

## **PENGGUNAAN PECAHAN GENTENG SEBAGAI AGREGAT UNTUK LAPIS FONDASI PERKERASAN LENTUR**

Soewignjo Agus Nugroho<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

*Lime has been used for long time as soils stabilizer in sub base and base construction of road. This research studied influence of lime as stabilizer mixed with debris of clay roof as aggregate. Gradation specification is accordance to Bina marga Standard. Lime content used in this research are 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12% and 15%. Result of this research shows as lime content increases, California Bearing Ratio (CBR) value for base also increase 80%; 85%; 88%; 91%; 95%; 100% and 110% respectively. For sub base CBR value increase respectively i.e 50%; 60%; 70%; 74%; 85%; 90% and 95%.*

**Keywords :** *stabilization, debris of clay roof, California Bearing Ratio*

### **PENDAHULUAN**

Bahan tanah dasar umumnya menggunakan bahan setempat, akan tetapi kadang kala bahan setempat berupa tanah yang sifat-sifat teknisnya kurang menguntungkan. Terhadap bahan tanah dasar yang secara teknis tidak menguntungkan tersebut dapat dilakukan perbaikan sifat-sifatnya, salah satunya ialah dengan stabilisasi dengan kapur.

Lapis fondasi jalan merupakan konstruksi perkerasan yang terletak antara permukaan dan tanah dasar. Lapis tersebut berfungsi mendukung lapis permukaan dan meneruskan beban ke tanah dasar. Karena sifat penyebaran beban makin ke bawah makin kecil, umumnya karena tuntutan ekonomi lapis fondasi dibuat berlapis-lapis dengan bahan dan persyaratan yang berbeda. biasanya lapis fondasi dibuat dua lapis yaitu lapis fondasi atas dan lapis fondasi bawah.

Pecahan genteng banyak dimanfaatkan sebagai bahan timbunan jalan, timbunan fondasi rumah. Pada kondisi berbutir halus genteng berfungsi sebagai pozolan yang dapat bereaksi baik bila dicampur dengan

bahan yang mengandung kalsium. Untuk mengetahui pengaruh kapur, pecahan genteng terhadap nilai indeks plastisitas dan CBR dilakukan penelitian penggunaan pecahan genteng sebagai bahan agregat lapis fondasi dengan menggunakan kapur sebagai bahan stabilisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kapur sebagai bahan stabilisasi pada lapis fondasi dengan agregat pecahan genteng terhadap nilai daya dukung/CBR.

Perkerasan jalan adalah lapisan-lapisan yang terdiri dari material yang dipilih dan dikerjakan menurut persyaratan tertentu. Jenis perkerasan yang biasa digunakan adalah perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Lapis perkerasan lentur terdiri atas agregat, pengisi dan aspal serta bahan lain jika diperlukan (stabilizer, pozolan). Agregat yang digunakan pada umumnya berasal dari sungai atau gunung dengan ukuran dari pasir, kerikil, kerakal hingga bongkahan. Agregat tersebut umumnya berasal dari batuan beku, misalnya : andesit, basalt, dan granit.

Kapur yang biasa digunakan untuk stabilisasi adalah dari jenis kapur padam

---

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau

Lantai II Gedung C Kampus Bina Widya, Km.12,5, Panam, Pekanbaru.

(Ca(OH)<sub>2</sub>) dan kapur tohor (CaO), namun untuk jenis kapur yang kedua meskipun baik sebagai bahan stabilisasi tapi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kesehatan. Kapur yang sudah mati karena terlalu lama disimpan dan berhubungan dengan udara bebas kurang baik dijadikan bahan stabilisasi. Jumlah kapur yang ditambahkan untuk mendapatkan nilai stabilisasi yang optimal bergantung dari fungsi lapisan dalam struktur jalan.

Menurut U.S Army Corps of Engineers, Nilai CBR merupakan nilai perbandingan antara besar tekanan yang diperlukan tanah dengan piston berbentuk bulat seluas 3 inc<sup>2</sup> dengan kecepatan 0,05 inc/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus suatu bahan standar tertentu. Beban yang digunakan untuk melakukan penetrasi bahan standar adalah seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Beban yang dibutuhkan untuk melakukan penetrasi bahan standar

penetrasi (inci)	Beban standar (pounds)	Tekanan standar (pounds/inci <sup>2</sup> )
0.1	3.00	1.00
0.2	4.50	1.50
0.3	5.70	1.90
0.4	6.90	2.30
0.5	7.80	2.60

## PELAKSANAAN PENELITIAN

Dalam penelitian yang dilakukan dengan percobaan laboratorium digunakan bahan, alat dan cara analisis sebagai berikut :

### A. Bahan

Bahan pecahan genteng berasal dari pabrik genteng Asoka, Karanganyar, Jawa Tengah dalam kondisi yidak dapat dipergunakan lagi sebagai mana fungsinya. Kapur yang digunakan dari jenis kapur padam dengan kondisi halus dan dikemas dalam kantung plastik. Kapur tersebut banyak di jual di toko bahan bangunan.

### B. Peralatan

1. alat uji batas cair
2. alat uji batas plastis
3. timbangan
4. oven listerik
5. piknometer
6. saringan dan hidrometer
7. cetakan (mould) untuk membuat benda uji *California Bearing Ratio* dan pemadatan modified

### C. Analisis

untuk mengkaji

Pengujian yang dilaksanakan secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi pengujian pendahuluan dan pengujian pokok.

#### 1. Pengujian pendahuluan

merupakan pengujian terhadap sifat-sifat indeks dan sifat-sifat teknis yang berguna untuk mengidentifikasi karakteristik tanah dan kapur yang diuji. Jenis pengujian yang dilaksanakan pada tahap ini adalah : kadar air, specific gravity, batas-batas konsistensi (*Aterberg limits*), gradasi, dan pemadatan.

#### 2. Pengujian pokok

Adapun jenis pengujian utama yang dilakukan adalah meliputi pengujian batas-batas konsistensi, pemadatan, dan *California Bearing Ratio* (CBR). pengujian batas-batas konsistensi, pemadatan modified, dan CBR dilakukan sebelum dan setelah stabilisasi dilakukan. Pengujian batas-batas konsistensi

## HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### 1. Sifat fisik tanah asli

Dari pengujian pendahuluan, didapat sifat fisik dan mekanik tanah asli seperti terlihat pada Tabel 2.

#### 2. Gradasi butiran

Untuk mendapatkan gradasi butiran dilakukan analisa saringan terhadap pecahan genteng yang sudah dipecah, kemudian masing-masing sampel

disusun gradasinya sesuai spesifikasi dari Bina Marga. Setiap lapis fondasi diambil 5000 gram sampel. Gradasi butiran hasil analisa saringan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

3. Kadar air optimum dan Berat volume kering maksimum

Berat volume kering maksimum dan kadar air optimum didapat dari hasil uji pemadatan. pada setiap sampel dengan variasi penambahan kapur, masing-masing dilakukan lima (5) kali percobaan pada kadar air yang berbeda. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 untuk lapis fondasi atas (LPA) dan Gambar 2. untuk lapis fondasi bawah (LPB).

Tabel 2. Sifat Fisik Tanah

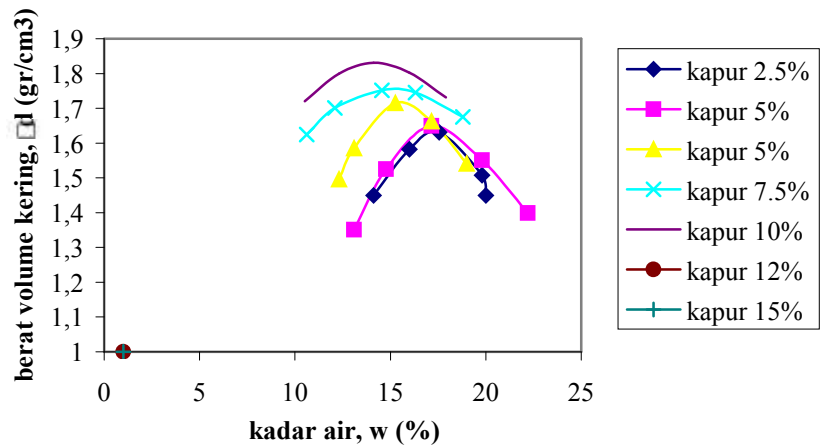
no	karakteristik	nilai	Satuan
1	Spesific gravity	2.66	-
2	Kadar air normal	-	%
3	Batas cair	Non plastis	%
4	Batas plastis	Non plastis	%
5	Indek plastisitas	Non plastis	%
6	Berat kering maks	1.63	gram/cm <sup>3</sup>
7	Kadar air optimum	17.9	%

Tabel 3. Analisis saringan agregat kasar dan halus untuk lapis fondasi atas

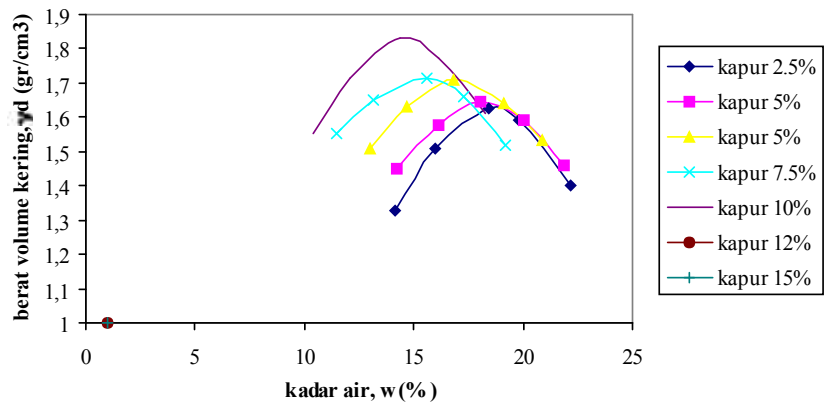
Ukuran/nomor saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
inci	mm	tertahan	kumulatif	tertahan	lolos	minimal	maksimal
2 1/2	63	0	0	0	100		100
1 1/2	37.5	0	0	0	100		100
3/4	19	1350	1350	27	73	65	81
3/8	10	1100	2450	49	51	42	60
4	5	750	3200	64	36	27	45
8	2.36	525	3725	74.5	25.5	18	33
30	0.6	375	4100	82	18	11	25
40	0.425	350	4450	89	11	6	16
200	0.075	350	4800	96	4	0	8
pan		200	5000				

Tabel 4. Analisis saringan agregat kasar dan halus untuk lapis fondasi bawah

Ukuran/nomor saringan		Berat tertahan (gram)		Jumlah persen (%)		Spesifikasi (%)	
inci	mm	tertahan	kumulatif	tertahan	lolos	minimal	maksimal
2 1/2	63	0	0	0	100		100
1 1/2	37.5	825	875	16.5	83.5	67	100
3/4	19	675	1500	30	70	40	100
3/8	10	875	2375	47.5	52.5	25	80
4	5	575	2950	59	41	16	66
8	2.36	425	3375	67.5	32.5	10	55
16	1.18	350	3725	74.5	25.5	6	45
40	0.425						
100	0.15	375	4100	82	18	3	33
200	0.075	400	4500	90	10	0	20
pan		500	5000				



Gambar 1. Grafik pemadatan hasil pemeriksaan untuk lapis fondasi atas



Gambar 2. Grafik pemadatan hasil pemeriksaan untuk Lapis Fondasi Bawah

4. CBR laboratorium  
 Pengujian CBR dilakukan pada masing-masing sampel yang telah dipadatkan pada kadar air optimum yang dihasilkan dari percobaan pemadatan, kemudian dilakukan perawatan selama 7 hari agar

kapur bisa bereaksi dengan butiran halus genteng. Setelah itu dilakukan perendaman selama 4 hari. hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Data nilai hubungan penetrasi dengan beban yang diperlukan untuk LPA.

penetrasi Inci	Beban yang diperlukan pada variasi penambahan kadar kapur (pounds)						
	0 (%)	2.5 (%)	5 (%)	7.5 (%)	10 (%)	15 (%)	20 (%)
0.0125	156		156		208	208	260
0.0250	468		416		468	468	520
0.0500	728		728		1041	1041	1306
0.0750	1145		1145		1664	1977	1977
0.1000	1613		1508		2085	2237	2601
0.1500	2289		2342		3226	3278	3642
0.2000	3122		3278		4058	4163	4787
0.3000	4683		5151		5672	5567	6764
0.4000	6171		6504		7285	7024	7961
0.5000	7545		8065		7961	8273	9002

Tabel 6. Data nilai hubungan penetrasi dengan beban yang diperlukan untuk LPB

penetrasi Inci	Beban yang diperlukan pada variasi penambahan kadar kapur (pounds)						
	0	2.5	5	7.5	10	15	20
0.0125	156		156		208	208	208
0.0250	468		312		416	312	520
0.0500	728		572		832	676	1145
0.0750	1041		988		1665	1197	1977
0.1000	1301		1508		2081	1717	2289
0.1500	1717		2602		3017	2654	3226
0.2000	2237		2966		3902	3434	4215
0.3000	3122		4007		5099	5203	5723
0.4000	3850		4995		6244	6348	6816
0.5000	4787		5724		7024	7805	7493

- Penambahan kapur  
Pemberian kapur akan menutup pori-pori material karena bahan stabilisasi tersebut akan mengisi rongga-rongga yang ada antara butiran genteng. Dengan terisinya rongga tersebut, maka partikel akan menjadi rapat diikuti berkurangnya rongga-rongga udara. Hasilnya berat volume kering meningkat.

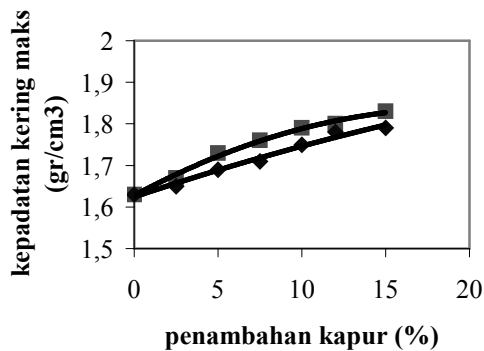
### Pembahasan

Air yang ditambahkan pada suatu campuran akan berfungsi sebagai pelumas, sehingga partikel-partikel akan mudah bergerak dan dibentuk, tetapi dengan bertambahnya air

secara berlebihan, air tidak berfungsi lagi sebagai pelumas sehingga timbul tanah becek. Pada saat dipadatkan dengan penambahan air partikel akan lebih mudah bergesekan satu sama lain untuk menempati kedudukan yang lebih stabil (rapat). Kadar air optimum akan dicapai pada tingkat kepadatan maksimum. Oleh karena itu penambahan kapur akan menurunkan kadar air optimum karena sifat kapur yang mengikat air bebas yang menyelimuti butiran. Penambahan kapur akan menaikkan kepadatan maksimum, karena pori-pori antar butiran terisi oleh butiran kapur. Sehingga ruang pori semakin kecil. Sifat tersebut ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kepadatan kering maks dan Kadar air Optimum untuk semua kadar kapur

Penambahan kapur (%)	Lapis Fondasi Atas		Lapis Fondasi Bawah	
	Kepadatan kering maksimum (gr/cm <sup>3</sup> )	Kadar air optimum (%)	Kepadatan kering maksimum (gr/cm <sup>3</sup> )	Kadar air optimum (%)
0	1.63	17.5	1.63	18.3
2.5	1.64	17.4	1.64	18.1
5	1.73	15.3	1.71	16.9
7.5	1.76	14.9	1.71	15.7
10	1.79	14.7	1.75	15.1
12	1.8	14.5	1.78	14.6
15	1.83	14.2	1.79	14.3

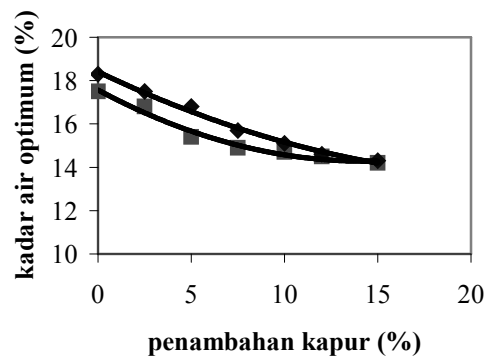


Gambar 3. Hubungan nilai kepadatan maksimum dengan kadar kapur

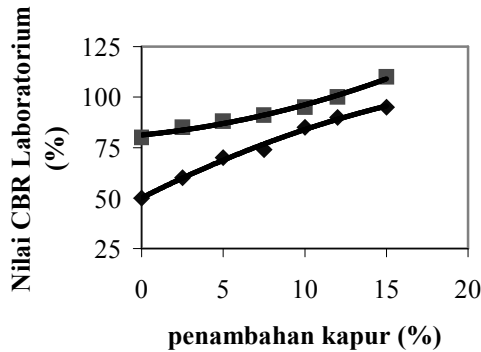
Dari hasil pengujian CBR, menunjukkan kecenderungan untuk bertambah nilainya seperti diperlihatkan Gambar 5. Dengan meningkatnya kadar kapur, mengakibatkan meningkatnya nilai kepadatan maksimum. Pori-pori mengecil, kontak antara partikel semakin rapat sehingga membantu berjalannya reaksi kapur dengan butiran agregat. Dengan kata lain, pembentukan struktur butiran, akibat penambahan kapur, yang menjadi rapat dan *inter-locking* antar butiran mengakibatkan ikatan antara butiran genteng menjadi kokoh. sehingga stabilitas meningkat yang ditunjukkan dengan naiknya nilai CBR laboratorium.

Tabel 8. Nilai CBR Laboratorium

Penambahan kapur (%)	Nilai CBR (%)	
	Lapis fondasi atas (LPA)	Lapis fondasi bawah (LPB)
0	80	50
2.5	83	60
5	85	70
7.5	87	74
10	90	85
12	95	90
15	110	95



Gambar 4. Hubungan kadar air optimum dengan kadar kapur



Gambar 5. Hubungan Nilai CBR Laboratorium dengan kadar kapur

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dibuat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. gradasi butiran pecahan genteng sesuai dengan yang diisyaratkan Bina Marga yaitu gradasi kelas A untuk lapis fondasi atas dan gradasi kelas B untuk lapis fondasi bawah
2. didapat hasil nilai batas-batas konsistensi yang sangat kecil sehingga tidak bisa ditentukan secara akurat, maka butiran dapat dikategorikan sebagai material non-plastis
3. pengaruh penambahan kapur sampai dengan 15% berat kering butiran genteng, menunjukkan adanya peningkatan nilai stabilitas pada bahan agregat genteng
4. nilai CBR bahan campuran pecahan genteng dengan kapur, kuat dukungnya memenuhi persyaratan sebagai bahan lapis fondasi perkerasan lentur, yaitu untuk lapis fondasi atas > 80% dan lapis fondasi bawah > 25%.

### Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk menentukan campuran kapur dan pecahan

genteng yang paling ekonomis, dan dilakukan perawatan yang optimal. Disamping itu parameter kuat dukung lainnya yaitu kuat geser agar dicari datanya untuk dicari korelasinya sebagai bahan lapis fondasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Studi ini dapat terlaksana dengan bantuan yang sangat besar dari Bpk Soenarto atas limbah gentengnya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sdr. Dihom, ST., Sdr. Agus tri Handoyo, ST. atas informasi dan bantuannya serta Rizka, Noor, Dewi, Sifaa atas dorongan moralnya sehingga tulisan ini dapat terwujud.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *Buku Paduan Praktikum Mekanika Tanah*, Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Hardiyatmo, H, C, 1992, *Mekanika Tanah 1*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H, C, 1992, *Mekanika Tanah 2*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Soesdarsono, D, U, 1979, *konstruksi jalan raya*, Yayasan badan penerbit pekerjaan umum, Jakarta.
- Sukirman, S, 1995, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Suprpto, TM, 1991, *Buku ajar Jalan Raya II*, Biro Penerbit KMTS FT-UGM, Yogyakarta.
- Suryo Hapsoro, T, U, *Buku Ajar Pelaksanaan Konstruksi Lapis Keras*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- TRRL, 1955, *Soil Mechanics for Road Engineers*, The Hydrographic Department, Ministry of Defence, Navy, England.