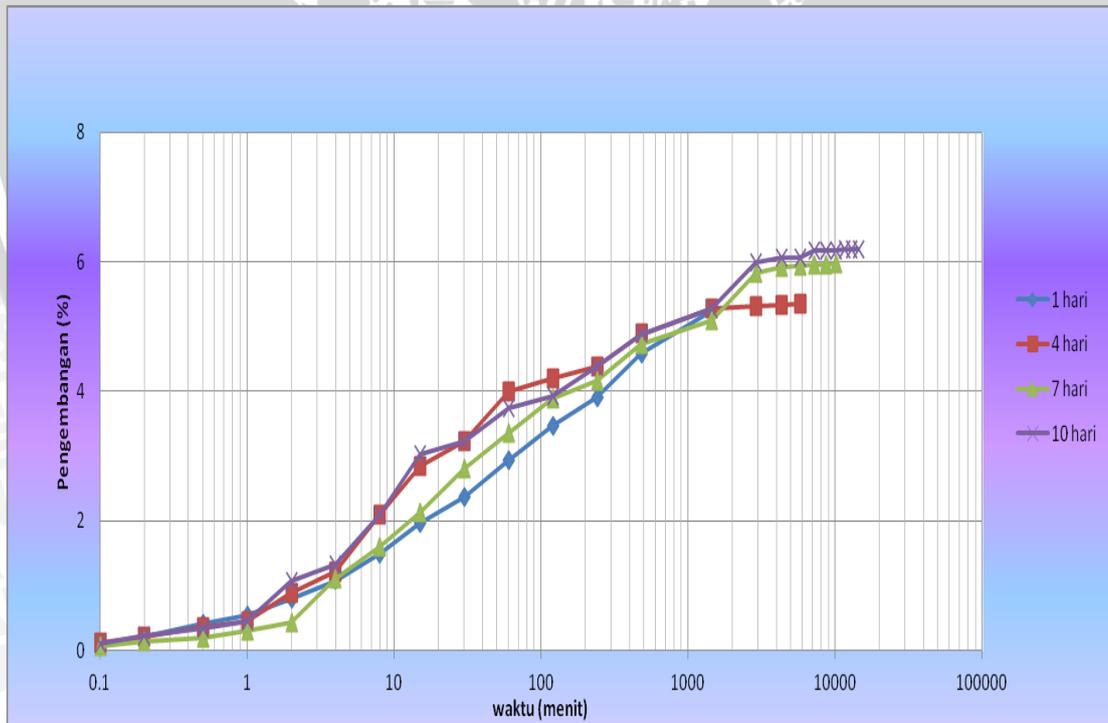
Dari hasil di atas dapat diketahui bahwa pada keadaan kadar air optimum terjadi CBR tanpa rendaman tertinggi yaitu sebesar 8,586 % untuk tanah pada daerah Paron, kabupaten Ngawi.

4.4.3. Perbandingan

Dari Uji Penelitian didapatkan perbandingan antara CBR dengan variasi lama perendaman :



Gambar 4.16. Grafik Perbandingan Hubungan antara CBR dan lama perendaman



Gambar 4.17. Grafik Gabungan Hubungan antara Pengembangan dan waktu perendaman

4.5. Pembahasan

Pada bab ini akan membahas tentang karakteristik tanah lempung yang bersifat ekspansif dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi Jawa Timur, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium mekanika tanah Universitas Brawijaya. Selain itu juga membahas tentang hal-hal yang menjadi tujuan dalam penelitian ini.

4.5.1 Identifikasi Jenis Tanah Ekspansif dari Daerah Paron Kabupaten Ngawi

4.5.1.1. Berdasarkan Terhadap Batas – Batas Atterberg

Berdasarkan terhadap batas-batas atterberg terdapat beberapa parameter dalam penentuan jenis tanah, dengan data yang telah diperoleh yaitu :

$$LL = 103.887 \%$$

$$PL = 47.527 \%$$

$$IP = 56.3605 \%$$

$$SL = 8,992 \%$$

$$\text{Probable Swell} = 185 \%$$

Dan untuk mengetahui jenis tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4.28. Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan Linear Shrinkage dan Shrinkage Limit

Linear Shrinkage	SL (%)	Probable Swell	Degree Of Ekspansion
< 5	> 12	< 0,5	Non Critical
5 – 8	10 – 12	0,5 – 1,5	Marginal
> 8	< 12	> 1,5	Critical

Sumber : Altmeyer (1955) dala Altmeyer (1955)

Dari hasil penelitian yang diperoleh yaitu SL sebesar 8,992 % dengan Potensi mengembang (*Probable Swell*) sebesar 1,85 maka tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini tergolong dalam tanah ekspansif tingkat kritis.

Tabel 4.29. Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan IP dan SL

Plasticity Index (%)	Shrinkage Limit (%)	Degree Of Ekspansion
< 12	< 15	Low
12 – 23	15 – 30	Medium
23 - 30	30 – 40	High
> 30	> 40	Very High

Sumber : Raman (1967)

Pada kondisi ini berdasarkan nilai Indeks Plastis yang diperoleh dalam penelitian yaitu sebesar 56,3605 % maka tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini tergolong tanah ekspansif tingkat sangat tinggi (*Very high*), namun menurut Raman tanah dengan SL 8,992% tergolong tanah ekspansif tingkat rendah, hal tersebut bertolak belakang dengan Altmeyer yang menyatakan kebalikannya.

Tabel 4.30 Kriteria Pengembangan Berdasarkan IP

Plasticity Index (%)	Swelling Potensial
0 – 15	Low
10 – 35	Medium
10 – 35	High
> 35	Very High

Sumber : Chen (1988)

Sama halnya dengan Raman, menurut Chen tanah dengan nilai Indeks Plastis sebesar 56,3605 % > 35 % tergolong dalam tanah ekspansif dengan potensi mengembang yang sangat tinggi.

4.5.1.2. Berdasarkan Uji Klasifikasi Teknik

Berdasarkan uji klasifikasi teknik terdapat beberapa parameter untuk menentukan jenis suatu tanah. Dari data yang telah diperoleh maka tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi dapat dikategorikan sebagai berikut :

Tabel 4.31 Hubungan Aktifitas dan Kandungan Mineral

Mineral	Aktifitas
Kaolinite	0,33 – 0,46
Illite	0,99
Montmorillonite (Ca)	1,5
Montmorillonite (Na)	7,2

Sumber : Skempton (1953)

Pada penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai aktifitas sebagai berikut :

- $$\text{Aktifitas (A)} = \frac{\text{IndeksPlastisitas}}{C-10} = \frac{56,36053}{66,051-10} = 1,0055$$

Dimana: C = prosentase lempung dengan diameter butiran < 0,002 mm

Dari data di atas tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini tergolong tanah ekspansif dengan kandungan Illite

Tabel 4.32 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Kadar Colloid

Data Indeks Properties			% Total Volume Change	Degree Of Ekspansion
Colloid (<0,002 mm)	LiquidLimit (%)	Standart Penetration		
> 15	> 35	< 11	> 30	Very High
20 – 13	25 – 41	7 – 12	20 – 30	High
13 – 23	15 -28	10 – 16	10 – 20	Medium
< 15	< 28	> 15	< 10	Low

Sumber : Holtz & Gibbs (1956)

Sesuai data yang telah didapatkan dalam penelitian yaitu besarnya colloid < 0,002mm adalah 66,051% > 15%, batas cair (LL) sebesar 103.887 % > 35 %, serta perubahan volume sebesar 180% > 30% maka tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini tergolong tanah ekspansif tingkat sangat tinggi.



Tabel 4.33. Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan % Lolos Saringan No. 200 dan Batas Cair

Laboratory And Field Data			% Total Volume Change	Degree Of Ekspansion
Persen Passing No. 200	LiquidLimit (%)	Standart Penetration		
> 95	> 65	> 30	> 10	Very High
60 – 95	40 – 60	20– 30	3 – 10	High
30 – 60	30 - 40	10 – 20	1 – 5	Medium
< 30	< 30	< 20	< 1	Low

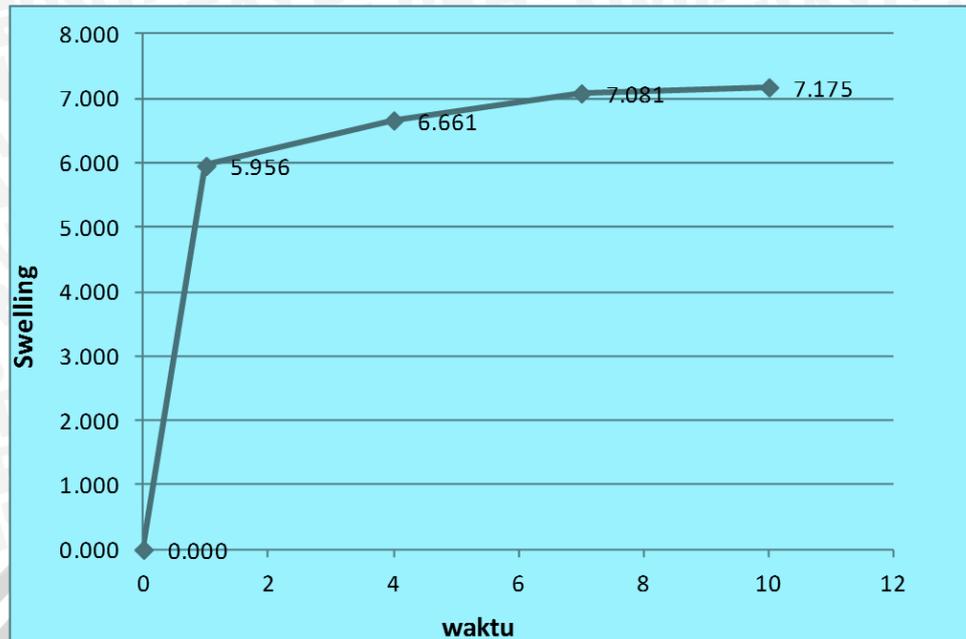
Sumber : Chen (1965) dalam Chen (1988)

Dari hasil penelitian yang telah didapatkan, jumlah prosentase tanah lolos saringan 200 adalah sebesar 97,55 % > 95 %, dengan nilai batas cair (LL) sebesar 103.887 % > 30 %, serta perubahan volume sebesar 180% > 10%, maka menurut ketentuan Chen tanah dari daerah Paron Kabupaten Ngawi ini tergolong dalam tanah ekspansif tingkat sangat tinggi.

Dari beberapa ulasan di atas tentang klasifikasi tanah dengan beberapa parameter yang telah ditentukan oleh para ahli, maka dapat disimpulkan bahwa tanah lempung ekspansif dari daerah Paron Kabupaten Ngawi Jawa Timur ini merupakan tanah lempung ekspansif dengan tingkat ekspansif yang sangat tinggi dengan potensi pengembangan yang sangat tinggi pula.

4.5.2 Hubungan antara variasi lama perendaman yang diberikan terhadap besarnya *swelling* yang terjadi

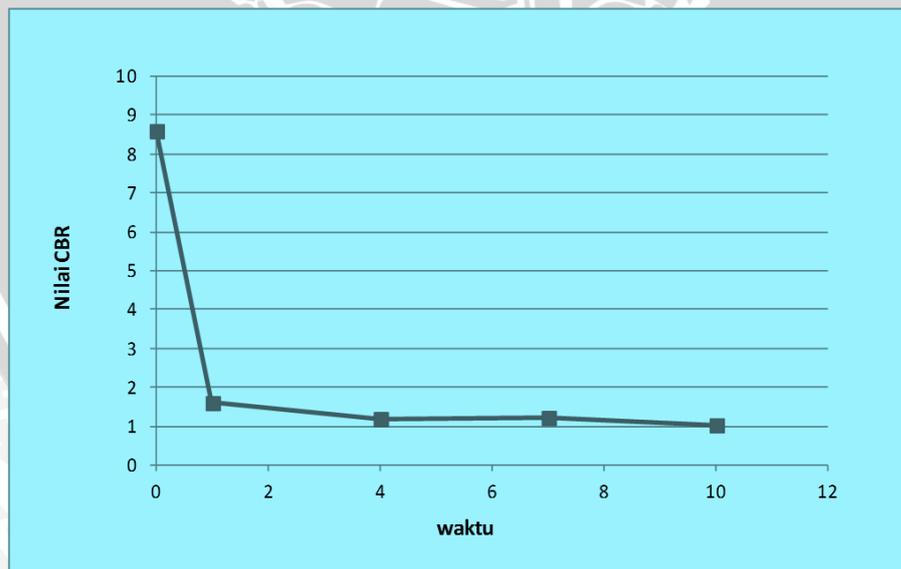
Hubungan antara variasi lama perendaman yang diberikan dengan besarnya pengembangan dapat dilihat dalam grafik berikut ini :



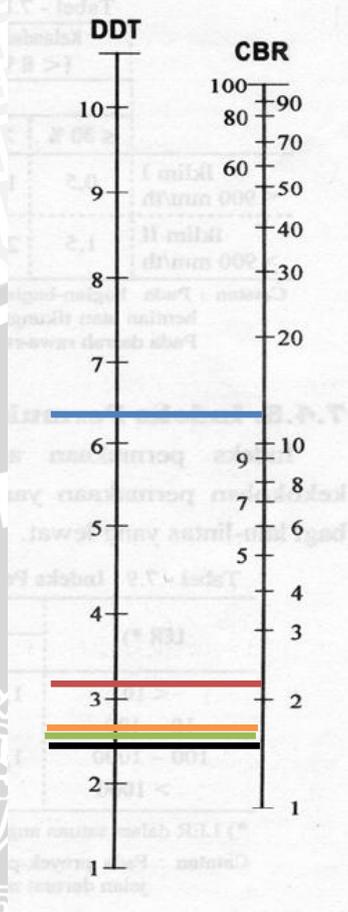
Gambar 4.18. Grafik Hubungan antara lama perendaman dengan *swelling*

4.5.3 Hubungan antara daya dukung tanah terhadap besarnya CBR yang terjadi akibat variasi lama perendaman yang diberikan.

Nilai Daya Dukung Tanah didapat dari hasil CBR.,ditetapkan berdasarkan grafik korelasi.



Gambar 4.19. Grafik Hubungan antara Nilai CBR dan Waktu



Gambar 4.20. Grafik Hubungan antara DDT dan CBR

Keterangan :

- = 0 hari
- = 1 hari
- = 4 hari
- = 7 hari
- = 10 hari

Dari grafik korelasi di atas diperoleh :

Waktu Perendaman	Nilai CBR	Nilai DDT
0 hari	8.586	5.65
1 hari	1.6	2.60
4 hari	1.22	2.00
7 hari	1.19	1.90
10 hari	1.03	1.75

Nilai CBR sangat mempengaruhi besarnya Daya Dukung Tanah. Apabila nilai Daya Dukung Tanah besar maka hal tersebut berarti kekuatan tanah yang ada tidak melampaui beban yang ada di atasnya. Apabila kekuatan tanah terlampaui maka penurunan yang berlebihan atau adanya keruntuhan tanah, sehingga dapat menyebabkan kerusakan yang ada di atasnya.

4.5.4 Hubungan Daya Dukung Tanah ekspansif yang terjadi akibat lama perendaman yang diberikan

Pada uraian sebelumnya terlihat bahwa adanya perendaman pada suatu tanah mengakibatkan nilai CBR yang dihasilkan semakin berkurang dan ini mempengaruhi nilai Daya Dukung Tanah. Semakin lama perendaman yang dilakukan pada suatu sampel tanah maka akan semakin kecil Daya Dukung Tanah yang didapatkan. Daya Dukung menyatakan kuat geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan. Hal ini berdampak pada suatu pembangunan, suatu tanah yang akan dibangun konstruksi di atasnya diharuskan mempunyai nilai Daya dukung tanah yang besar.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian laboratorium, analisis data dan pembahasan pada tanah lempung ekspansif Paron, Kabupaten Ngawi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian tanah yang berasal dari daerah Paron, Kabupaten Ngawi Jawa Timur diantaranya Berat jenis = 2,592, Kadar air= 40,553.LL= 103.887 %,PL= 47.527 %.IP= 56.3605 %,SL = 8,992 %Kadar Air Optimum = 30,169,Probab swell= 185 %. Berdasarkan data hasil pengujian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tanah berbutir halus yang berasal dari Paron, Ngawi, Jawa Timur termasuk Tanah ekspansif tingkat sangat tinggi (*very high*).
2. Uji Swelling dan CBR Rendaman, Dapat dilihat bersama bahwa semakin lama perendaman pada suatu tanah maka semakin besar pula *swelling* yang akan terjadi.
3. Hubungan Nilai CBR dan DDT, Semakin lama perendaman yang diberikan pada suatu tanah akan membuat nilai CBR semakin rendah dan Daya Dukung Tanah juga rendah.
4. Sesuai dengan sifat tanah yang expansif, jika tanah tersebut ditambahkan air maka akan mengalami pengembangan atau penyusutan yang perilakunya kita belum mengetahuinya, maka diperlukan penelitian tersendiri. Sehingga pada suatu kondisi kadar air tertentu dan jangka waktu yang berbeda, kemungkinan volumenya berbeda , dan menghasilkan berat volume yang berbeda pula.

5.2.Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan stabilisasi tanah pada daerah Paron,Ngawi, Jawa Timur ini agar tanah ini bisa diperbaiki dan digunakan untuk membuat jalan atau tanah ini aman digunakan saat membangun suatu bangunan diatasnya.
2. Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dalam uji pembebanan, sebaiknya contoh tanah yang digunakan benar – benar dalam keadaan *undisturb*. Selain itu perlu dikontrol kadar air tanah sebelum dan sesudah pengujian.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan apabila ingin meneruskan dan mengembangkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, Michael T., James G. Collin (1997). "Large model spread footings load test on Geosynthetic reinforced soil foundation". Journal of geotechnical Engineering ASCE, vol 123, no1, p66-72
- Anonim, 2009, "Laporan Praktikum Mekanika Tanah", Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
- Bowles, Joseph E. 1993. *Sifat – sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- Christady Hardiyatmo, Hary. 2002. *Mekanika Tanah II Edisi ke 2*. Beta Offset. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Craig, R.F., Susilo B.S. (1989), "Mekanika Tanah", edisi ke 4, Penerbit Erlangga Jakarta
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 1994. *Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*. Jakarta : Erlangga
- Evet, Jack B. dan Cheng Liu. 1997. *Soil Properties Testing, Measurement, and Evaluation*, New Jersey : Prentice Hall.
- Hartosukma, E.W. 2005. *Perilaku Tanah Lempung Ekspansif Karangawen Demak Akibat Penambahan semen dan fly ash sebagai stabilizing agents*. Semarang : Universitas Diponegoro
- Head, K.H. 1980. *Manual of Soil Laboratory Testing. Volume 1: Soil Classification and Compaction Tests*, London : Pentech Press.
- Mochtar, Indra Surya B. Mochtar. 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan alternatif Prerencanaan pada tanah bermasalah*. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil ITS. [Di-update-Online melalui digilib.its.ac.id/Public/ITS-Master-11055-Bibliography.pdf]
- Nugroho, S.A., Yusa, Muhammad. & Ningsih, S.R. 2010. Studi Laboratorium CBR non Rendaman (*Unsoaked CBR*) dan CBR Rendaman (*Soaked CBR*). Jurnal Sains dan Teknologi. 9(2) : 69-76.

Seta, Wijaya. 2004. *Perilaku Tanah Ekspansif yang dicampur dengan pasir untu subgrade*. Semarang : Universitas Dipenogoro.

Suparman. 2008. Nilai CBR dan *Swelling* pada Tanah Lempung dengan Penambahan *Additive Road Bond EN-I* di Bukit Semarang Baru (BSB). *Wahana Teknik Sipil* 13(2) : 111-118.

Usman, Taufik. 2008. *Pengaruh Stabilisasi Tanah berbutir halus yang distabilisasi menggunakan abu merapi pada batas konsistensi dan CBR Rendaman*. Jogjakarta : Universitas Islam Indonesia

Wesley,L.D.(1986),”*Mekanika Tanah*”,.Edisi 6 Jakarta : Badan penerbit Departement Pekerjaan Umum

