

## PENGGUNAAN SOIL CEMEN SEBAGAI BAHAN PERKERASAN JALAN DI TINJAU TERHADAP NILAI CBR

Hairulla

Email : [hairulla@unmus.ac.id](mailto:hairulla@unmus.ac.id)

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Musamus

### ABSTRAK

Perkembangan Kabupaten Merauke akan menimbulkan tingginya permintaan akan prasarana jalan yang memadai. Dalam peningkatan mutu jalan konstruksi *soil cement*, konstruksi lama ditimbun dengan material baru (*selected materials*) dan distabilisasi, hal ini akan memberikan beberapa kerugian, diantaranya bangunan *Box culvert* akan mengalami penambahan beban mati di atasnya dan pengambilan bahan terus menerus tentunya akan merusak alam. Tujuan penulisan ini adalah (1) Mengetahui pemanfaatan material daur ulang perkerasan *soil cement* lama sebagai bahan perkerasan jalan, (2) Mengetahui hasil pemanfaatan daur ulang perkerasan *soil cement* sebagai bahan perkerasan jalan tanpa penambah material baru *selected materials* (Selmat).

Metode yang digunakan adalah metode pengujian *CBR* laboratorium SNI. Pengujian dilakukan dengan dua *sample* tanah yaitu material hasil bongkaran *soil cement* dan *selected materials* (selmat), untuk diketahui nilai *CBR* yang dihasilkan kemudian dibandingkan. dengan metode ini juga akan diketahui kekuatan penggunaan soil cemen sebagai bahan yang di daur ulang sebagai material perkerasan jalan.

Hasil pengujian *CBR* Laboratorium disimpulkan bahwa dengan penambahan semen sebanyak 12% ditambah pemeraman 7 hari, diperoleh nilai *CBR* rata-rata pada *selected materials* (selmat) sebesar 30,17%. Sedangkan material bongkaran *soil cement* mengalami peningkatan yang baik yaitu nilai *CBR* rata-rata sebesar 73,02%. Maka material bongkaran *soil cement* dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan dengan cara distabilisasi dan telah memenuhi syarat perkerasan jalan yaitu sebagai lapis fondasi bawah (*subbase*)  $CBR \geq 35\%$ .

Kata Kunci : Pengujian *CBR* laboratorium, Daur ulang, *Soil cement*.

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Perkembangan Kabupaten Merauke akan menimbulkan tingginya permintaan akan sarana dan prasarana pendukung. Salah satu prasarana pendukung perkembangan ekonomi masyarakat dan untuk membuka akses ke kampung-

kampung terisolir serta pusat-pusat perkembangan ekonomi ditingkat distrik diperlukan jalan yang memadai. Kondisi kontur tanah di Kabupaten Merauke tidak mendukung karena kawasan merauke datar, cenderung berawa dan kondisi tanah kurang bagus untuk perkerasan jalan sehingga perlu untuk diperbaiki.

Tanah yang digunakan sebagai perbaikan tanah dasar adalah konstruksi *soil cement* yaitu *selected materials* (Selmat) dan semen yang direaksi oleh air dan dipadatkan terlebih dahulu dengan menetapkan nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*). Pada peningkatan mutu jalan konstruksi *soil cement*, konstruksi lama ditimbun dengan material baru (*selected materials*) dan distabilisasi, dalam penanganan seperti di atas akan memberikan beberapa kerugian, diantaranya adalah bangunan *Box culvert* akan mengalami penambahan beban mati di atasnya, dan bila di tinjau dari ekosistem alam pengambilan bahan yang terus menerus tentunya akan merusak alam, sehingga perlu dimanfaatkan material *soil cement* yang ada sebagai lapisan perkerasan jalan.

Berdasarkan latar belakang di atas sehingga penulis tertarik untuk melakukan daur ulang perkerasan lama ditingkatkan kembali mutunya dengan cara distabilisasi ulang dengan menggunakan semen, untuk itu penulis ingin melakukan penelitian dengan judul **“Pemanfaatan Material Daur Ulang Perkerasan Soil Cement Sebagai Bahan Perkerasan Jalan Ditinjau dari Nilai CBR”**.

## TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASANTEORI

### A. Tinjauan Pustaka

Widodo, dkk (2013) “Hasil Bongkaran Perkerasan Jalan Sebagai Bahan Lapis Fondasi Jalan Raya”. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pemanfaatan hasil bongkaran perkerasan aspal jalan sebagai bahan lapis fondasi jalan. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan menambahkan semen terhadap campuran bongkaran perkerasan aspal jalan dan agregat baru adalah 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan semen sebesar 0,5% dan 2,5% dapat memperbaiki nilai *CBR* nya masing-masing 36% dan 94% sehingga dapat digunakan sebagai bahan fondasi bawah dan fondasi atas jalan raya.

Sunarjono, dkk (2012) "Rekayasa Pemanfaatan *Reclaimed Asphalt Pavement* Untuk Preservasi Konstruksi Jalan". Rekayasa laboratorium dilakukan dengan pencampuran dingin, hangat, ataupun panas, yaitu pada suhu kamar, di bawah titik didih, dan suhu sekitar 150°C . Bahan tambah yang digunakan adalah kapur, semen, *foamed bitumen*, dan kombinasinya. Campuran bahan *RAP* tanpa bahan tambah dengan sistem pencampuran dingin dan hangat menghasilkan kinerja yang rendah,

Sedangkan pada sistem pencampuran panas walau tanpa bahan tambah menghasilkan peningkatan kinerja sehingga dapat digunakan untuk lapis pondasi atas. Sedangkan campuran bahan RAP dengan bahan tambah dengan ketiga sistem pencampuran tersebut memberikan kinerja yang sangat baik, sehingga dapat digunakan untuk lapis antara atau bahkan untuk lapis aus.

Widiyanto arif (2010) "Pemanfaatan Material Tempatan Untuk Bahan Jalan Sebagai Upaya Efisiensi Dan Penerapan *Green Construction* Pada Pembangunan Jalan". Cara terbaru yang saat ini diterapkan di Indonesia adalah dengan teknik stabilisasi atau teknologi daur ulang (*recycling*). Tulisan ini menguraikan karakteristik perkerasan, pengenalan proses stabilisasi dengan peralatan modern, peningkatan struktur perkerasan, tindakan preventif untuk meminimalisasi keretakan pada perkerasan terstabilisasi dan keunggulan teknik stabilisasi/ daur ulang untuk pembangunan dan atau rehabilitasi jalan yang berwawasan *green construction*.

Untoro Nugroho (2008) "Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening Dengan Menggunakan Campuran *Portland Cement* Dan *Gypsum Sintesis* (Caso4h2o) Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio (*CBR*)". Penelitian ini dilakukan

untuk mengetahui pengaruh penambahan *portland cement* sebesar 5% dan *gypsum sintesis* (0%, 5%, 10% dan 15%) dengan masa pemeraman (*curing*) 0 hari dan 7 hari dilihat dari nilai *CBR*. Penelitian ini memakai standar *ASTM*. Dari hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa penambahan *portland cement*, *gypsum sintesis* dan masa pemeraman meningkatkan nilai *CBR*. Nilai *CBR* yang dihasilkan mengalami kenaikan dan mencapai nilai maksimum pada kadar *portland cement* 5% dan *gypsum sintesis* 15% dengan masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 8,985%. Nilai tersebut mengalami kenaikan 3 kali lipat dari nilai *CBR* tanah gambut asli yaitu sebesar 3,559%. nilai *CBR* mengalami kenaikan sebesar 252,46%.

## **B. Tanah**

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas, yang terletak di atas batuan dasar. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah.

1. Klasifikasi tanah

a. Sistem klasifikasi tanah *USCS*  
(*Unified Soil Classification system*)

System ini pertama kali diperkenalkan oleh *Casagrande* pada tahun 1942 untuk dipergunakan dalam pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps engineers*.

Sistem ini telah di pakai dengan sedikit modifikasi oleh *U.S Bureau of Reclamation* dan *U.S Corps of Engineers* pada tahun 1952. Dan pada tahun 1969 *American Society for Testing and Materials* telah menjadikan sistem ini sebagai prosedur standar guna mengklasifikasikan tanah untuk tujuan rekayasa.

Sistem *Unified* membagi tanah kedalam dua kelompok utama, yaitu :

- Tanah berbutir kasar adalah tanah yang lebih dari 50% bahannya tertahan pada ayakan no. 200 (0,075 mm). Tanah butir kasar dibagi atas kerikil (G) dan pasir (S).
- Tanah berbutir halus adalah tanah yang lebih dari 50% bahannya lewat ayakan no. 200 (0,075 mm). Tanah butir halus terbagi atas lanau, lempung serta lanau dan lempung organik .

b. Sistem klasifikasi tanah *AASHTO*  
(*American Association Of State Highway Officials*)

Dalam sistem ini, jenis tanah dibagi dalam grup : A-1 sampai A-8, tetapi A-8 tidak terdapat dalam tabel, maka klasifikasi dilakukan secara visual dan menganggap butiran seperti serbuk. Untuk A-1,A-2,A-3 adalah butiran yang lolos dari ayakan 0.075 mm,  $\leq 35\%$ . Sedangkan A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah apabila butiran yang lolos dari ayakan 0.075 mm  $\geq 35\%$ .

Tabel 1. Klasifikasi tanah dengan sistem *AASHTO*

Klasifikasi Umum	Kerikil dan Pasir ( $\leq 35\%$ lolos ayakan 0.075 mm)							Lumpur dan Tanah liat ( $\geq 35\%$ lolos ayakan 0.075 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Grup Klasifikasi	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
Perentase lolos ayakan												
2.00 mm (No.10)	Max.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
0.425 mm (No.40)	Max.30	Max.50	Max.51									
0.075 mm (No.200)	Max.15	Max.25	Max.10	Max.35	Max.25	Max.35	Max.25	Max.36	Max.30	Max.36	Max.30	Max.30
Batas Cair	.	.	Max.40	Max.41	Max.40	Max.41	Max.41	Max.40	Max.41	Max.40	Max.41	Max.41
Indeks Plastis	Max.0	NP	max.10	Max.10	Max.11	Max.11	max.10	Max.10	Max.10	Max.11	Max.11	Max.11
Tipe tanah secara umum	Batu, K/kl, dan Pasir		Pasir Halus	Lanau atau K/kl dan Pasir				Tanah lempungan		Tanah liat		
Kondisi sebagai tanah dasar	Baik s/d Sangat Baik			Campur tanah liat				Sedang s/d lelek				

(Sumber : Hary christady hardiyatmo, 2006, mekanika tanah I)

2. Stabilisasi tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah.

Tujuan dari upaya perbaikan tanah tersebut adalah untuk mendapatkan tanah yang stabil pada semua kondisi sebelum dilaksanakannya suatu konstruksi di

atasnya. Adapun metode-metode stabilisasi yang dikenal adalah :

a. Stabilisasi mekanis

Stabilisasi mekanis adalah penambahan kekuatan atau daya dukung tanah dengan jalan mengatur gradasi tanah yang dimaksud. Usaha ini biasanya menggunakan sistem pemadatan. Pemadatan merupakan stabilisasi tanah secara mekanis, pemadatan dapat dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, dan sebagainya.

b. Stabilisasi kimiawi

Stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Biasanya digunakan untuk tanah yang berbutir halus. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi tanah disebut *stabilizing agent* karena setelah diadakan pencampuran menyebabkan terjadinya stabilisasi.

3. Tanah daur ulang

Tanah daur ulang yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tanah yang di ambil dari perkerasan jalan yaitu perkerasan soil semen yang telah mengalami kerusakan. Tanah yang diambil akan dihancurkan dengan maksud agar bongkahan memiliki butiran menyamai

dengan material selmat, selmat yang di maksudkan adalah bahan utama yang di gunakan dalam perkerasan soil semen. Selanjutnya dilakukan pengujian analisa saringan untuk mengetahui pembagian butiran material.

Salah satu contoh daur ulang perkerasan jalan adalah penggunaan material bongkaran perkerasan aspal yaitu *reclaimed asphalt pavement (RAP)* yaitu perkerasan jalan yang telah rusak akut yang kemudian digali dan dihancurkan menjadi semacam agregat pada campuran aspal panas. Teknik daur ulang ini telah mengalami pengembangan hingga telah diciptakan alat yang mampu menggaruk perkerasan jalan lama *milling machine*, *stone crusher* dan *screening plant* untuk memecah material *RAP* dan memisahkannya menjadi beberapa fraksi agregat dan juga *Asphalt Mixing Plant* yang digunakan untuk mencampur kembali material *RAP* ini menjadi campuran aspal panas yang baru.

### C. Analisis Tanah

Analisis atau pengujian tanah bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kondisi tanah, analisis tanah dibagi menjadi dua yaitu :

1. Fisis

Klasifikasi tanah secara fisis dilakukan dengan pengujian-pengujian diantaranya sebagai berikut :

a. Pengujian gradasi butiran tanah

Pengujian gradasi butiran dimaksudkan untuk menentukan distribusi butiran dari yang kasar ke yang halus, kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan jenis tanah untuk penamaan selanjutnya. Penentuan gradasi butiran tanah yang lebih besar dari 0.075 mm dilakukan dengan ayakan standart, sedangkan untuk butiran yang lebih kecil dari 0.075 mm dengan Hidrometer.

Hitung persentase yang lolos untuk masing-masing ayakan dengan rumus :

$$P_t = \frac{W_t}{W_a} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

Pt = Persentase berat tanah yang tertinggal pada detiap ayakan

Wt = Berat tanah yang tertinggal pada setiap ayakan

Wa = Berat contoh seluruhnya

b. Pengujian berat jenis

Berat jenis tanah merupakan salah satu parameter yang sering digunakan dalam perhitungan hubungan antara volume dan berat tanah yaitu porositas, angka pori maupun derajat kejenuhan.

Hitung berat jenis tanah dengan rumus:

$$\gamma_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

$\gamma_s$  = berat jenis tanah (gram/cm<sup>3</sup>)

W1 = berat piknometer (gram)

W2 = Berat piknometer dengan bahan kering (gram)

W3 = berat piknometer, bahan dan air (gram)

W4 = bereat piknometer dengan air (gram)

c. Pengujian kadar air

pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air pada *sample* tanah. Pengujian ini dapat dihitung dengan rumus :

$$w = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan :

A = Berat tanah basah

B = Berat tanah kering atau berat tetap

2. Mekanis

Klasifikasi tanah secara mekanis diantaranya dilakukan dengan pengujian-pengujian sebagai berikut adalah :

a. Kompaksi atau pematatan

Kepadatan tanah sangat di pengaruhi besar kecilnya pori yang

terdapat di dalam tanah itu sendiri, pori tersebut merupakan ruangan antara butir-butir yang umumnya terisi oleh air dan udara. Dengan demikian kepadatan tanah bergantung pada jenis, sifat, besar butir-butir serta kadar air yang dikandungnya. Uji kepadatan tanah dapat dilakukan dengan cara standar.

Perhitungan untuk mengetahui berat tanah basah dan berat isi tanah kering dengan rumus sebagai berikut :

Berat isi tanah basah :

$$\gamma = \frac{B_2 - B_1}{V} (\text{gr/cm}^3)$$

.....(2.4)

Dengan :

=Berat isi basah (gr/cm<sup>3</sup>)

B<sub>1</sub> =Berat cetakan dan keping alas (gram)

B<sub>2</sub> =Berat cetakan, keping alas dan benda uji (gram)

V = Isi cetakan (cm<sup>3</sup>)

Berat isi tanah kering :

$$\gamma_d = \frac{\gamma - 100}{(100 + W)} (\text{gr/cm}^3)$$

.....(2.5)

Dengan :

= Berat isi kering

$\gamma$  = Berat isi basah (gr / cm<sup>3</sup>)

W = Kadar air (%)

Modified

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan di dalam cetakan silinder berukuran tertentu

dengan menggunakan alat penumbuk 4,54 kg (10 lbs) dan tinggi jatuh 45,7 cm (18”). Pengujian kepadatan dibagi dalam 4 cara sebagai berikut :

b. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*

*California Bearing Ratio (CBR)* adalah perbandingan antara penetrasi suatu bahan terhadap bahan dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Cara ini dikembangkan oleh *California State Highway Departemen* untuk menilai tanah dasar jalan.

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai *CBR* tanah dan campuran tanah dengan agregat yang telah dipadatkan dengan kadar air tertentu. Dengan kata lain pemeriksaan ini merupakan suatu percobaan penetrasi yang digunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang hendak dipergunakan untuk bahan perkerasan jalan atau tempat parkir ataupun bangunan industri yang membutuhkan landasan yang kuat. Nilai *CBR* yang diperoleh dari pemeriksaan digunakan untuk memperhitungkan tebal lapisan perkerasan (*Sub Base, Base Course, dan surfacing*).

Perhitungan dilakukan dengan menentukan Angka beban yang telah dikoreksi untuk setiap benda uji pada penetrasi 0,1” dan 0,2” (2,54 cm dan 5,08 cm). Nilai *CBR* diperoleh dalam persen

dengan membagi angka beban yang telah dikoreksi 0,1” dan 0,2” masing masing dengan angka beban standar sebesar 3000 dan 4500 lbs dan dikalikan 100. *CBR* dipilih pada penetrasi yang menunjukkan nilai *CBR* terendah. Nilai *CBR* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$CBR = \frac{\text{Angka beban yang telah dikoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100 \quad (2.6)$$

#### D. Stabilisasi Tanah Dengan Semen

Stabilisasi tanah dengan semen adalah campuran tanah dengan semen dan air dengan komposisi tertentu sehingga tanah tersebut mempunyai sifat lebih baik dari tanah semula. Material lapis pondasi jalan umumnya dipilih yang berkualitas tinggi tapi dalam prakteknya banyak material alam mempunyai kekuatan rendah dan berplastisitas tinggi. Semen digunakan untuk mereduksi atau menghilangkan secara total plastisitas material granuler yang akan digunakan untuk lapis pondasi jalan sekaligus mempertinggi kekuatannya. Istilah (*soil-cement*), menunjukkan suatu campuran dari tanah alami dengan semen portland. Stabilisasi tanah dengan semen untuk aplikasi di jalan raya umumnya digunakan untuk material lapis pondasi (*base*) atau lapis pondasi bawah (*subbase*). Keuntungan dari

pemakaian semen untuk stabilisasi adalah semen memberikan ikatan yang lebih kuat diantara partikel-partikel tanah.

Tabel 2. Persyaratan kekuatan dan durability tanah yang telah distabilisasi

Pengujian	Acuan	
	Batas-batas	sifat
Kuat tekan bebas ( <i>Unconfined Compressive Strength, UCS</i> )	SNI 03-6887-2002	2,1 - 2,8 Mpa *) (21 - 28) kg/cm <sup>2</sup>
<i>California Bearing Ratio (CBR) **)</i>		
a) Lapis fondasi ( <i>Base</i> )	SNI-03-1744-1989	Minimum 90%
b) Lapis fondasi bawah ( <i>Subbase</i> )		Minimum 35%
Pengujian basah dan kering (nilai durabilitas) % Kehilangan Berat	SNI 13-6427-2000	



klasifikasi	_____	
tanah : A-1, A-2-4, A-2-5, dan A-3		Maksimum 14%
klasifikasi		
tanah : A-2-6, A-2-7, A-4, dan A-5		Maksimum 10%
klasifikasi		
tanah : A-6 dan A-7		Maksimum 7%

(Sumber : Departemen pekerjaan umum)

#### 1. Bahan-bahan stabilisasi tanah semen

##### a. Tanah

Pada umumnya semua jenis tanah dapat ditingkatkan sifat teknisnya melalui proses stabilisasi. Tanah dapat berupa butiran halus, butiran kasar dan kombinasi antara butiran halus dan butiran kasar. Hasil yang baik dalam stabilisasi semen bila tanah asli bergradasi baik dan mempunyai butiran halus kurang dari 50%. Umumnya untuk stabilisasi tanah semen, direkomendasikan banyaknya kadar semen adalah sekitar 5% untuk kerikil, dan 20% untuk lempung.

##### b. Semen

SNI 03-3438-1994 mensyaratkan semen yang digunakan untuk stabilisasi tanah-semen adalah semen Tipe I (semen portland), sesuai SNI 15-2049-2004.

##### c. Air

Air yang digunakan dalam stabilisasi tanah-semen mempunyai dua fungsi yaitu, pertama untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia dengan semen selama proses pengerasan, kedua sebagai bahan pelumas antara campuran agregat dan semen sehingga memudahkan pengerjaan. SNI 03-3438-1994 mensyaratkan air yang digunakan untuk stabilisasi semen harus bersih, tidak mengandung asam alkali, bahan organik, minyak, dan sulfat.

#### 2. Faktor-faktor yang mempengaruhi campuran semen tanah

- Jenis tanah
- Kadar semen
- Kepadatan
- Waktu pemeraman

#### E. Perkerasan Jalan Raya

##### 1. Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Struktur perkerasan jenis ini bekerja dengan cara memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

##### 2. Perkerasan Kaku

Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu struktur perkerasan yang

menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Struktur perkerasan ini bekerja sebagai pelat beton dengan atau tanpa tulangan yang diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

### 3. Perkerasan Campuran

Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu merupakan kombinasi antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya.

### 4. Lapis Perkerasan Jalan

Secara umum lapis perkerasan jalan dibagi menjadi 4 yaitu :

#### 1. Lapis Permukaan (*Surface Coarse*)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas Lapisan tersebut berfungsi sebagai berikut :

- a) Lapisan penahan beban roda, yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan.
- b) Lapisan kedap air, air yang jatuh diatasnya tidak terserap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- c) Lapis aus, lapisan ulang yang langsung menerima gesekan akibat roda kendaraan.

#### 2. Pondasi Atas (*Base Coarse*)

Lapis pondasi atas adalah bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah). Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sehubungan dengan persyaratan teknis ( $CBR > 50$ , %,  $PI < 4$ %).

#### 3. Lapis Pondasi Bawah (*Sub-Base Coarse*)

Adalah lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dengan tanah dasar. Fungsinya adalah untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Bahan yang digunakan didapat berupa bahan setempat ( $CBR > 20$ %,  $PI < 10$ %). Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar didapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

#### 4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung

tanah dasar. Permasalahan yang terjadi pada tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a) Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b) Sifat kembang susut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c) Daya dukung tanah yang tidak merata, sukar ditentukan secara pasti ragam tanah yang sangat berbeda sifat dan kelembabannya

#### **F. Kerusakan Jalan**

Kerusakan jalan dapat diakibatkan oleh berbagai hal, berikut adalah contoh kerusakan jalan :

##### *1. Alligator Cracking*

Retak yang saling merangkai membentuk kotak - kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Kerusakan ini disebabkan karena konstruksi perkerasan yang tidak kuat dalam mendukung beban lalu lintas yang berulang-ulang. Pada mulanya terjadi retak – retak halus, akibat beban lalu lintas yang berulang menyebabkan retak – retak halus terhubung membentuk serangkaian kotak – kotak kecil yang memiliki sisi tajam sehingga menyerupai kulit buaya. Retak buaya biasa terjadi hanya di daerah yang dilalui beban lalu lintas yang berulang dan biasanya disertai alur, sehingga tidak akan

terjadi di seluruh daerah kecuali seluruh area jalan dikenakan arus lalu lintas.

##### *2. Bumps and Sags*

Merupakan tonjolan kecil yang terjadi pada permukaan perkerasan, berbeda dengan jembul (*shoving*) yang disebabkan oleh ketidakstabilan aspal, *bumps and sags* ini dapat disebabkan oleh penumpukan material pada suatu celah jalan yang diakibatkan oleh beban lalu lintas.

#### **G. Teknik Daur Ulang Perkerasan Jalan**

Teknik daur ulang perkerasan adalah suatu metode perbaikan jalan yang menggunakan kembali material perkerasan jalan eksisting sebagai material untuk perbaikan jalan tersebut dengan penambahan beberapa material tambahan seperti agregat baru, semen, dan aspal. Teknik daur ulang pada dasarnya merupakan perkembangan dari teknik stabilisasi tanah (*soil stabilizing*) dalam konstruksi perkerasan jalan. Jika dahulu stabilisasi tanah dilakukan dengan peralatan sederhana dengan kemampuan yang sangat terbatas. Saat ini, seiring dengan penemuan alat stabilisasi modern seperti *heavy duty recycler* Wirtgen WR-2500 atau CMI RS 500/600 memungkinkan dibuatnya stabilisasi material daur ulang perkerasan dengan mudah dan handal.

## 1. Macam-macam metode daur ulang

Saat ini telah terdapat bermacam-macam metode daur ulang yang dapat digunakan untuk memperbaiki kerusakan perkerasan jalan. metode *recycling* di bedakan dalam beberapa jenis yaitu surface Recycling dan Hotmix Recycling.

### a. *Surface Recycling*

Yaitu proses daur ulang material lapis aus perkerasan jalan beraspal, baik dengan menggunakan teknik pemanasan maupun tanpa pemanasan, bergantung pada jenis aditif yang digunakan. Pada teknik daur ulang ini, kerusakan yang dapat diperbaiki terbatas pada kerusakan yang terjadi pada lapis aus perkerasan yang bersifat non struktural dengan kedalaman lapisan yang dapat didaur ulang bervariasi antara  $\frac{3}{4}$  sampai  $1 \frac{1}{2}$  inci.

### b. *Hotmix Recycling*

Yang dimaksud dengan *hotmix recycling* adalah proses penggunaan kembali material perkerasan lama beraspal, ditambah atau dikombinasikan dengan campuran agregat dan aspal baru, dengan atau tanpa bahan aditif dimana selama proses pencampurannya digunakan teknik pemanasan. Berdasarkan lokasi pencampurannya, *hotmix recycling* terdiri dari dua jenis, yaitu:

- *Hot In Place Recycling* Yaitu teknik daur ulang perkerasan dimana proses

pencampurannya dilakukan langsung dilokasi pekerjaan.

- *Hot In Plant Recycling* Yaitu teknik daur ulang perkerasan dimana proses pencampurannya dilakukan di alat pencampur terpusat (*Central Mixing Plant*).

- *Keuntungan* teknik daur ulang Sebagai salah satu metode perbaikan perkerasan jalan, teknik daur memiliki keuntungan-keuntungan yaitu mengurangi biaya rekonstruksi, mengurangi pemakaian agregat, menjaga kondisi geometrik perkerasan, ramah lingkungan, dan hemat energi.

## **METODE PENELITIAN**

### **1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian adalah Labolatorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke.

- Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan, dengan kegiatan yang dilakukan mulai dengan persiapan, penyiapan dan pengujian bahan, pembuatan dan perawatan benda uji, serta pengujian dan pengolahan data hasil pengujian untuk diambil kesimpulan.

## 2. Metode Pengambilan *Sample*

### a. Data Primer

- Material daur ulang

Material daur ulang berupa bongkaran perkerasan jalan pada konstruksi *soil cement*, lokasi pengambilan material yaitu ruas jalan Kampung Amun Kai Distrik Tanah Miring Kabupaten Merauke.

- *Selected materials* (Selmat)

*Selected materials* (Selmat) diambil dari kawasan Kebun Coklat distrik Tanah Miring.

### b. Data sekunder

Data yang akan digunakan sebagai data sekunder diambil dari penelitian terdahulu oleh Dina Limbong Pamuttu (2012), data berupa hasil uji berat jenis semen tonasa PCC yaitu  $3 \text{ gr/cm}^3$ .

## 3. Metode Pelaksanaan Pengujian

### a. Pengujian karakteristik fisis tanah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah yang akan digunakan, dan untuk memperoleh jenis tanah yang digunakan. Pengujian yang akan dilakukan antara lain:

- Kadar air
- Berat jenis (Gs)
- Bobot isi
- Batas – batas Atterberg
  - Batas susut
  - Batas plastis

- Batas cair

- Analisis ukuran butir tanah

- a. Analisa saringan

i. Pengujian karakteristik mekanis tanah

- b. Pengujian kompaksi standar

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan kepadatan tanah maksimum dengan energi yang standar, sehingga diketahui karakteristik kurva pemadatan dari *sample* tanah asli agar diketahui kepadatan dan kadar air optimum *sample*.

- c. Pengujian *CBR* Laboratorium

Pengujian *California bearing ratio* (*CBR*) dilakukan dengan 3 *sample* untuk masing-masing bahan yaitu *selected materials* dan material bongkaran *soil cement* dengan kadar semen sama yaitu sebesar 12% dan ditambah masa pemeraman selama 7 hari.

## 4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian diawali dengan mulai, dilanjutkan dengan tinjauan pustaka, penyiapan alat, alat yang digunakan adalah satu set uji kadar air, alat uji atterberg, satu set alat uji gradasi butiran tanah, alat uji berat jenis, alat uji kepadatan tanah dan satu set alat uji *CBR* laboratorium, di lanjutkan penyiapan material, material yang digunakan berupa bongkaran perkerasan *soil cement* dan

*selected materials* (selmat), dilanjutkan pemeriksaan material di labolatorium yaitu pengujian kadar air, Batas-Batas *Atterberg*, Berat Jenis, Analisa Saringan, Pengujian Pemadatan (*Compaction test*), dilanjutkan dengan pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian benda uji, pengolahan data hasil pengujian, mengambil kesimpulan dari hasil pengujian, selesai.

## PEMBAHASAN DAN HASIL

### 1. Hasil Pengujian Karakteristik Fisis dan Mekanis Tanah

#### a. Karakteristik fisis tanah

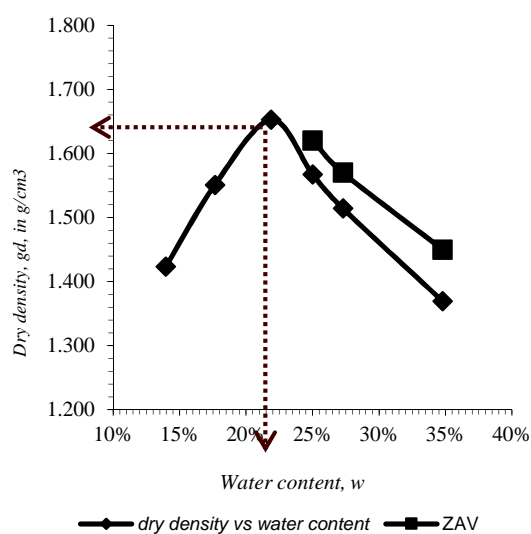
Hasil analisis dapat dilihat pada table 3. berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi hasil perhitungan analisis fisis tanah

No	Jenis Pemeriksaan	Simbol	Hasil Pemeriksaan	
<b>Pengujian fisis tanah</b>				
1	<b>Kadar Air (w)</b>			
	Kadar Air (w) Material selmat	wc	6,04	%
	Kadar Air (w) Material bongkaran <i>soil cement</i>	wc	4,81	%
2	<b>Berat jenis (Gs)</b>			
	Berat jenis (Gs) material selmat	Gs	2,47	
	Berat jenis (Gs) material bongkaran <i>soil cement</i>	Gs	2,53	
3	<b>Pemeriksaan Analisa Saringan</b>			
	Pemeriksaan Analisa Saringan Material selmat			
	a. Kerikil	G	27	%
	b. Pasir	S	53	%
	c. Lanau	M	20	%
	d. Lempung		0	%
	Pemeriksaan Analisa Saringan Material <i>soil cement</i>			
	a. Kerikil	G	35	%
	b. Pasir	S	65	%
	c. Lanau	M	0	%
	d. Lempung		0	%
4	<b>Bobot Isi</b>			
	Bobot Isi material selmat	g	2,47	gram/cm <sup>3</sup>
	Bobot Isi material bongkaran <i>soil cement</i>	g	2,53	gram/cm <sup>3</sup>
5	<b>Atterberg</b>			
	Atterberg material selmat			
	a. Batas Cair	LL	45,97	%
	b. Batas Plastis	PL	26,19	%
	c. Index Plastis	PI	19,78	%
	Atterberg material bongkaran <i>soil cement</i>			
	a. Batas Cair	LL	0	%
	b. Batas Plastis	PL	0	%
	c. Index Plastis	PI	0	%
<b>Pengujian Sifat Mekanis Tanah</b>				
6	<b>Kompasi Standar</b>			
	Kompasi Standar material selmat			
	a. Maximum Dry Density	MMD	1,658	gram/cm <sup>3</sup>
	b. Optimum Moisture Content	OMC	22,0	%
	Kompasi Standar material bongkaran <i>soil cement</i>			
	a. Maximum Dry Density	MMD	1,99	gram/cm <sup>3</sup>
b. Optimum Moisture Content	OMC	24,00%	%	
7	<b>CBR Laboratorium</b>			
	CBR Laboratorium Untuk material selmat			
	sampel 1			
	a. Pembacaan 0,1 Inchi	CBR	30,45	%
	b. Pembacaan 0,2 Inchi	CBR	34,40	%
	sampel 2			
	a. Pembacaan 0,1 Inchi	CBR	28,76	%
	b. Pembacaan 0,2 Inchi	CBR	34,40	%
	sampel 3			
	a. Pembacaan 0,1 Inchi	CBR	31,30	%
	b. Pembacaan 0,2 Inchi	CBR	36,09	%
	CBR Laboratorium Untuk material bongkaran <i>soil cement</i>			
	sampel 1			
	a. Pembacaan 0,1 Inchi	CBR	73,59	%
	b. Pembacaan 0,2 Inchi	CBR	83,46	%
	sampel 2			
	a. Pembacaan 0,1 Inchi	CBR	70,21	%
	b. Pembacaan 0,2 Inchi	CBR	98,12	%
sampel 3				
a. Pembacaan 0,1 Inchi	CBR	75,28	%	
b. Pembacaan 0,2 Inchi	CBR	98,68	%	

- b. Katarakteristik mekanis tanah
- Pengujian Kompaksi Standard
    - Kompaksi *selected materials* (selmat)

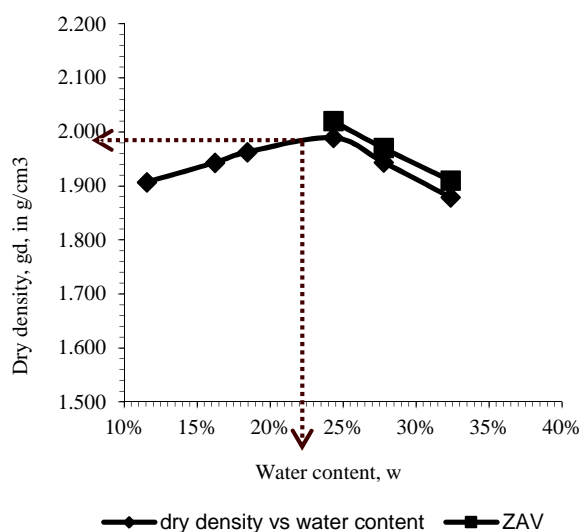
Hasil uji kepadatan standar material selmat dapat dilihat pada Gambar 1. berikut :



Gambar 2. Grafik Hubungan Berat Volume Kering Dan Kadar Air *Selected Materials* (Selmat)

Pada Gambar 3 di atas menunjukkan bahwa *selected materials* (selmat) yang digunakan pada penelitian ini memiliki berat volume kering (dry) sebesar 1.658 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk kadar air optimum diperoleh sebesar 22%.

- 1) Kompaksi material bongkaran *soil cement*



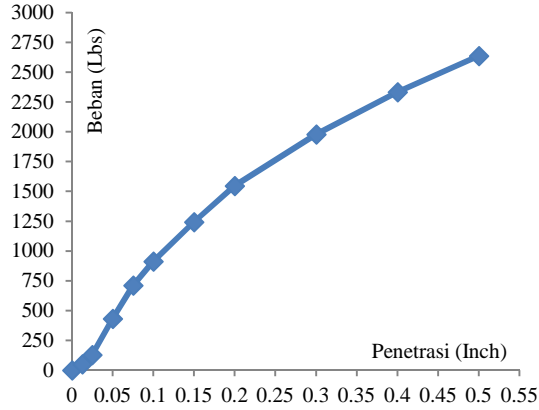
Gambar 3. Grafik Hubungan Berat Volume Kering dan Kadar Air Material bongkaran *soil cement*

Pada Gambar 4.4 di atas menunjukkan bahwa tanah bongkaran *soil cement* yang digunakan pada penelitian ini memiliki berat volume kering (dry) sebesar 1.99 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk kadar air optimum diperoleh sebesar 24%.

**2. Hasil Uji CBR Labolatorium**

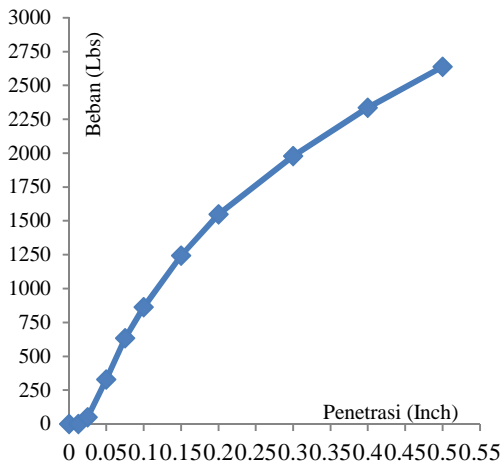
a. *Material selected materials (Selmat)*

1. *Sample Satu*



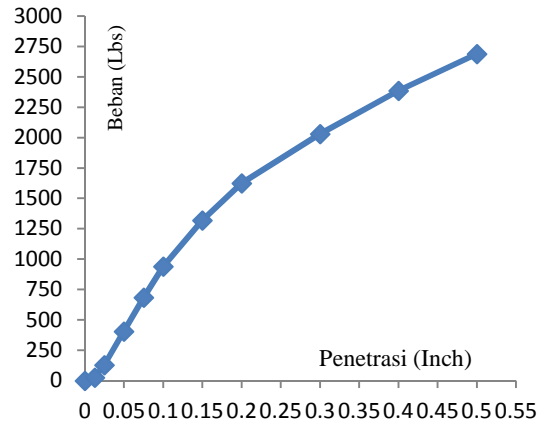
Gambar 4. Grafik CBR *sample satu* material *selected materials (selmat)*

2. *Sample dua*



Gambar 5. Grafik CBR *sample dua* material *selected materials (selmat)*

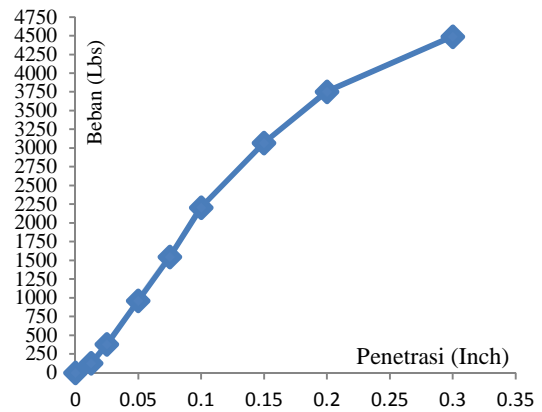
3. *Sample tiga*



Gambar 6. Grafik CBR *sample tiga* material *selected materials (selmat)*

b. *Material Bongkaran Soil cement*

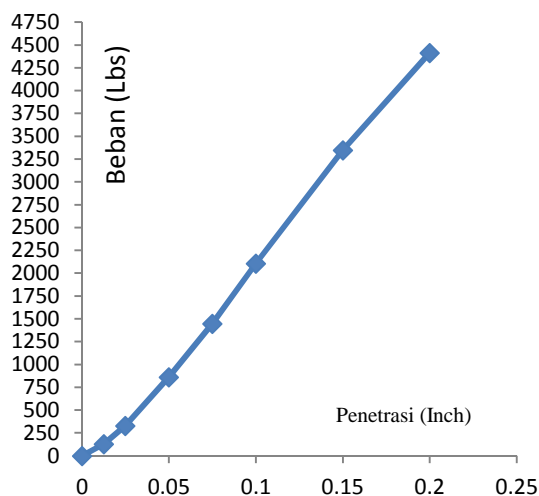
1. *sample Satu*



Gambar 7. Grafik CBR *sample satu* material bongkaran *soil cement*

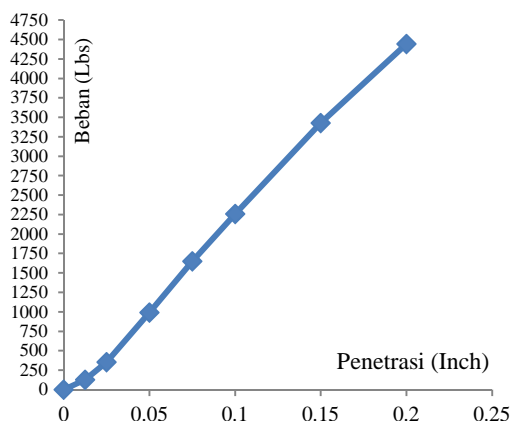


2. *Sample dua*



Gambar 8. Grafik *CBR sample dua* material bongkaran *soil cement*

3. *Sample tiga*



Gambar 9. Grafik *CBR sample tiga* material bongkaran *soil cement*

<i>Selected materials</i> (selmat)			<i>Materials</i> bongkaran <i>soil cement</i>		
Benda uji	Nilai <i>CBR</i> yang dicapai		Benda uji	Nilai <i>CBR</i> yang dicapai	
no	0,1 inchi	0,2 inchi	no	0,1 inchi	0,2 inchi
1	30,4 5	34,4 0	1	73,5 9	83,4 6
2	28,7 6	34,4 0	2	70,2 1	98,1 2
3	31,3 0	36,0 9	3	75,2 8	98,6 8
Diambil pada nilai <i>CBR</i> terendah yaitu pada penetrasi 0,1"					
Rata rata	30,17		Rata rata	73,02	

Dilakukan pengujian *CBR* pada kedua *sample* yaitu *selected materials* (selmat) dan *materials* bongkaran *soil cement* tanpa bahan pengikat dengan hasil yang di capai dapat dilihat pada table 4.2 berikut :

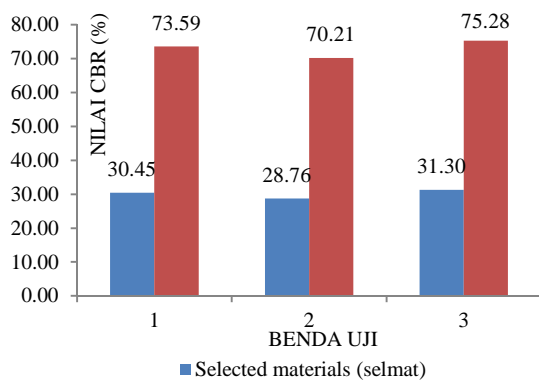
Tabel 4. Rekapitulasi hasil pengujian *CBR* laboratorium tanpa bahan pengikat

<i>Selected materials</i> (selmat)			Material bongkaran <i>soil cement</i>		
Benda uji	Nilai <i>CBR</i> yang dicapai (%)		Benda uji	Nilai <i>CBR</i> yang dicapai (%)	
no	0,1 inchi	0,2 inci	no	0,1 inchi	0,2 inchi
1	4,23	8,46	1	6,77	9,02
2	3,81	6,77	2	7,61	9,59
3	4,65	9,02	3	5,92	8,46
Diambil pada nilai <i>CBR</i> terendah yaitu pada penetrasi 0,1"					
Rata-rata	4,23		Rata-rata	6,77	

Pada gambar 4.4 Grafik perbandingan hasil pengujian *CBR*, *selected materials* dan bongkaran *soil cement* dengan penambahan semen sebanyak 12% ditambah masa pemeraman *sample* selama 7 hari, diperoleh nilai *CBR* pada *selected materials* (selmat) dengan nilai *CBR* rata-rata sebesar 30,17% sedangkan pada material bongkaran *soil cement* mengalami peningkatan yang baik yaitu nilai *CBR* rata-rata sebesar 73,02%. Perbandingan nilai *CBR* adalah sebesar 58,68%.

Hal ini diakibatkan karena material bongkaran *soil cement* memiliki butiran yang lebih padat yang diakibatkan oleh pengerasan pada penambahan semen awal, selain itu material tanah bongkaran *soil cement* yang digunakan tidak memiliki indeks plastisitas dan dapat dikelompokkan dalam jenis tanah granular, sementara *selected materials* yang digunakan memiliki indeks plastisitas.

### 3. Pembahasa



Gambar 10. Grafik perbandingan hasil pengujian *CBR*

## PENUTUP

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil pengujian laboratorium diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Material daur ulang perkerasan soil cement dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan dengan cara

distabilisasi ulang menggunakan bahan pengikat semen.

- Material daur ulang perkerasan soil cement dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan tanpa penambahan selected materials (selmat) besar nilai CBR adalah 73,02%, nilai CBR yang diperoleh memenuhi persyaratan jalan untuk lapis fondasi bawah (subbase) yaitu  $\geq 35\%$ .

## 2. Saran

- Penggunaan material tanah daur ulang soil cement pada pencampuran antara tanah, semen dan air hendaknya memperhatikan jumlah air yang digunakan karena materials ini memiliki permeabilitas yang tinggi, sebaiknya kadar air tidak melewati batas optimum.
- Penggunaan CBR ini disarankan sebagai subbase pada perkerasan jalan apabila hendak digunakan sebagai base maka sebaiknya kadar semen ditambah.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi kadar semen, dan variasi waktu pemeraman.
- Penelitian ini dapat dilanjutkan pada tingkat selanjutnya yaitu penerapan material pada pengaplikasian dilapangan dengan menjelaskan proses pengerjaan, alat yang

digunakan, proporsi campuran dan nilai CBR lapangan yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum. *Perencanaan Stabilisasi Tanah dengan Serbuk Pengikat untuk Kontruksi Jalan*, (Online), (Rancangan3), (<http://jakonbanten.net>, diakses 11 Juni 2015).
2. Hardiyatmo, H.C. 2006. *Mekanika tanah 1* edisi keempat, penerbit Gajah Mada University Press.
3. Nugroho, U. 2008. *Stabilisasi Tanah Gambut Rawabening dengan Menggunakan Campuran Portland Cement dan Gypsum Sintesis (CaSO<sub>4</sub>2H<sub>2</sub>O) ditinjau dari Nilai California Bearing Ratio (CBR)*, (Online), Vol. 10, No. 2, (<http://puslit2.petra.ac.id>, diakses 11 Juni 2015).
4. Pamuttu dina limbong, 2012. *Kuat Tekan Beton Pasir Lokal Dengan Menggunakan Beberapa Merk Semen*, Universitas Musamus.
5. Sinaga, HR. 2010 a. *Modul Pengujian California Bearing Ratio*, Penerbit Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin Dan Teknik Industry, Bandung.
6. Sinaga, HR. 2010 b. *Modul Pengujian kepadatan tanah*, Penerbit Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan

- Bidang Mesin Dan Teknik Industry,  
Bandung.
7. SNI 03-1744-1989, *Metode Pengujian CBR* Laboratorium,(Online), (<http://sipil.upi.edu>, diakses 11 Juni 2015).
  8. SNI 03-3438-1994, Tata Cara Pembuatan Rencana Stabilisasi Tanah Dengan Semen Portland Untuk Jalan (Online),(<http://>, diakses 18 mei 2016)
  9. Sunarjono, S. dkk., 2012. *Rekayasa Pemanfaatan Reclaimed Asphalt Pavement untuk Preservasi Kontruksi Jalan*, (Online), Simposium Nasional RAPI XI FT UMS, (<http://publikasiilmiah.ums.ac.id>, 11 Juni 2015).
  10. Wastari,D.S. 2010. Modul Pengujian Klasifikasi Tanah, Penerbit Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin Dan Teknik Industry, Bandung.
  11. Widiyanto, A. 2010. *Pemanfaatan Material Tempatan untuk Bahan Jalan sebagai Upaya Efisiensi dan Penerapan Green Construction pada Pembangunan Jalan*, (Online), ([www.harappanjang.com](http://www.harappanjang.com), diakses 11 Juni 2015).
  12. Widodo, S. dkk., 2013. *Hasil Bongkaran Perkerasan Jalan sebagai Bahan Lapis Fondasi Jalan Raya*, (Online), Vol. 19, No. 1, (<http://publikasiilmiah.ums.ac.id>, diakses 11 Juni 2015).