

# PENGARUH VARIASI LAMA PERENDAMAN, ENERGI PEMADATAN, DAN KADAR AIR TERHADAP PENGEMBANGAN (SWELLING) DAN DDT EKSPANSIF DI KECAMATAN PARON, KABUPATEN NGAWI

Suroso, Widodo Suyadi, Herlien Indrawahyuni, Yulvi Zaika  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan M.T Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur – Indonesia

## ABSTRAK

Kabupaten Ngawi merupakan perbatasan antara Provinsi Jawa Timur dan Provinsi Jawa Tengah. Prasarana Jalan raya yang baik sangat diperlukan disana, untuk menunjang aksesibilitas antara kedua provinsi tersebut. Namun pada kondisi sebenarnya jalan disepanjang pada daerah tersebut mengalami kerusakan, dan kerusakan terparah terdapat di daerah Paron. Hal ini tidak lain Karena kandungan tanah yang ekspansif yang ada di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh besarnya energy pemadatan, lama perendaman, dan kadar air terhadap pengembangan ( *Swelling* ) dan DDT pada tanah lempung di kecamatan Paron, Kabupaten Ngawi. Untuk penelitian variasi lama perendaman 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 penelitian energi pemadatan digunakan 3 variasi yaitu  $718,02 \text{ Kj / m}^3$ ,  $1436,04 \text{ Kj / m}^3$  dan  $2872,07 \text{ Kj / m}^3$ . Untuk penelitian variasi kadar air digunakan sebesar 15,169 %, 20,169%, 25,169%, 30,169%, dan 40,169%. Pada Penelitian dilakukan tes CBR untuk masing – masing variasi lama perendaman dan hasilnya semakin lama perendaman yang diberikan pada suatu tanah akan membuat nilai CBR semakin rendah dan Daya Dukung Tanah juga rendah. Untuk uji swelling didapatkan hasil bahwa semakin banyak perendaman yang diberikan semakin besar juga swelling yang terjadi pada suatu sampel tanah. Untuk penelitian variasi energy pemadatan didapatkan hasil bahwa Semakin besar energy pemadatan yang diberikan maka nilai CBR dan pengembangan ( *Swelling* ) yang terjadi juga akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Untuk penelitian variasi kadar air didapatkan hasil bahwa Penambahan kadar air pada sampel pemadatan mengakibatkan nilai pengembangan semakin rendah, begitu pula dengan DDT yang terjadi. Namun pada kondisi tanah yang telah direndam beberapa hari, semakin tinggi penambahan kadar air dikondisi awal membuat perubahan nilai CBR dan DDT semakin kecil.

Kata kunci : Perendaman, Energi pemadatan, Kadar air, tanah lempung ekspansif, *Swelling*, CBR, Daya Dukung Tanah

## Pendahuluan

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.

## **Metode penelitian**

### **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 distribusi butiran
- b. Pemeriksaan berat jenis tanah
- c. Kepadatan standart
- d. Kadar air tanah
- e. Uji Free Swell
- f. Uji berat isi
- g. Pemeriksaan Batas Konsistensi ( Atterberg Limit )

### **2. Uji perilaku**

- a. Variasi lama perendaman
- b. Variasi energi pemadatan
- c. Variasi kadar air

## **Variabel penelitian**

Variable dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Variabel bebas dalam penelitian ini antara lain:
  - Kadar air yang digunakan
  - Masa Perendaman
  - Jumlah pukulan
- b) Variabel dependent dalam penelitian ini antara lain:
  - Swelling yang terjadi pada tanah ekspansif
  - Daya dukung tanah

## **Analisa 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

**Hasil penelitian dan pembahasan**

Dari hasil Uji dasar yang telah dilakukan didapatkan hasil :

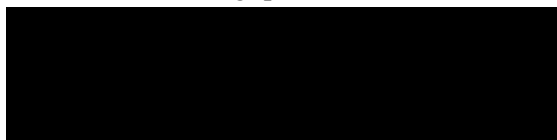
- Prosentase distribusi butiran :  
Pasir sebesar 2,25 %  
Lanau sebesar 31,25 %  
Lempung sebesar 66,0651 %
- Kadar Air sebesar 40,552 %
- Berat isi kering ( $\gamma_d$ )= 1,11 gr / cm<sup>3</sup>
- GS ( Specific Gravity ) = 2,66
- Batas konsistensi meliputi  
LL = 103,887 %, PL = 47,527 %, dan  
SL = 8,992 %, IP = 56,3605 %
- Free Swell = 185 %
- OMC = 30,169 %

Untuk Penelitian variasi lama perendaman didapatkan hasil pada **Tabel 1** sedangkan **Tabel 2** dan **Tabel 3** menunjukkan hasil penelitian variasi energi.

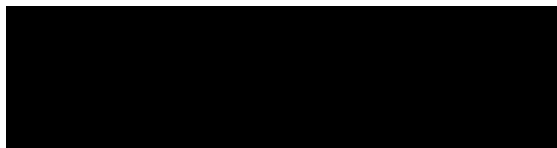
**Tabel 1.** Hasil Variasi lama perendaman

No	Variasi lama perendaman	Nilai CBR	Nilai pengembangan	Nilai DDT
1	0 Hari	8,586	0	5,65
2	1 Hari	1,6	5,244	2,6
3	4 Hari	1,22	5,980	2
4	7 Hari	1,19	5,981	1,9
5	10 Hari	1,03	7,175	1,75

**Tabel 2.** Hasil CBR rendaman akibat variasi energi pemadatan



**Tabel 3.** Hasil CBR tanpa rendaman akibat variasi energi pemadatan



Hasil dari penelitian variasi kadar air dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

**Tabel 4.** Hasil Uji Variasi kadar air

terhadap CBR tanpa rendaman

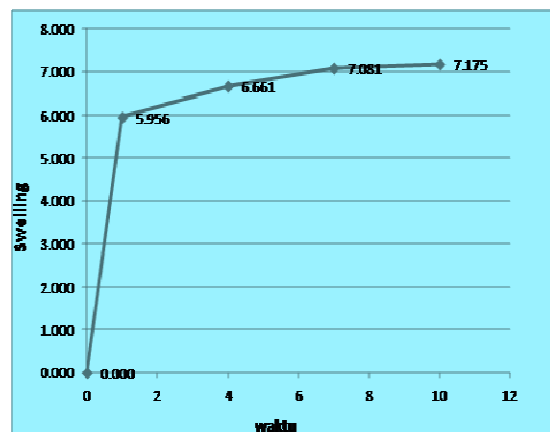
No.	Variasi Kadar Air (%)	Korelasi	
		Nilai rata-rata CBR (%)	Nilai rata-rata DDT
1	15.169	6.86890	5.25
2	20.169	6.01581	5
3	25.169	5.86668	4.95
4	30.169	5.66298	4.9
5	40.169	4.12815	4.35
6	50.169	2.63449	3.5

**Tabel 5.** Hasil Uji Variasi kadar air terhadap CBR rendaman

No.	Variasi Kadar Air (%)	Nama Pengujian	
		Nilai rata-rata CBR Soaked (%)	Daya Dukung Tanah (kg/cm <sup>2</sup> )
1	15.169	0.8468	1.51
2	20.169	0.9879	1.70
3	25.169	1.0938	1.85
4	30.169	1.1879	2.00
5	40.169	1.5525	2.42

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

Hubungan antara variasi lama perendaman yang diberikan dengan besarnya pengembangan dapat dilihat pada **Gambar 1**.

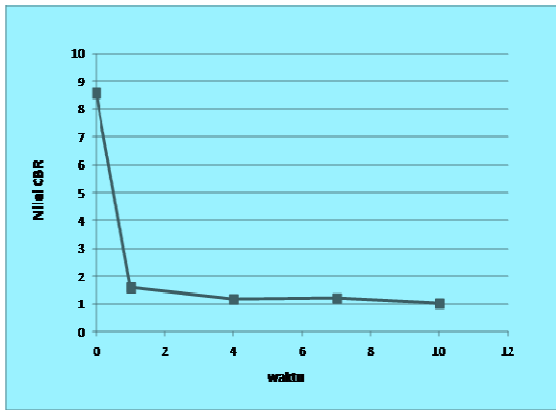


**Gambar 1.** Grafik Hubungan antara lama perendaman dengan swelling

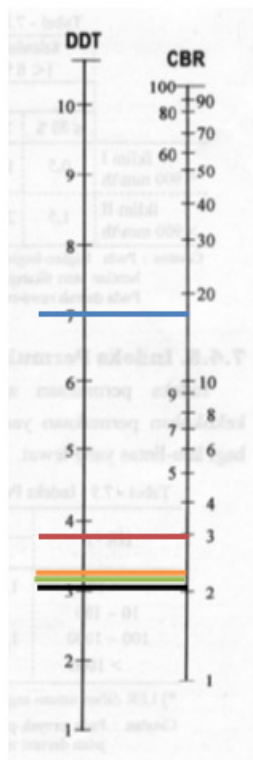
**Hubungan antara daya dukung tanah**

terhadap besarnya CBR yang terjadi akibat variasi lama perendaman yang diberikan.

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



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Nilai CBR dan Waktu



Gambar 3. Grafik Hubungan antara DDT dan CBR

Keterangan :

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

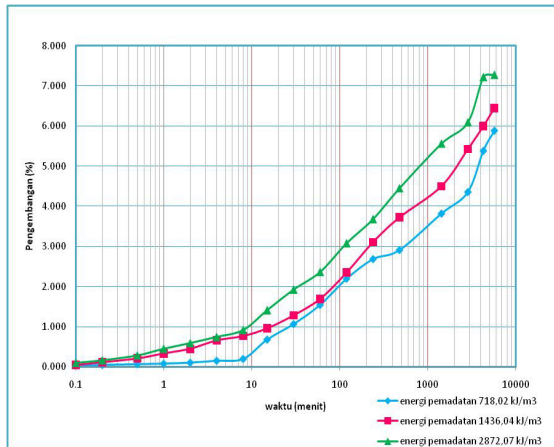
Nilai CBR sangat mempengaruhi besarnya Daya Dukung Tanah. Apabila nilai Daya Dukung Tanah besar maka hal tersebut berarti kekuatan tanah yang ada tidak melampaui beban yang ada di atasnya. Apabila kekuatan tanah terlampaui maka penurunan yang berlebihan atau adanya keruntuhan tanah, sehingga dapat menyebabkan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

### Hubungan Daya Dukung Tanah ekspansif yang terjadi akibat lama perendaman yang diberikan.

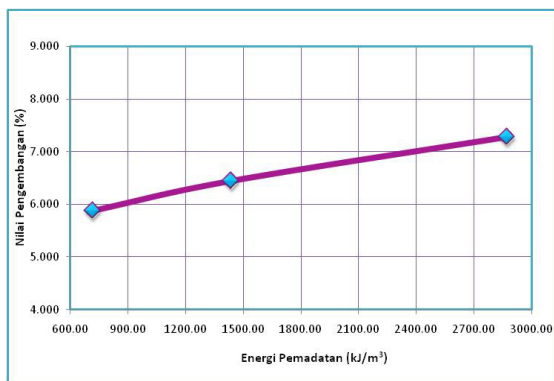
Pada uraian sebelumnya terlihat bahwa adanya perendaman pada suatu tanah mengakibatkan nilai CBR yang dihasilkan semakin berkurang dan ini mempengaruhi nilai Daya Dukung Tanah. Semakin lama perendaman yang dilakukan pada suatu sampel tanah maka akan semakin kecil Daya Dukung Tanah yang didapatkan. Daya 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.

### Hubungan Pengembangan (Swelling) yang Terjadi terhadap Variasi Energi Pemadatan yang Diberikan

Dari pengujian CBR rendaman (soaked) didapatkan besar pengembangan yang terjadi akibat variasi energi pemadatan yang diberikan. Hasil pengujian CBR rendaman (soaked) ditampilkan pada Tabel 2.



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Pengembangan yang Terjadi pada Setiap Variasi Energi Pemadatan



**Gambar 5.** Grafik Hubungan Antara Pengembangan terhadap Variasi Energi Pemadatan

Dari hasil pengujian CBR rendaman (*soaked*) di atas didapatkan hubungan antara besarnya pengembangan terhadap energi pemadatan yang ditampilkan dalam **Gambar 5**.

Dengan melihat **Gambar 5**, pada pengujian pengembangan (*swelling*) yang dilakukan dilaboratorium mekanika tanah menunjukkan bahwa nilai tingkat pengembangan yang tertinggi terjadi pada energi pemadatan sebesar 2872,07 kJ/m<sup>3</sup> yaitu sebesar 7,745% dan nilai tingkat pengembangan yang terendah terjadi pada energi pemadatan sebesar 718,02 kJ/m<sup>3</sup> sebesar 5,881 %. Hasil tes ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan hipotesa semula, yaitu dengan bertambahnya energi

pemadatan maka pengembangan (*swelling*) yang terjadi juga akan berkurang. Hal ini mengindikasikan adanya gejala *overcompact*.

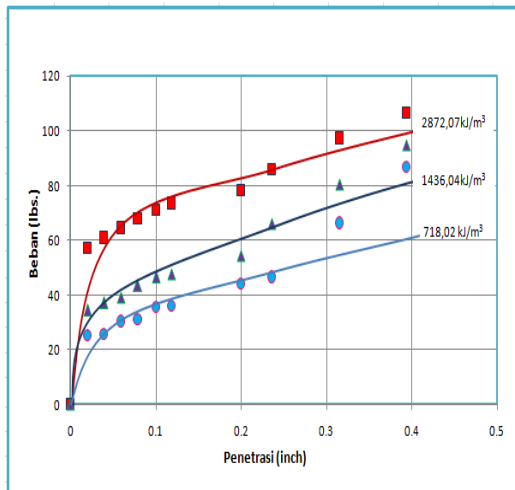
Pada penelitian yang dilakukan oleh Wijaya Seta juga menghasilkan adanya gejala *overcompact* yang disebabkan tanah lempung dipadatkan dengan energi pemadatan yang tinggi. Kondisi ini kemungkinan juga terjadi pada penelitian ini, mengingat dalam penelitian ini juga digunakan energi pemadatan yang tinggi. Dengan kenaikan energi pemadatan, nilai kepadatannya bertambah tetapi pengembangannya (*swelling*) juga ikut bertambah.

Penyimpangan ini juga bisa disebabkan oleh bergesernya nilai OMC akibat penambahan energi pemadatan yang digunakan sehingga berat volume kering ( $\gamma_d$ ) tidak mencapai maksimum. Hal ini menyebabkan pengembangan yang terjadi juga semakin bertambah seiring dengan penambahan energi pemadatan. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya harus dicari terlebih dari nilai OMC tanah pada masing-masing energi pemadatan yang diberikan.

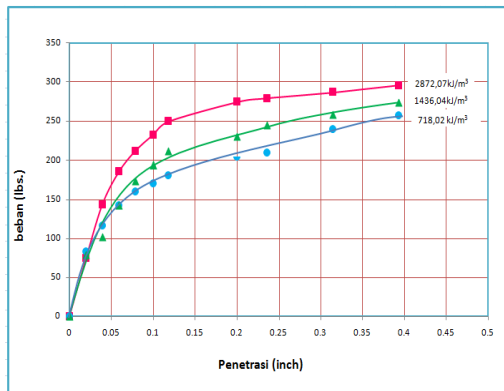
### Hubungan Nilai CBR terhadap Variasi Energi Pemadatan yang Diberikan

Dari hasil pengujian CBR yang telah dilakukan telah didapatkan nilai CBR dari pengujian CBR terendam (*soaked*) dan CBR tidak terendam (*unsoaked*). Hasil pengujian CBR dengan menggunakan variasi energi pemadatan yang diberikan pada tanah lempung yang bersifat Ekspansif dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**.

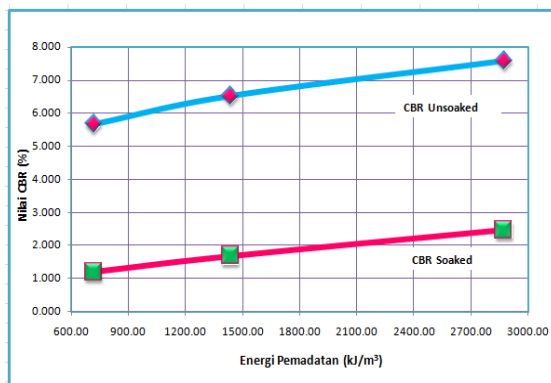
Dari hasil nilai rata-rata pengujian CBR *unsoaked* dan CBR *Soaked* yang telah dilakukan didapatkan grafik hubungan antara besarnya nilai CBR terhadap energi pemadatan dapat dilihat pada **Gambar 8**.



**Gambar 6.** Grafik Perbandingan Hubungan Antara Beban dan Penetrasi Tanah pada Setiap Variasi Energi Pematatan



**Gambar 7.** Grafik Perbandingan Hubungan Antara Beban dan Penetrasi Tanah pada Setiap Variasi Energi Pematatan



**Gambar 8.** Grafik Hubungan Antara Nilai CBR terhadap Variasi Energi Pematatan

Dari hasil kedua pengujian diatas didapatkan kesimpulan bahwa untuk pengujian CBR (*unsoaked*) atau pengujian CBR tanpa rendaman semakin tinggi energi pematatan yang diberikan maka nilai CBR yang terjadi akan semakin tinggi, Dan dari hasil pengujian CBR (*soaked*) didapatkan kesimpulan bahwa, semakin tinggi energi pematatan yang diberikan maka nilai CBR akan semakin tinggi.

### Sifat Mekanik Tanah dari Daerah Paron Kabupaten Ngawi Berdasarkan Variasi Kadar Air.

Sifat mekanik tanah diperoleh dari pengujian CBR, dimana pengujian yang dilakukan adalah CBR rendaman (*Soaked*) dan tanpa rendaman (*Unsoaked*). Dari data yang telah diperoleh didapatkan hasil sebagai berikut:

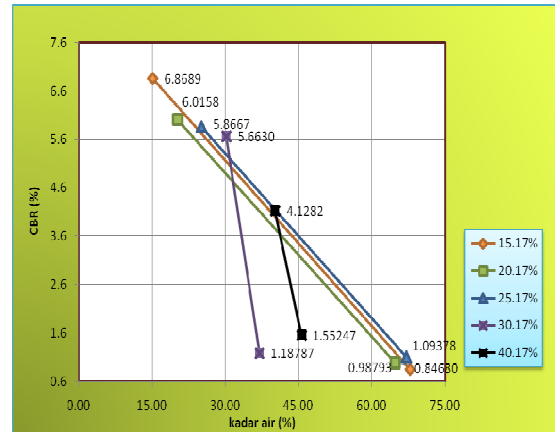
Untuk CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*) yang telah dilakukan didalam Laboratorium mekanika tanah dengan variasi kadar air sebesar 15,169 %; 20,169 %; 25,169 %; 30,169 %; 40,169 %; dan 50,169 % didapatkan grafik hubungan nilai CBR yang dialami tanah lempung ekspansif dapat dilihat pada **Gambar 9**.

Pada pengujian CBR tanpa rendaman ini didapatkan nilai CBR tertinggi sebesar 6,8689 % pada penambahan kadar sebesar 15,169% dan nilai CBR terendah sebesar 2,6345 % pada penambahan kadar air sebesar 50,169%.

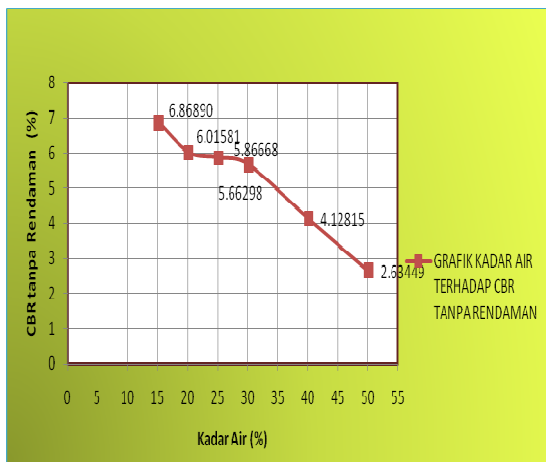
Untuk CBR rendaman (*Soaked*) yang telah dilakukan dengan variasi kadar air sebesar 15,169 %; 20,169 %; 25,169 %; 30,169 %; dan 40,169 % didapatkan grafik hubungan nilai CBR dan nilai pengembangan yang dialami tanah lempung ekspansif dapat dilihat pada **Gambar 10**.

Perubahan Nilai CBR tertinggi setelah sampel direndam selama 4 hari terjadi pada kadar air awal sebesar 15,169% dengan nilai CBR awal 6,8689 % menjadi 0,8468 % dengan kadar air akhir 67,789%. Dan perubahan nilai CBR terendah terjadi pada kadar air awal sebesar 40,169 %

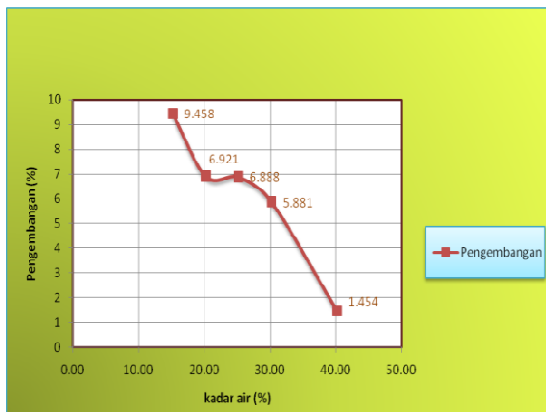
dengan nilai CBR awal sebesar 4,1282 % menjadi 1,5524 % dengan kadar air 45,625 %. Jadi semakin rendah kondisi kadar air awal yang diberikan menjadikan perubahan nilai CBR (penurunan) yang semakin tinggi. Berbeda dengan nilai CBR, nilai pengembangan justru sebaliknya, nilai pengembangan terbesar sebesar 9,458% terjadi pada kadar air 15,169% dan pengembangan terendah sebesar 1,454% terjadi pada kadar air 40,169%. Pengembangan yang terjadi pada masing-masing perlakuan variasi kadar air dapat dilihat pada **Gambar 12**.



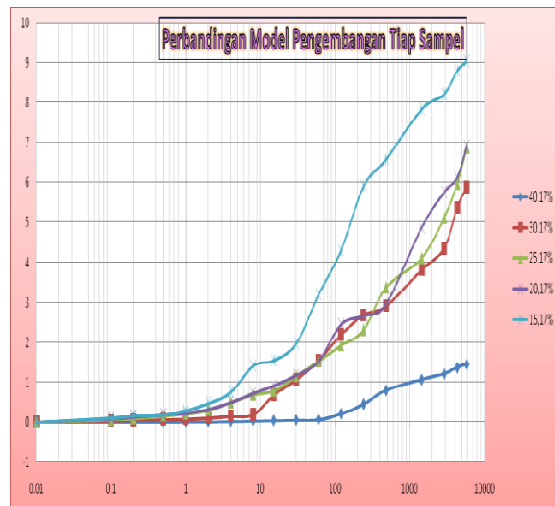
**Gambar 11.** Grafik Hubungan Kadar Air terhadap Perubahan Nilai CBR Setelah Diredam (%)



**Gambar 9.** Grafik Hubungan Kadar Air dan CBR Tanpa Rendaman



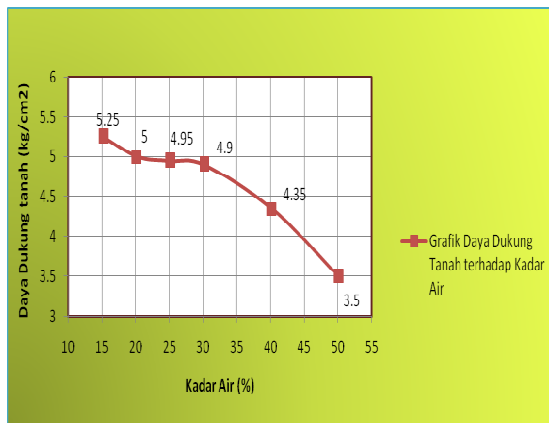
**Gambar 10.** Grafik Hubungan Kadar Air terhadap Pengembangan (%)



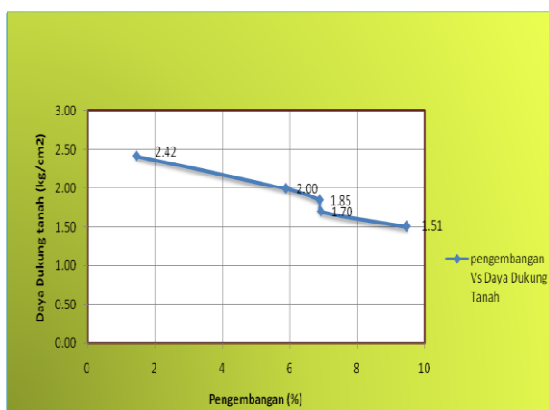
**Gambar 12.** Grafik Perbandingan Model Pengembangan Tiap Sampel

### Hubungan Pengembangan (*Swelling*) yang Terjadi Terhadap Variasi Kadar Air yang Diberikan.

Hubungan antara besarnya pengembangan terhadap variasi kadar air dapat dilihat dalam **Gambar 10**. Dari grafik tersebut, dapat diketahui bahwa semakin besar kadar air yang diberikan pada tanah, maka tanah tersebut akan mengalami pengembangan yang semakin kecil. Sehingga antara besarnya kadar air dengan besarnya pengembangan berbanding terbalik.



**Gambar 13.** Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Tanah terhadap Variasi Kadar Air



**Gambar 14.** Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Tanah terhadap Besarnya Pengembangan

### Hubungan Nilai Daya Dukung Tanah yang Terjadi Terhadap Variasi Kadar Air yang Diberikan.

Dengan mengetahui korelasi antara CBR dengan daya dukung tanah, maka diperoleh hubungan antara nilai daya dukung tanah terhadap besarnya variasi kadar air yang diberikan. **Gambar 13** berikut adalah grafik hubungan antara kadar air terhadap nilai daya dukung tanah dari korelasi CBR tanpa rendaman.

Pada **Gambar 13** menunjukkan bahwa antara daya dukung tanah dengan besarnya kadar air memiliki hubungan berbanding terbalik. Semakin besar kadar air yang diberikan maka daya dukung tanah yang terjadi semakin kecil.

### Hubungan Nilai Daya Dukung Tanah Terhadap Besarnya Pengembangan (*Swelling*) yang Terjadi

Dengan mengetahui besarnya daya dukung tanah dari korelasi nilai CBR rendaman dan nilai pengembangan yang terjadi pada sampel tanah dengan penambahan beberapa variasi kadar air, maka diperoleh hubungan antara daya dukung tanah terhadap besarnya pengembangan yang terjadi sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 14**.

Dari **Gambar 14** dapat diketahui bahwa nilai daya dukung tanah berbanding terbalik dengan nilai besarnya pengembangan yang terjadi. Setelah direndam selama 4 hari tanah akan mengalami pengembangan (*Swelling*) dan memiliki kekuatan tertentu. Semakin tinggi besarnya pengembangan pada tanah ekspansif dari daerah Paron Kabupaten Ngawi maka nilai daya dukungnya semakin kecil.

Dibandingkan dengan jenis tanah lempung lainnya, tanah lempung ekspansif di kecamatan Paron Kabupaten Ngawi memiliki nilai CBR yang cukup tinggi. Dari data sekunder yang diperoleh terlihat bahwa tanah jenis lempung dengan nilai CBR yang paling tinggi adalah jenis marine clay, dimana pada kadar air berkisar 15% memiliki nilai CBR lebih dari 12%. Namun semua jenis tanah lempung memiliki sifat yang sama yaitu nilai CBR berbanding terbalik dengan jumlah kadar air.

Dengan variasi kadar air, perbandingan CBR tanah lempung ekspansif dari kecamatan Paron Kabupaten Ngawi dengan beberapa tanah lempung lainnya dapat dilihat pada **Gambar 15**.

### 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 ekspansif, 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. Berdasarkan pengujian sifat mekanik tanah yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa tanah dari Kecamatan Paron, Kabupaten Ngawi adalah Jenis tanah lempung yang memiliki nilai tingkat pengembangan (*swelling*) yang sangat tinggi. Nilai pengembangan yang paling tinggi terjadi pada energi pemadatan 2872,07 kJ/m<sup>3</sup> yaitu sebesar 7,279% dan yang paling terendah pada energi pemadatan 718,02 kJ/m<sup>3</sup> sebesar 5,881%
6. Berdasarkan pengujian sifat mekanik tanah yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu semakin besar energi pemadatan yang diberikan maka pengembangan yang terjadi juga akan bertambah besar, begitu pula sebaliknya. Hasil tes uji pengembangan (*swelling*) ini menunjukkan hasil tes yang berbeda dengan hipotesa semula, yaitu semakin bertambahnya energi pemadatan maka pengembangan yang terjadi akan semakin mengecil. Hal ini mengindikasikan adanya gejala *overcompact*.
7. Dari pengujian CBR yang telah dilakukan didapatkan nilai CBR *Unsoaked* terbesar pada energi pemadatan 2872,07 kJ/m<sup>3</sup> yaitu sebesar 7,546%, sedangkan nilai CBR *Unsoaked* terendah pada energi pemadatan 718,02 kJ/m<sup>3</sup> sebesar 5,663%. Nilai CBR *Soaked* terbesar pada energi pemadatan 2872,07 kJ/m<sup>3</sup> yaitu sebesar 2,460%, sedangkan nilai CBR *Soaked* terendah pada energi pemadatan 718,02 kJ/m<sup>3</sup> sebesar 1,188%. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar energi pemadatan yang diberikan maka nilai CBR yang terjadi juga akan bertambah besar, begitu pula sebaliknya.
8. Nilai Pengembangan dan besarnya kadar air memiliki hubungan terbalik, semakin tinggi jumlah kadar air yang terkandung di dalam tanah, maka nilai pengembangan yang terjadi akan semakin rendah, dan sebaliknya.
9. Pada kondisi tanpa rendaman, semakin tinggi kandungan kadar air pada tanah yang dipadatkan maka nilai daya dukungnya semakin rendah, begitu pula sebaliknya semakin rendah kandungan kadar air pada tanah maka semakin tinggi nilai daya dukungnya.
10. Terdapat kecenderungan penurunan nilai CBR akibat perendaman. Untuk kadar air awal yang rendah memiliki penurunan nilai CBR yang sangat besar, untuk kadar air awal mendekati

OMC penurunan nilai CBRnya cenderung lebih kecil.

11. Nilai pengembangan (*Swelling*) naik maka nilai daya dukung tanahnya turun, begitu juga sebaliknya jika nilai pengembangan (*Swelling*) turun maka nilai daya dukung tanah akan naik.
12. Dari hasil percobaan CBR yang dilakukan, dibandingkan dengan jenis tanah lempung *white clay*, & *white kaolin* tanah lempung ekspansif Ngawi memiliki nilai CBR lebih tinggi. Namun terhadap *Marine clay*, pada kadar air kurang dari 25 % tanah ekspansif Ngawi memiliki nilai CBR lebih rendah, sedangkan pada kadar air lebih dari 25 % memiliki nilai CBR yang lebih tinggi.

#### Saran.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan nilai OMC yang lebih tepat pada tanah di Kecamatan Paron.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi energi pemadatan untuk mengetahui perilaku pengembangan (*swelling*) tanah lempung terhadap energi pemadatan yang lebih kecil.
3. 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 di atasnya.
4. 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.
5. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan apabila ingin meneruskan dan mengembangkan penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Al Hadi, Alek. 2010. *Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO*. <http://alekalahadi.blogspot.com/2010/10/sistem-klasifikasi-tanah-berdasarkan.html>. 05 Februari 2012
- Alizar. *MODUL 3 PERENCANAAN PERKERASAN JALAN*. Laporan Tidak Diterbitkan. Jakarta : Pusat Pengembangan Bahan Ajar – UMB
- Anonim, 2009, "Laporan Praktikum Mekanika Tanah", Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
- Asmah, Noor Binti Hussin. 2008. *Correlation Between CBR Value And Undrained Shear Strength from Vane Shear Test*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Johor: Faculty of Engineering University Teknologi Malaysia
- Bowles, Joseph E. 1989. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Jakarta : Erlangga.
- Chen, Fu Hua. 1975. *Foundations On Expansive Soils*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.
- Christady Hardiyatmo, Hary. 2002. *Mekanika Tanah II Edisi ke 2*. Beta Offset. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 1994. *Mekanika Tanah ( Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis ) Jilid II*. Jakarta : Erlangga
- Evett, 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.
- Jayadi. 2008. *Pengaruh Pemadatan Tanah pada Kadar Air yang Berbeda Terhadap Swelling Tanah Ekspansif*. Skripsi Tidak Dipublikasikan. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Kammisiq, Soil. *Geotechnical, Aggregate and Concrete*. <http://kammisiq.blogspot.com/2010/03/daya-dukung-tanah.html>. 27 Januari 2012
- Mitchell, James K. 1976. *Fundamentals of Soil Behavior*. Berkeley: University of California
- Mochtar, Indra Surya B. Mochtar. 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah dan alternatif Perencanaan pada tanah bermasalah*. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil ITS.

- [Di-update-Online melalui [digilib.its.ac.id/Public/ITS-Master-11055-Bibliography.pdf](http://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. *Perilaku Tanah Ekspansif yang Dicampur dengan Pasir untuk Subgrade*. Tesis Tidak Dipublikasikan. Semarang : Universitas Diponegoro.
- 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*. Skripsi Tidak Dipublikasikan. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Wesley, L.D.(1986), "*Mekanika Tanah*", Edisi 6 Jakarta : Badan penerbit Departement Pekerjaan Umum
- Wijayanto, Krisnawan, et al. 2006. *Laporan Praktikum Mekanika Tanah*. Laporan Tidak Diterbitkan. Bandung : Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.