

Kajian Laboratorium Pemanfaatan Tanah Merah Terstabilisasi Kapur Sebagai Bahan Pengikat Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Amran Rama Yuda¹⁾

Sasana Putra^{2,*}

Rahayu Sulistyorini²⁾

Dwi Herianto²⁾

Abstract

In class B aggregate foundation layer mixtures, the utilization of red soil can be used as an alternative material for class B aggregate foundation layer binder. Aggregate binder is used to increase the bearing capacity of Class B aggregate foundation course. Red soil has shortcomings in its plasticity index value, therefore red soil needs to be stabilized with lime with the addition of a certain percentage to meet the standard plasticity index value of class B aggregate foundation layer requirements. The purpose of this study was to determine the utilization of lime-stabilized red soil as a binder for class B aggregate foundation layers by comparing CBR values. The method used was to compare the CBR value of class B aggregate foundation layer 100% red soil with a mixture of lime-stabilized red soil with the addition of 15% lime.

The results of the CBR research of class B aggregate foundation layers show the addition of 15% lime stabilized red soil with a CBR value of 82.9%. For class B aggregate foundation layer 100% red soil, the CBR value was 69.7%.

Keywords: Class B aggregate foundation layer, stabilized red soil, CBR

Abstrak

Dalam bahan campuran lapis pondasi agregat kelas B, pemanfaatan tanah merah dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk bahan pengikat lapis pondasi agregat kelas B. Bahan pengikat agregat digunakan untuk menaikkan nilai daya dukung lapis pondasi agregat kelas B. Tanah merah memiliki kekurangan pada nilai indeks plastisitasnya, maka dari itu tanah merah perlu distabilisasi kapur dengan penambahan sekian persen untuk memenuhi nilai indeks plastisitas standar dari persyaratan lapis pondasi agregat kelas B. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan tanah merah terstabilisasi kapur sebagai bahan pengikat lapis pondasi agregat kelas B dengan membandingkan nilai CBR. Metode yang digunakan adalah membandingkan nilai CBR lapis pondasi agregat kelas B 100% tanah merah dengan campuran tanah merah terstabilisasi kapur dengan penambahan sebesar 15% kapur.

Hasil penelitian CBR lapis pondasi agregat kelas B memperlihatkan penambahan tanah merah terstabilisasi 15% kapur dengan nilai CBR sebesar 82,9%. Untuk lapis pondasi agregat kelas B 100% tanah merah didapatkan nilai CBR sebesar 69,7%.

Kata Kunci : Lapis pondasi agregat kelas B, tanah merah terstabilisasi, CBR

¹⁾ Mahasiswa pada program S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Surel: amranramayuda@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 . Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

* Corresponding author : sasana.putra@eng.unila.ac.id

1. PENDAHULUAN

Dalam lapis pondasi agregat diperlukan material lapis pondasi yang dapat mengikat agregat yang memiliki nilai daya dukung tinggi sehingga bahan agregat tidak mudah terlepas dan membuat menurunnya daya dukung lapis agregat. Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu alternatif yang sering dilaksanakan adalah metode stabilisasi. Dalam metode stabilisasi, tanah merupakan salah satu alternatif material yang digunakan sebagai material lapis pondasi agregat.

Tanah merah adalah tanah yang unik, tanah merah ini pada dasarnya hampir sama dengan tanah-tanah yang ada, salah satu faktor yang membedakan tanah ini dengan tanah yang lain yaitu warnanya yang merah kecoklatan sesuai dengan nama dari tanah tersebut. Tanah merah ini termasuk tanah lempung berlanau dengan plastisitas yang sedang dan tergolong tanah kohesif. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya (Warsiti *et al.* 2020).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lapis Pondasi Agregat

Lapis pondasi merupakan bagian perkerasan jalan raya yang terletak antara lapis permukaan jalan dan tanah dasar dimana salah satu fungsi utamanya pada perkerasan lentur adalah untuk menyebarkan beban kendaraan agar tegangan yang sampai ke tanah dasar tidak melampaui tegangan yang dapat menimbulkan deformasi berlebih. Pada perkerasan kaku, fungsi utama lapis pondasi adalah untuk mencegah pemompaan (Dinas Bina Marga 2006).

Terdapat tiga kelas lapis pondasi agregat, yaitu (Brian *et al.* 2016): Lapis Pondasi Agregat Kelas A, Lapis Pondasi Agregat Kelas B, Lapis Pondasi Agregat Kelas S

Gambar 1. Lapis Pondasi Agregat

2.2. Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) terdiri dari agregat kasar dan agregat halus dengan atau tanpa *clay*. Penggunaan lapis pondasi bawah adalah untuk membentuk lapisan perkerasan yang relatif cukup tebal tapi dengan biaya yang lebih murah. Umumnya penentuan persyaratan kepadatan dan kadar air ditentukan dari hasil-hasil uji laboratorium atau lapangan (Santoso 2010).

No.200	0,075	2 - 8
--------	-------	-------

Sumber : (Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2018)

Tabel 2. Sifat – Sifat Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Sifat - sifat	Kelas B
Abrasi dan Agregat Kasar (SNI 2417 : 2008)	0 – 40%
Butiran pecah, tertahan ayakan 3/8” (SNI 7619 : 2012)	55/50
Batas Cair (SNI 1967 : 2008)	0 – 35%
Indeks Plastisitas (SNI 1966 : 2008)	4 – 10%
Gumpalan Lempung dan Butiran – Butiran Mudah Pecah (SNI 03-4141-1996)	0 – 5%
CBR Rendaman (SNI 1744 : 2012)	Min. 60%
Perbandingan Persen Lolos Ayakan No. 200 dan No. 40	Maks. 2/3

Sumber : (Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2018)

2.3. Agregat

Agregat merupakan material yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa berbagai jenis butiran atau pecahan yang termasuk didalamnya seperti: pasir, kerikil, agregat pecah, abu atau debu batu. Untuk memilih suatu jenis agregat sebagai bahan lapis pondasi tergantung pada tersedianya bahan setempat dan mutu bahan, tetapi dapat atau tidaknya suatu agregat digunakan sebagai material lapis pondasi ditentukan dari hasil uji laboratorium (Yanette *et al.* 2019).

a. Abrasi

Abrasi atau keausan agregat adalah proses penghacuran atau pecahnya agregat dalam hal ini agregat kasar akibat proses mekanis seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan pembuatan jalan (penimbunan, penghamparan, pemadatan), pelayanan terhadap beban lalu lintas dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan, dan perubahan suhu sepanjang hari.

$$Keausan = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

a = Benda uji semula (gram)

b = Benda uji tertahan saringan No. 12 (gram)

b. Berat Jenis Agregat

Berat jenis (*specific gravity*) adalah perbandingan berat dari suatu volume bahan pada suatu temperatur terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur tersebut. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat karena umumnya direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyaknya pori.

2.4. Tanah Merah

Tanah merah (laterit) ini pada dasarnya hampir sama dengan tanah-tanah yang ada, salah satu faktor yang membedakan tanah ini dengan tanah lain yaitu warnanya yang merah kecoklatan sesuai dengan nama dari tanah tersebut. Warna merah pada tanah disebabkan oleh kandungan mineral oksida besi. Walaupun konsentrasinya hanya kecil, keberadaan oksida besi dalam tanah dapat mempengaruhi warna tanah (Warsiti *et al.* 2020).

Hasil dari pengujian sebelumnya tanah merah ini termasuk tanah lempung berlanau dengan plastisitas yang sedang dan tergolong tanah kohesif. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya (Warsiti *et al.* 2020).

a. Batas Cair

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

b. Batas Plastis

Batas plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak lagi berpengaruh sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara LL dan PL. Kisaran ini disebut indeks plastisitas.

c. Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitan tanah. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk. Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$PI = LL - PL \quad (3)$$

Dimana :

LL = Batas Cair (%)

PL = Batas Plastis (%)

2.5. Stabilisasi Tanah Merah - Kapur

Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia seperti semen, kapur atau *pozzolan* (Soehardi *et al.* 2017).

2.6. Pemadatan

Pemadatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara dan tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah ini. Umumnya, makin tinggi derajat pemadatan, makin tinggi pula kekuatan geser dan makin rendah kompresibilitas tanah (Soehardi *et al.* 2017).

Ada dua jenis pemadatan di Laboratorium yang bisa dipakai untuk menentukan kadar air optimum dan berat kering maksimum. Percobaan ini disebut “*Standart Compaction Test*” dan “*Modified Compaction Test*”.

2.7 California Bearing Ratio (CBR)

Tes CBR (*California Bearing Ratio*) dikembangkan oleh *California Division of Highway*, sebagai suatu cara untuk menilai kekuatan tanah *subgrade* atau *material base course*

untuk keperluan konstruksi jalan raya. Nilai CBR yang didapat digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Nilai CBR adalah nilai perbandingan antara beban yang digunakan suatu piston penetrasi untuk penetrasi ke dalam tanah atau suatu lapisan bahan, yang selanjutnya disebut beban penetrasi.

Nilai CBR yang digunakan dan dilaporkan adalah nilai penetrasi 0,1". Apabila dalam pemeriksaan ternyata nilai CBR untuk penetrasi 0,2" lebih besar dari nilai untuk 0,1", maka percobaan harus diulang. Dan ternyata pada percobaan ulang ini, nilai CBR untuk 0,2" tetap lebih besar dari 0,1", maka nilai CBR yang dipakai adalah nilai untuk 0,2". (Warsiti *et al.* 2020).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari, mengumpulkan serta mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Inti Jalan Raya Universitas Lampung dan Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Lampung.

3.3. Material Dasar

a. Agregat

Agregat yang akan digunakan untuk lapis pondasi agregat kelas B harus bermutu tinggi, dengan spesifikasi sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 tentang Lapis Pondasi Agregat. Agregat yang digunakan berupa agregat kasar dan agregat halus dengan ukuran agregat 3 – 5 cm, 2 - 3 cm, 1 - 2 cm, Screening (1-1 cm) dan Abu Batu. Sebelum agregat digunakan, dilakukan pengujian *properties* yaitu: uji analisa saringan, uji abrasi, uji kadar air agregat, uji berat jenis agregat.

b. Tanah Merah

Tanah merah yang digunakan merupakan tanah yang digunakan untuk pembuatan batu bata merah, Tanah merah ini berasal dari Desa Gunung Langgar, Jl. Pulau Singkep, Kecamatan Sabah Balau, Kabupaten Lampung Selatan. Sebelum tanah merah dijadikan sebagai bahan pengikat lapis pondasi perlu adanya dilakukan pengujian *properties* tanah merah yakni: uji analisa saringan, uji kadar air tanah, uji berat jenis tanah, uji batas cair, uji batas plastis.

c. Kapur

Bahan stabilisasi tanah yang digunakan merupakan kapur padam, yaitu kapur dari hasil pemadaman kapur tohor dengan air, sehingga terbentuk hidrat Ca(OH)_2 . Kapur padam digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah merah yang harus melalui tahapan penyaringan melalui saringan No. 200 sehingga menjadi serbuk yang dapat dicampur kedalam tanah merah agar proses stabilisasi tanah merah lebih efektif dan dilakukan pengujian kadar air yang mengacu pada ASTM D 2216-98.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Material Dasar

a. Analisa Saringan

Pengujian dilakukan secara mekanis menggunakan alat uji analisa saringan yang dilakukan secara kering (*Dry Method*) untuk agregat kasar dan halus, sedangkan tanah

merah dilakukan secara basah (*Wet Method*). Dalam penelitian ini ukuran saringan yang dipakai mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018.



Gambar 2. Grafik analisa saringan

Berdasarkan gambar grafik di atas gradasi yang digunakan pada penelitian ini adalah gradasi agregat campuran yang diperlihatkan oleh garis putus-putus berwarna biru.

b. Abrasi

Pengujian abrasi dilakukan sebanyak dua sampel dengan menggunakan metode A untuk bahan agregat 2-3 dan agregat 1-2, metode F untuk bahan agregat 3-5, yang mengacu pada SNI-03-2417-2008. Kemudian diambil nilai rata-rata abrasi dari kedua sampel. Berdasarkan hasil penelitian didapat nilai rata-rata abrasi metode A yaitu sebesar 16,69% dan nilai rata-rata abrasi metode F yaitu sebesar 16,25%, menurut Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 standar nilai abrasi yaitu sebesar 0 - 40%.

c. Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan sebanyak 2 sampel untuk agregat dari masing-masing ukuran batu pecah serta untuk tanah merah dan kapur. Kemudian diambil nilai rata-rata berat jenis dari masing-masing bahan tersebut. Hasil pengujian berat jenis dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Berat Jenis

	3-5	2-3	1-2	SC	AB	TM	KP
Nilai BJ Rata-Rata	2,77	2,63	2,56	2,65	2,61	2,67	2,59

4.2. Material Campuran

a. Batas – Batas Atterberg

Hasil pengujian *Atterberg Test* tanah merah dengan campuran kapur padam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Batas-batas atterberg

Bahan pengikat	Hasil Batas-Batas Atterberg		
	LL	PL	PI
100% Tanah Merah	30,21%	15,11%	15,10%
85% Tanah Merah + 15% Kapur	27,72%	22,15%	5,57%

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah merah tidak memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campuran lapis pondasi agregat kelas B yaitu nilai PI sebesar 4% - 10% sedangkan nilai PI tanah merah sebesar 15,10%. Oleh karena itu, perlu dilakukannya

proses stabilisasi tanah merah. Berdasarkan hasil batas-batas atterberg dipilih hasil penambahan 15% kapur padam, karena nilai dari PI penambahan tersebut memenuhi standar nilai PI dari standar spesifikasi yaitu sebesar 4% - 10%.

b. Pemadatan

Dari pengujian di laboratorium didapatkan kurva hubungan antara kadar air (w) dan berat volume tanah kering (γ_d) dibuat dengan kadar air (w) sebagai *absis* sedangkan berat volume kering (γ_d) sebagai *ordinat* untuk setiap variasi campuran. Puncak kurva merupakan nilai (γ_d) maksimum, kemudian dari titik puncak kurva ditarik garis vertikal memotong *absis*, pada titik ini adalah merupakan kadar air optimumnya. Hasil uji pemadatan dapat dilihat pada Tabel 5.

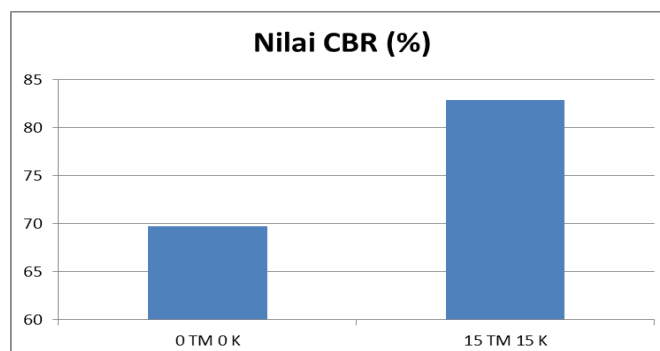
Tabel 5. Hasil Uji Pemadatan

	0 TM 0 K	15 TM 15 K
Kadar Air Optimum (%)	4	5
Berat Volume Kering Optimum (gram/cm ³)	2,08	2,18

Dalam tabel diatas nilai kadar air optimum yang diperoleh semakin besar sesuai dengan penambahan tanah merah dan variasi kapur yang digunakan, sedangkan nilai berat volume kering optimum akan semakin bertambah sesuai dengan penambahan kapur padam yang digunakan.

c. California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR dilakukan dengan menggunakan 3 sampel benda uji lapis pondasi agregat kelas B di setiap masing-masing variasi benda uji, untuk nilai kadar air menggunakan nilai kadar air optimum yang didapatkan sebelumnya dari uji pemadatan agregat. Kemudian sampel benda uji direndam selama 4 hari. Setelah dilakukan prendaman selama 4 hari kemudian benda uji dilakukan pemeriksaan nilai penetrasi pada alat pemeriksaan penetrasi. Perbandingan nilai CBR dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Hasil Uji CBR

Berdasarkan hasil tabel diatas diperoleh setiap penambahan tanah merah terstabilisasi nilai CBR mengalami peningkatan. Nilai CBR terkecil terdapat pada lapis pondasi agregat tanpa campuran tanah merah terstabilisasi kapur, dan nilai CBR terbesar terdapat pada lapis pondasi agregat dengan campuran tanah merah terstabilisasi kapur.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

1. Dari hasil pengujian batas-batas Atterberg yang dilakukan pada tanah merah dengan penambahan kapur sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, yang memenuhi persyaratan nilai indeks plastisitas sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 adalah penambahan 15%.
2. Berdasarkan hasil tabel pengujian CBR didapatkan setiap penambahan tanah merah terstabilisasi nilai CBR mengalami peningkatan. Untuk hasil nilai CBR terkecil terdapat pada lapis pondasi agregat kelas B tanpa campuran (100% Agregat), dan untuk nilai CBR terbesar terdapat pada lapis pondasi agregat kelas B campuran tanah (85% Agregat + 15% Tanah merah terstabilisasi 15% kapur) dengan nilai CBR masing-masing sebesar 69,7% dan 82,9%.

5.2. Saran

1. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengamatan terhadap nilai CBR gradasi lapis atas, gradasi nilai tengah dan nilai CBR gradasi lapis atas serta membandingkan nilai gradasi ketiganya.
2. Perlu dilakukan penelitian terhadap sampel agregat dari quarry-quarry lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Brian, Oscar, and Mecky, 2016. Uji Kelayakan Agregat Dari Saoka Sorong Barat Sebagai Material Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya, 1–23.
- Dinas Bina Marga, U., 2006. Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan Buku 1 Umum. *Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta*.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018. Spesifikasi Umum 2018 Divisi 5 Perkerasan Berbutir Dan Perkerasan Beton Semen. *Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*, 1–72.
- Santoso, G., 2010. Dengan Penambahan Tanah Pilihan Sebagai Material Lapis Pondasi Bawah.
- Soehardi, F., Lubis, F., and Putri, L.D., 2017. Stabilisasi Tanah Dengan Variasi Penambahan Kapur dan Waktu Pemeraman. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP)*, 54–60.
- Warsiti, Kusdiyono, Risman, and Ristiawan, A., 2020. Kajian Karakteristik Nilai CBR Campuran Tanah Merah dengan Kapur. *Bangun Rekaprima*, 6 (1), 58–68.

Yanette, Y., Ing, T.L., and Haris, S., 2019. Evaluasi Karakteristik Agregat untuk Dipergunakan Sebagai Lapis Pondasi Berbutir. *Jurnal Teknik Sipil*, 6 (2), 151–164.

