

PENGARUH PENAMBAHAN *PORTLAND CEMENT* PADA TANAH MERAH DI DAERAH SOCAH BANGKALAN TERHADAP NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST*

Pondy Maulana

S1 Pend Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: po.pondy@gmail.com

Nur Andajani

S1 Pend Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: nurandajani.unesa@gmail.com

Abstrak

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Tanah merah pada dasarnya merupakan tanah asli dan sudah ada di daerah bangkalan sejak dahulu. Tanah merah ini sama dengan tanah-tanah yang lainnya, yang membedakan adalah warnanya yang merah kecoklatan, jenis tanah merah seperti ini hanya ada di beberapa tempat tertentu saja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan *Portland Cement* terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR)* pada tanah merah Bangkalan. Penggunaan bahan tambah berupa semen ini dilakukan dengan maksud untuk memperbaiki sifat atau tekstur tanah dengan cara mencampur tanah menggunakan bahan sesuai dengan perbandingan tertentu.

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya: Uji *Atterberg* yang terdiri dari test batas cair/*liquid limit (LL)* dan test batas plastis/*plastic limit (PL)* untuk mendapatkan nilai *IP (index plasticity)*, selanjutnya melakukan pengujian test *Standart Proctor* untuk mengetahui harga kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Proses pengujian yang utama yaitu melakukan pengujian *CBR* dengan maksud mengetahui tingkat kekerasan tanah untuk mencari harga nilai kepadatan tanah dasar. Penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan membuat campuran tanah merah dan *portland cement* sebanyak 5 (lima) variasi campuran yaitu: 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%.

Berdasarkan hasil analisis data penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan *portland cement* maka nilai harga *CBR* semakin tinggi, besarnya nilai *CBR* pada tanah asli penetrasi 0,1" adalah (1,69%), penetrasi 0,2" adalah (2,07%), pada tanah merah + PC 2% penetrasi 0,1" adalah (2,16%), penetrasi 0,2" (2,52%), dan pada tanah merah + PC 4% penetrasi 0,1" adalah (3,44%), penetrasi 0,2" (4,22%), pada tanah merah + PC 6% penetrasi 0,1" adalah (12,8%), penetrasi 0,2" adalah (14,56%) dan pada tanah merah + PC 8% penetrasi 0,1" adalah (24,3%), penetrasi 0,2" adalah (25,16%).

Kata kunci : Penambahan *Portland Cement*, *California Bearing Ratio (CBR)*, Tanah Merah

Abstract

Layer of sub grade is subsoil which serves as place to put a hard coating and support construction of pavement of road above. In general, red soil is original soil and have been there in Bangkalan since past. This red soil is similar with other soils. The difference is the color is brownish red. This kind of red soil exists only in several particular places.

This research aims to find out how much influence of additional Portland cement to value of *CBR (California Bearing Ratio)* on red soil of Bangkalan. This application of additional material in form of cement is conducted with a view to improve feature or texture of soil by combining the soil using material which is appropriate with particular ratio.

Method of data collection used in this research is among other: *Atterberg Test* consisting of *liquid limit (LL)* test and *plastic limit (PL)* test to obtain *IP (index of plasticity)*. Then, *Proctor Standard Test* is conducted to find out value of maximum compactness and optimum water level. The main stage of test process is to conduct *CBR (California Bearing Ratio) Test* with intent to find out level of soil compactness so that value of sub grade compactness can be obtained. This research is experimental research in laboratory by combining red soil and *Portland cement* as much as 5 variant that is : 0%, 2%, 4%, 6%, and 8%.

Based on result of the research, it can be concluded that more additional portland cement so higher value of *CBR*. Value of *CBR* on original penetration of soil 0.1" is (1.69%); penetration of soil 0.2" is (2.07%); on red soil + PC 2% penetration 0.1" is (2.16%); penetration 0.2" is (2.52%); and on red soil + PC 4% penetration 0.1" is (3.44%); penetration 0.2" is (4.22%); on red soil + PC 6% penetration 0.1" is (12.8%); penetration 0.2" is (14.56%); and on red soil + PC 8% penetration 0.1" is (24.3%); penetration 0.2" is (25.16%).

Keywords: additional Portland Cement, California Bearing Ratio (CBR), Red Soil.

PENDAHULUAN

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dengan bahan campuran. Tanah merah pada dasarnya merupakan tanah asli dan sudah ada di daerah bangkalan sejak dahulu.

Tanah merah ini sama dengan tanah-tanah yang lainnya, yang membedakan adalah warnanya yang merah kecoklatan, jenis tanah merah seperti ini hanya ada di beberapa tempat tertentu saja. Hal ini ditandai dengan adanya ruas-ruas jalan yang banyak mengalami keretakan pada tubuh jalan serta mengalami penurunan pada pondasi jalannya. Sehingga pada ruas jalan tersebut sering terjadi beberapa dampak negatif bagi pengguna jalan, diantaranya permukaan jalan yang bergelombang, dan keretakan yang diakibatkan daya dukung tanah yang kurang baik sehingga menyebabkan beberapa dampak negatif terhadap tanah dasarnya.

Stabilisasi yang akan digunakan adalah stabilisasi menggunakan bahan tambah berupa semen, dimana semen merupakan bahan kimiawi yang bertindak sebagai pengikat untuk agregat. Penambahan semen digunakan untuk mereduksi atau menghilangkan secara total plastisitas material yang akan digunakan untuk lapis pondasi jalan, sekaligus mempertinggi kekuatannya. Keuntungan dari penambahan semen untuk stabilisasi tanah pada jalan raya yaitu semen memberikan ikatan yang lebih kuat diantara partikel-partikel tanah. Stabilisasi penambahan semen pada tanah merah di Bangkalan digunakan dengan maksud untuk mengetahui kepadatan dan mengukur daya dukung tanah menjadi lebih baik dibandingkan dengan tanah aslinya sebelum dilakukan stabilisasi.

Berdasarkan pengamatan dilapangan ditemukan Pengujian stabilisasi tanah merah dan semen tersebut menggunakan metode *California Bearing Ratio* (CBR). Metode CBR merupakan suatu metode untuk mengukur nilai kepadatan suatu jenis tanah. Kekuatan dan keawetan perkerasan jalan itu sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar, dengan demikian pada perencanaan pembuatan jalan harus diadakan suatu pemeriksaan tanah yang akan dijadikan tanah dasar yang berfungsi untuk mendukung pengerasan jalan. Masalah-masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar adalah:

1. Perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas. Tanah-tanah dengan plastisitas tinggi cenderung untuk mengalami hal

tersebut. Lapisan-lapisan tanah lunak yang terdapat di bawah tanah dasar harus diperhatikan.

2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air. Hal ini dapat dikurangi dengan memadatkan tanah pada kadar air optimum sehingga mencapai kepadatan tertentu sehingga perubahan volume yang mungkin terjadi dapat dikurangi.
3. Daya dukung tanah dasar yang tidak merata disebabkan akibat adanya tanah yang berbeda jenisnya. Penelitian yang seksama atas jenis dan sifat tanah dasar sepanjang jalan dapat mengurangi akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar. Perencanaan tebal perkerasan dapat dibuat berbeda dengan membagi jalan menjadi segmen-segmen berdasarkan sifat tanah yang berlainan.
4. Daya dukung tanah yang tidak merata akibat pelaksanaan yang kurang baik akan menyebabkan penurunan pada lapisan-lapisan tanah dasarnya. Hal ini akan lebih buruk apabila tanah dasarnya merupakan jenis tanah berbutir kasar dengan tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas ataupun akibat berat tanah dasar itu sendiri (pada tanah dasar timbunan).
5. Perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapat lapisan-lapisan tanah lunak dibawah tanah dasar akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk tetap. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan penyelidikan tanah dengan teliti.
6. Kondisi geologis dari lokasi jalan perlu dipelajari dengan teliti, jika ada kemungkinan lokasi jalan berada pada daerah patahan, dan lain sebagainya.

Metode ini mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk mendapatkan nilai CBR tersebut dinamakan test CBR, test ini dikembangkan sekitar tahun 1930-an di laboratorium *of Materials Research Departement of The California Division of Highway, USA*. Prinsip dari uji CBR ini adalah menekan suatu contoh tanah dalam cetakan berbentuk silinder dengan alat penekan standart dengan kecepatan penetrasi tetap dan diukur beban yang diperlukan. Nilai CBR adalah perbandingan antara beban yang diperlukan untuk penetrasi dengan beban yang ditahan bahan standart.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan dilaboratorium pada kadar air tertentu. Nilai CBR laboratorium menggunakan metode pengujian pemadatan berat untuk tanah (*SKBI*

3.3.30.1987/UDC.624.131.53 (02) dan bahan dipadatkan dalam suatu cetakan sesuai dengan petunjuk *SKBI*. Dari penelitian ini dapat dilihat klasifikasi harga CBR dan penetrasi standart yang di uraikan pada tabel 2.7 dan 2.8 sebagai berikut:

Tabel 2.7. Klasifikasi Harga CBR

CBR (%)	Description	User	Clasification System	
			Unified	AASHTO
0 – 3	Very poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Fair	Subgrade	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 – 50	Good	Base or Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excellent	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

(Sumber: Joseph Bowles, 1992)

Tabel 2.8. Penetrasi Standart

Penetrasi (inch)	Beban Standar (lbs)	Beban Standar (Lbs/inch ²)/(psi)
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

(Sumber: L.H Shirley, 1994)

Nilai CBR merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam perhitungan struktur perkerasan jalan raya. Semakin besar nilai CBR, semakin besar pula daya dukung tanah dasar sehingga untuk beban lalu lintas yang sama akan membutuhkan ketebalan perkerasan yang lebih tipis. Ditinjau dari sisi finansial, pengurangan ketebalan perkerasan akan berdampak pada penghematan biaya konstruksi jalan Menurut (Shirley L. Hendarsin, 1994).

Berdasarkan uraian diatas, ditemukan permasalahan yang dapat diambil dalam penelitian, yaitu bagaimana pengaruh penambahan *portland cement* terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR) Test* pada tanah merah daerah bangkalan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan *portland cement* terhadap nilai *California Bearing Ratio (CBR)* pada tanah merah daerah bangkalan.

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian berikut ini antara lain, bagi masyarakat/lembaga dapat memberikan informasi khususnya bidang teknik sipil tentang pentingnya penambahan *portland cement* pada

tanah lempung berlanau (tanah merah) terhadap nilai CBR, serta memberikan hasil/informasi kepada Bina Marga jalan daerah Kabupaten Bangkalan tentang alternatif proses stabilisasi pemadatan tanah dengan semen.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium mekanika tanah dengan melakukan serangkaian pengujian pada benda uji yang tergolong dari tanah merah dari Bangkalan dan semen dari Gresik.

Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas

Variabel yang sengaja dipelajari pengaruhnya (dengan mengubah atau memanipulasi) terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan *portland cement* dengan persentase campuran (0%, 2%, 4%, 6%, 8%).

2. Variabel Terikat

Variabel akibat keadaannya akan tergantung pada variabel bebas. Sehingga variabel terikat pada penelitian ini adalah besarnya nilai CBR terhadap tanah merah daerah Bangkalan.

3. Variabel Kontrol

Perlakuan yang disamakan terhadap penelitian yang dilakukan. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah tanah merah, *portland cement*, dan kepadatan *proctor standart*.

Tempat dan Waktu penelitian

- Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Surabaya (UNESA) Kampus Ketintang Surabaya.
- Waktu penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2011/2012.

Teknik Pengumpulan Data

Pengujian laboratorium ini peneliti melakukan pengujian secara langsung pada benda uji untuk mendapatkan data primer. Uji laboratorium ini meliputi beberapa pengujian yaitu:

1. Uji *Atterberg* yang terdiri dari test LL (*Liquid Limit*) untuk mendapatkan batas cair dan test PL (*Plastic Limit*) untuk mengetahui batas plastis, sehingga mendapatkan nilai IP (*Index Plasticity*).
2. Pengujian pemadatan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dengan menggunakan *Standart Proctor Test*.
3. Proses melakukan tes pemadatan 5 macam benda uji pada tiap masing-masing campuran untuk mencari γ_{dmaks} dan w_{opt} .
4. Pengujian CBR dengan melakukan tes kekerasan tanah pada tiap masing-masing campuran yang

terdiri dari beberapa variasi campuran mulai 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% untuk mencari harga nilai CBR.

Langkah Penelitian

Adapun urutan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian yaitu menyiapkan tanah merah yang lolos ayakan No.10 apabila untuk tes Atterberg Limit tanah yang lolos ayakan No.10 di haluskan menggunakan penumbuk keramik kemudian di ayak kembali sampai lolos ayakan no.40.
2. Membuat campuran pada masing-masing benda uji tanah merah + semen dengan membuat perbandingan prosentase penambahan semen. Adapun urutan pencampuran tanah merah dan semen yang terdiri dari 5 macam campuran benda uji yaitu :

Tabel 3.1 : Perencanaan pembuatan benda uji.

No Sampel	Tanah Merah		PC	
	Prosentase (%)	Berat (gr)	Prosentase (%)	Berat (gr)
1	100	30000	0	0
2	100	30000	2	600
3	100	30000	4	1200
4	100	30000	6	1800
5	100	30000	8	2400

3. Melakukan tes batas-batas *Atterberg* yaitu pengujian untuk mencari nilai IP (*Index Plasticity*) sesuai ketentuan, antara lain: test LL (*Liquid Limit*) untuk mengetahui batas cair, test PL (*Plastic Limit*) untuk mengetahui batas plastis sehingga didapat IP (*Index Plasticity*).
4. Melakukan pencampuran dari masing-masing campuran tersebut dan melakukan pemeraman 24 jam.
5. Melakukan tes pematatan tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah dengan menggunakan *Standart Proctor Test*.
6. Membuat 5 benda uji dari masing-masing campuran persentase semen setelah mendapatkan γ_{dmaks} dan w_{opt} .
7. Melakukan tes CBR tanah dari masing-masing campuran benda uji untuk mencari nilai CBR, dengan menggunakan alat CBR Laboratorium.
8. Menganalisa data.

Adapun uraian tentang analisis penelitian yang dihitung dengan menggunakan rumus:

- *Test Atterberg*

Pengujian ni dilakukan untuk mencari nilai IP (*Index Plasticity* sesuai ketentuan diantaranya : uji LL (*Liquid Limit*) untuk mengetahui batas cair, uji PL (*Plastic Limit*) untuk mengetahui batas plastis sehingga didapat IP dari hasil Pengurangan antara *Liquid limit* dengan *Plastic limit*. Untuk mengetahui kadar air pada tiap-tiap pengujian, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$W(\%) = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100\%$$

- Pada uji *Proctor*, tanah dipadatkan dalam sebuah cetakan silinder bervolume $1/30ft^3(943.3\text{ cm}^3)$. Pematatan tanah tersebut dilakukan dalam 3 (tiga) lapisan (dengan tebal tiap lapisan kira-kira 1.0 inch (2.54 cm) dan jumlah tumbukan adalah 25 x setiap bagian lapisan. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

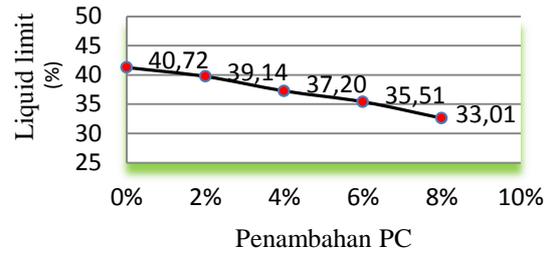
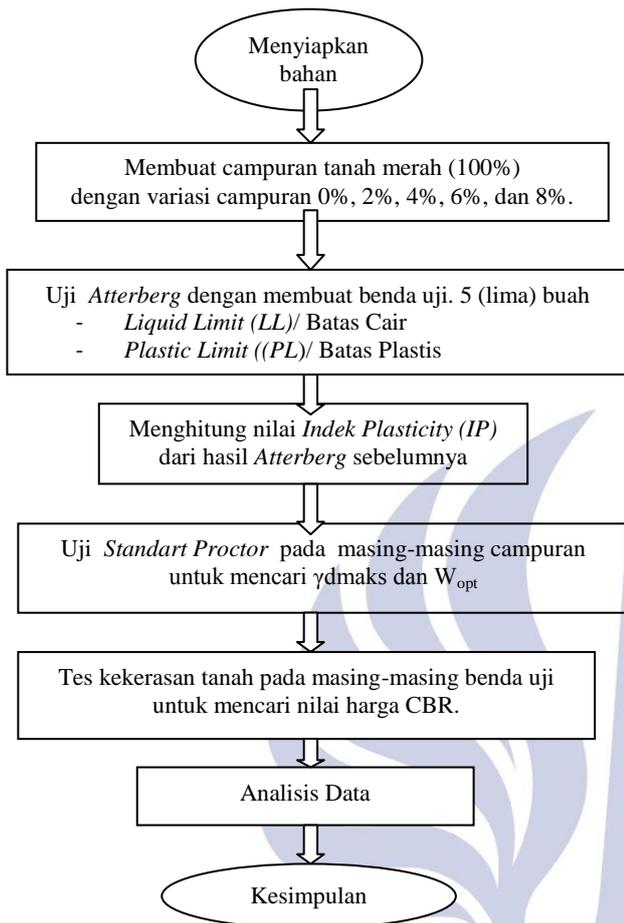
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w}{100}}$$

- Dengan menggunakan harga-harga beban yang sudah dikoreksi pada penetrasi 2,54 mm (0,1”) dan 5,08 mm (0,2”) hitung harga CBR dengan cara membagi beban standar masing-masing 70,31 kg/cm² (3000 lbs) dan 105,47 kg/cm² (4500 lbs) dan kalikan dengan 100 harga CBR diambil harga pada penetrasi 2,541 mm (0,1”). Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 0,1”. Bila harga yang didapat pada penetrasi 5,08 mm (0,2”) ternyata lebih besar percobaan tersebut diulang.

Apabila percobaan ulangan ini masih tetap menghasilkan nilai CBR pada penetrasi 5,08 mm lebih besar dari nilai CBR pada penetrasi 2,54 mm (0,1”), maka harga CBR diambil harga pada penetrasi 5,08 mm (0,2”). Bila beban maksimum dicapai pada penetrasi sebelum 5,08 mm (0,2”), maka harga CBR diambil dari beban maksimum dengan beban standar yang sesuai. Adapun persamaan yang digunakan dalam perhitungan untuk mencari nilai harga CBR laboratorium yang dirumuskan sebagai berikut:

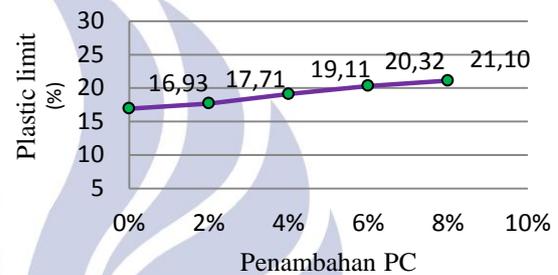
$$\text{Nilai CBR} = \frac{\text{Beban yang telah dikoreksi}}{\text{Beban standart}} \times 100\%$$

Diagram Alir Penelitian



Grafik 1. Pengaruh penambahan *portland cement* terhadap harga *Liquiq limit (LL)* pada tanah merah.

Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai hasil kenaikan PL dari (16,93-21,10)%, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan *portland cement* maka nilai PL (*Plastic limit*) semakin tinggi.



Grafik 2. Pengaruh penambahan *portland cement* terhadap harga *Plastic limit (PL)* pada tanah merah.

Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai hasil penurunan IP dari pengurangan (LL-PL = IP), mulai (23,79-11,91)%, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan *portland cement* maka nilai IP (*Index plasticity*) semakin menurun.

HASIL DAN ANALISIS

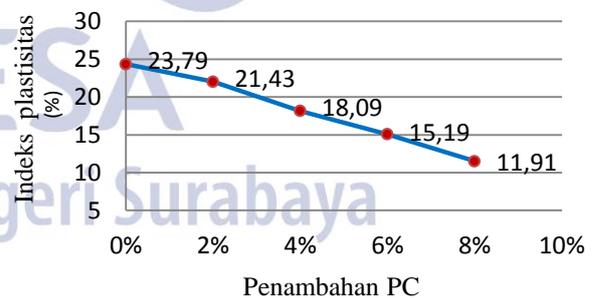
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan parameter tanah yang diuji dapat dikelompokkan dalam 5 (lima) golongan seperti terlihat pada tabel 4.1 dibawah ini:

Hasil Test Sifat Fisik Tanah

Tabel 4.1 : Hasil test sifat fisik tanah

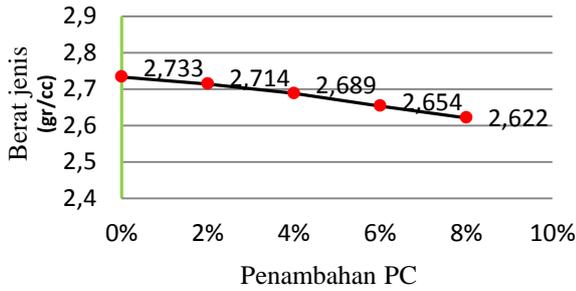
Benda Uji	Campuran Benda Uji		LL (%)	PL (%)	IP (%)	Gs (gr/cm ³)	γd maxs (gr/cm ³)
	T. Merah (%)	PC (%)					
1	100	0	40,72	16,93	23,79	2,733	1,532
2	100	2	39,14	17,71	21,43	2,714	1,540
3	100	4	37,20	19,11	18,09	2,689	1,549
4	100	6	35,51	20,32	15,19	2,654	1,561
5	100	8	33,01	21,10	11,91	2,622	1,575

Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh nilai hasil penurunun LL dari (40,72% - 33,01%), hal ini dikarenakan semakin besar penambahan *portland cement* maka nilai LL (*Liquid limit*) semakin menurun.



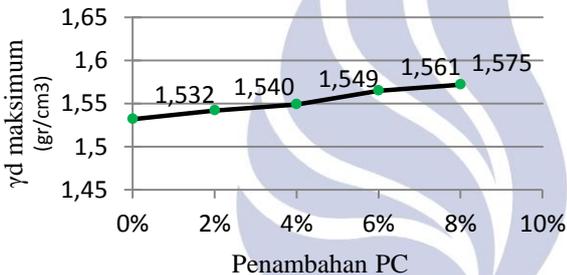
Grafik 3. Pengaruh penambahan *portland cement* terhadap harga *Index plasticity (IP)* pada tanah merah.

Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh harga berat jenis Gs mulai (2,733-2,622) gr/cc, hal ini dikarenakan semakin besar penambahan *portland cement* maka harga Gs semakin menurun.



Grafik 4. Pengaruh penambahan *portland cement* terhadap harga berat jenis (Gs) pada tanah merah.

Berdasarkan grafik dibawah ini, diperoleh harga kepadatan maksimum (γ_d maks) mulai (1,532-1,575) gr/cm^3 , hal ini dikarenakan semakin besar penambahan *portland cement* maka harga kepadatan maksimum (γ_d maks) semakin tinggi.



Grafik 5. Pengaruh penambahan *portland cement* terhadap harga kepadatan maksimum (γ_d maks) pada tanah merah.

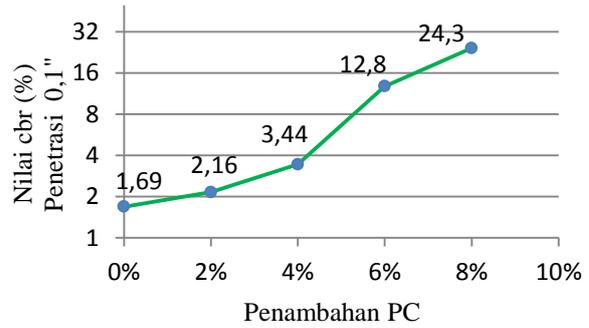
Analisis pengaruh penambahan *portland cement* terhadap nilai CBR laboratorium pada tanah merah.

Dari hasil test pengujian CBR laboratorium maka diperoleh harga nilai CBR yang semakin tinggi dengan semakin besarnya penambahan *portland cement*.

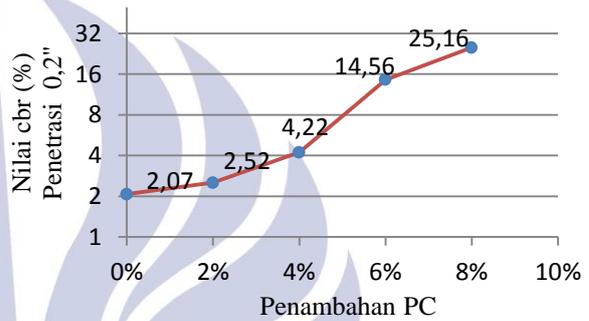
Sehingga dapat disimpulkan dengan semakin besar penambahan *portland cement* pada tanah merah maka nilai harga CBR akan semakin tinggi, untuk lebih jelasnya dapat dilihat hasil gabungan nilai harga CBR pada Tabel 4.7 dan Grafik 8.

Tabel 4.7: Hasil gabungan nilai CBR pada masing masing campuran.

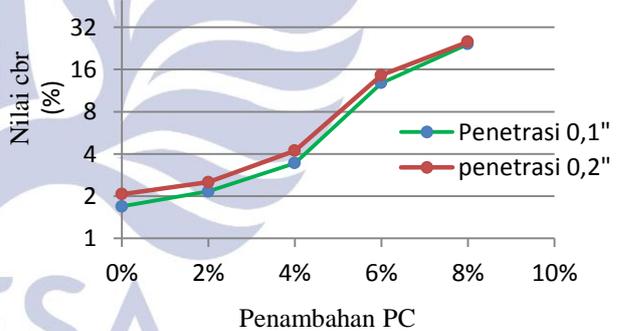
Benda uji	Campuran Benda Uji		Nilai CBR (%)	
	T. Merah (%)	PC (%)	0,1"	0,2"
1	100	0	1,69	2,07
2	100	2	2,16	2,52
3	100	4	3,44	4,22
4	100	6	12,8	14,56
5	100	8	24,3	25,16



Grafik 6 : Pengaruh penambahan PC terhadap harga nilai CBR penetrasi 0,1”.



Grafik 7 : Pengaruh penambahan PC terhadap harga nilai CBR penetrasi 0,2”.



Grafik 8 : Hasil gabungan pengujian CBR penetrasi 0,1” dan 0,2”.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Semakin besar penambahan *portland cement*, maka nilai CBR akan semakin tinggi. Nilai CBR pada benda uji 3 dengan penambahan PC 4% kurang memenuhi prasyarat untuk kepadatan *subgrade*, dikarenakan pada penetrasi 0,1” didapat nilai CBR 3,44%, sedangkan untuk penetrasi 0,2” didapat nilai CBR 4,22%. CBR untuk perkerasan jalan dibutuhkan CBR > 4%, untuk dapat memenuhi syarat kedua penetrasi tersebut, maka pada campuran PC 4% dilakukan penambahan PC menjadi 4,3% PC, sehingga didapat nilai CBR penetrasi 0,1” adalah (4,12%), penetrasi 0,2” adalah (5,09%), dengan demikian pada penambahan PC 4,3%, maka syarat nilai CBR untuk *subgrade* sudah memenuhi

> 4% *subgrade*. Jadi untuk mendapatkan nilai CBR > 4%, maka dibutuhkan penambahan minimum PC 4,3% dari berat kering tanah.

Saran

Dari pembahasan diatas saran yang dapat dianjurkan antara lain :

- Perlunya dilakukan penelitian kembali menggunakan penambahan PC dengan batas minimum penambahan 4,3% PC dari berat kering tanah agar mencapai nilai CBR > 4% *subgrade*.
- Perlunya diadakan penelitian ulang apabila menggunakan penambahan portland cement dengan campuran yang berbeda.
- Perlu diadakan uji laboratorium berkelanjutan pada tanah merah didaerah lain, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh portland cement sebagai bahan stabilisasi tanah merah, serta untuk membedakan jenis tanah merah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Andajani Nur, dkk. 1994. *Panduan Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah I*, Surabaya: UNESA University Press
- Hary Christady. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Komisi Tri Dharma. 2006. *Panduan Penulisan dan Penilaian Skripsi*. Surabaya: UNESA University Press.
- L.H Shirley. 1994. *Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Bandung: Nova
- M. Das Braja. 1994. *Mekanika Tanah I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga University Press.
- M. Das Braja, terjemahan B. Mochtar Indrasurya. 1994. *Mekanika Tanah II (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga University Press.
- Ridwan Machfud. 2003. *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I*. Surabaya: UNESA university Press.
- Sosrodarsono Suyono, terjemahan Taulu. L, dkk. 1984. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: P.T. Pradnya Paramita.
- Wesley L.D. 1977. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

E. Bowles. Joseph. 1992. *Engineering Properties Of Soils And Their Measurement. Library Of Congress Cataloging In Publication Data*.

Bindra. S.P. 1981. *A Course In Highway Engineering*. Chandigarh: *Building Construction*.

