

PENGUNAAN Puing BETON UNTUK LAPIS PERKERASAN JALAN

Daryati

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CBR bahan lapis pondasi atas yang menggunakan material dengan memanfaatkan limbah puing beton dari sisa benda uji crushing test. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui apakah nilai CBR bahan lapis pondasi atas dengan menggunakan bahan puing beton dapat memenuhi nilai CBR standar Bina Marga.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, populasi dalam penelitian ini adalah lapis pondasi atas jalan. Sampel yang digunakan adalah benda uji dari bahan puing beton. Nilai CBR diperoleh dari uji CBR laboratorium.

Dari hasil analisa data dapat disimpulkan bahwa nilai CBR bahan lapis pondasi atas dengan menggunakan puing beton lebih rendah dari nilai CBR standar Bina Marga.

Kata Kunci : puing beton, CBR, pondasi atas jalan

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan jalan sebagai prasarana transportasi sangatlah penting sebagai salah satu faktor utama dalam menunjang perekonomian suatu daerah. Hal ini mendorong pemerintah untuk meningkatkan pembangunan infrastruktur di bidang jalan raya, baik secara kualitas maupun kuantitasnya

Pembangunan jalan raya pada saat ini dihadapkan pada berbagai macam kendala, salah satu kendala yang sering dihadapi adalah keterbatasan bahan material jalan, dimana kita sering menghadapi kenyataan bahwa proyek pembuatan jalan membutuhkan material bahan konstruksi yang jumlahnya tidak sedikit. Oleh karena itu perlu diupayakan penelitian untuk mencari bahan alternatif sebagai pengganti material

Daryati, Dra., MT
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Jakarta, 13220

alami yang mungkin pada suatu saat nanti akan semakin berkurang jumlahnya.

Dari hasil pengamatan penulis, bahwa adanya penumpukan puing beton sisa dari pengujian *crushing test* beton merupakan bahan sisa yang dimungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti material alami seperti split atau sirtu yang biasa digunakan dalam proyek pembangunan jalan. Puing benda uji dari hasil *crushing test* pada saat ini masih dianggap sebagai sampah dan belum dimanfaatkan secara efektif, karena pada saat ini puing tersebut baru bisa dimanfaatkan sebagai bahan urugan.

Dari hasil survei dan wawancara dengan sebuah perusahaan *readymix* beton di Jakarta, yaitu PT. Jaya Readymix di Kebon Nanas bahwa pada tiap laboratorium dimiliki oleh PT. Jaya Readymix menghasilkan limbah sisa dari *crushing test* dalam jumlah yang relatif besar yaitu rata-rata bisa menghasilkan 100 benda uji perhari. Sedangkan PT. Jaya Readymix mempunyai 6 Laboratorium yang ada di Jakarta yang tersebar di daerah Gandaria, Jelambar, Serpong, Cikarang, Cikampek dan Kebon Nanas.

Dengan melihat kenyataan tersebut, maka mendaur ulang puing beton menjadi bahan lapis perkerasan jalan raya merupakan solusi yang tepat.

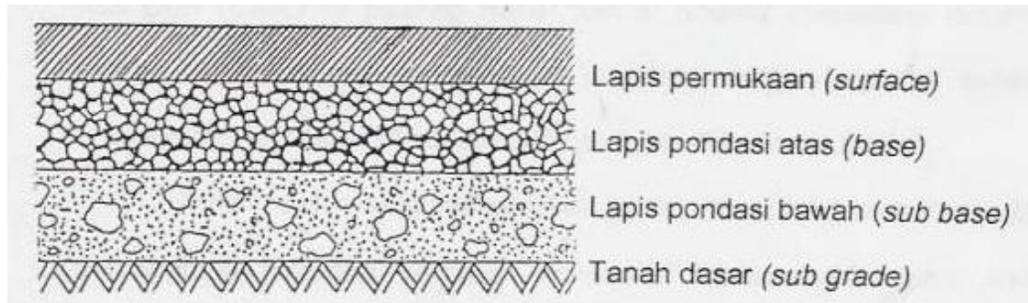
Pemanfaatan puing beton sebagai bahan perkerasan jalan raya adalah sebagai bahan lapis pondasi atas *base course*. Hal ini dimungkinkan karena adanya kesamaan karakteristik antara bahan yang biasa digunakan sebagai lapis pondasi atas *base course* dengan karakteristik puing beton. Karakteristik puing beton yang sangat baik adalah sifat fisiknya yang keras dan tahan terhadap air, memiliki gradasi yang beraneka ragam dan memiliki daya serap air yang relatif kecil.

Dengan memanfaatkan puing beton sebagai bahan lapis perkerasan jalan sebagai lapis pondasi atas *base course* diharapkan dapat menggantikan bahan baku yang biasa digunakan seperti batu split atau batu pecah/sirtu yang persediannya semakin terbatas.

Berdasarkan uraian di atas tujuan penelitian ini adalah upaya pemanfaatan puing beton yang sementara ini masih dianggap sebagai sampah untuk digunakan menjadi bahan lapis pondasi atas *base course* pada konstruksi jalan raya.

Konstruksi Lapis Pondasi Jalan

Susunan lapisan konstruksi jalan pada umumnya terdiri dari beberapa bagian yaitu tanah dasar *sub-grade*, lapis pondasi bawah *sub-base* lapis pondasi atas *base* dan lapis permukaan *surface*. Soedarsono Joko, 1985.



Gambar 1: Konstruksi Lapis Pondasi Jalan

Sumber : Djoko Untung Soedarsono, 1985, *Konstruksi Jalan Raya*, Jakarta, Badan Penerbit Pekerjaan Umum

Lapis pondasi atas *base Course* adalah lapisan yang terletak tepat dibawah lapisan permukaan. Konstruksi lapis pondasi atas dapat terbuat dari berbagai macam jenis seperti : konstruksi pondasi batu belah *telford*, konstruksi makadam, konstruksi penetrasi makadam, konstruksi batu pecah dan konstruksi pondasi dengan bahan yang diolah terlebih dahulu.

Konstruksi pondasi batu belah *telford* terbuat dari batu belah ukuran 15-25 cm dengan batu pengunci. Batu belah diatur pada bagian atas lapisan pasir setebal 10 cm dengan tujuan drainase. Pengaturan batu belah dilakukan dengan sistem manual.

Konstruksi macadam ada dua macam yaitu konstruksi makadam basah *water bound macadam* dan konstruksi makadam kering *dry bound macadam*. Konstruksi ini memakai batu pecah bersih dari kotoran, awet, keras, bersudut tajam dan tahan aus. Umumnya gradasi yang dipakai adalah gradasi terbuka, yaitu persentase butiran kecil di dalam campuran batuan relatif sedikit.

Konstruksi penetrasi makadam selain dipergunakan untuk lapisan pondasi juga dipakai untuk lapisan permukaan. Hal ini disebabkan karena lapis penetrasi makadam menggunakan bahan pengikat aspal. Bahan yang dipergunakan terdiri atas batu pecah dengan ukuran tunggal atau juga batu pecah dengan gradasi rapat. Bahan ini dihamparkan dengan diikuti pemberian batu pengunci yang butirannya juga seragam.

Konstruksi batu pecah merupakan pengembangan pondasi batu belah *telford*. Prinsipnya hampir sama dengan konstruksi makadam *bound macadam*. Bahan yang dipakai adalah batu pecah hasil dari mesin pemecah batu *stone crusher*. Campuran batu pecah yang dipergunakan umumnya berupa batu pecah berukuran 25-75 mm; batu pengunci ukuran 12-18 mm dan ditambah fraksi halus yang berukuran kurang dari 9 mm.

Sedangkan konstruksi pondasi dengan bahan yang diolah terlebih dahulu adalah dengan menggunakan bahan yang seharusnya kurang memenuhi syarat sehingga sebelum bahan tersebut dipergunakan perlu diperbaiki terlebih dahulu sifat-sifatnya agar bahan tersebut dapat memenuhi syarat sebagai bahan pondasi jalan.

Bahan Lapis Pondasi Atas *base course*

Lapisan pondasi atas *base course* bahannya harus lebih berat dari lapisan pondasi bawah *sub-base course*. Hal ini berarti baik tidaknya lapisan pondasi tergantung pada lapisan *base course*, sehingga untuk lapisan ini diperlukan bahan-bahan yang berkualitas tinggi, dengan kata lain memiliki nilai CBR yang tinggi. Menurut Bina Marga 1983, material yang akan digunakan sebagai lapisan pondasi harus mempunyai nilai CBR > 80%.

Base adalah pondasi jalan yang langsung mendukung lapisan penutup di atasnya. Pada *Base* pengaruh muatan lalu lintas sangat besar sehingga persyaratannya masih cukup berat, seperti : Kualitas bahan harus baik, gradasi atau susunan butirnya harus serapat mungkin, kandungan filler harus sesuai aturan dan homogenitas harus sempurna.

Agregat yang digunakan pada lapis pondasi atas *base course* sangat menentukan daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan. Spesifikasi agregat untuk lapisan pondasi atas adalah seperti berikut :

Tabel 1 : Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos		
Standar	Alternatif	Gradasi	Gradasi	Gradasi
mm		A	B	C
50	2 in		100	100
37,5	1 ½ in	100	88 – 95	70 – 100
25.0	1 in	77 – 85	70 – 85	55 – 85
9.5	3/8 in	44 – 58	40 – 65	40 – 70
4.75	No. 4	27 – 44	22 – 52	27 – 60
2.00	No. 10	17 – 30	15 – 40	20 – 50
0.425	No. 40	7 – 17	8 – 20	10 – 30
0.075	No. 200	2 – 8	2 – 8	5 – 15

Sumber : Lab. Tanah dan Jalan DPU DKI Jakarta, 2007

Uji *California Bearing Ratio* (CBR) Laboratorium

Hubungan antara jenis tanah dengan nilai CBR adalah berbanding lurus dalam arti yang sederhana, yaitu batu pecah yang berbutir rapat kekuatannya dinilai dengan 100%, sedang lumpur dinilai dengan 0%, kemudian diadakan nilai untuk berbagai jenis tanah dan agregat yang lain.

Jadi CBR adalah perbandingan antara beban yang diperlukan untuk penetrasi dari contoh sebesar 0,1 inch atau 0,2 inch dengan beban yang diperlukan untuk penetrasi dari batu pecah standard juga sebesar 0,1 inch atau 0,2 inch yang dinyatakan dalam persen %. Jadi CBR merupakan salah satu cara untuk menyatakan kualitas dari setiap bahan konstruksi perkerasan yang relatif sama terhadap kualitas bahan standard berupa batu pecah yang dianggap sangat baik. California State Highway Departement pertama kalinya mengembangkan cara CBR untuk menilai kekuatan tanah dasar *sub-grade* yang kemudian dipakai dan dikembangkan lebih lanjut oleh US. Army Corps of Engineers.

Besarnya nilai CBR dapat dihitung sebagai berikut :

$$CBR_{0,1''} = \frac{\text{Pembacaan beban pada penetrasi } 0,1''}{\text{Beban Standar}} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2''} = \frac{\text{Pembacaan beban pada penetrasi } 0,2''}{\text{Beban Standar}} \times 100\%$$

Tabel 2 : Beban Standard Dalam Percobaan CBR

Penetrasi Plunyer in)	Beban Standard lb)	Penetrasi Plunyer mm	Beban Standard kg	Beban Standard kN)
0,10	3.000	2,50	1.370	13,50
0,20	4.500	5,00	2.055	20,00
0,30	5.700	7,50	2.630	25,50
0,40	6.900	10,00	3.180	31,00
0,50	7.800	12,50	3.600	35,00

Sumber : G Djatmiko Soedarmo dan S.J Edi Purnomo, 2001, *Mekanika Tanah I*, cetakan kelima, Yogyakarta, Kanisius.

Nilai CBR biasanya dipilih pada penetrasi 0,1'', tetapi apabila nilai CBR pada penetrasi 0,2'' lebih besar dengan demikian percobaan diulangi lagi dan apabila hasilnya tetap sama maka nilai terbesar yang dipakai.

Puing Beton

Puing beton yang dimaksud dalam penelitian ini adalah hancuran dari uji *crushing test* beton. Dari proses penghancuran puing beton tersebut diperoleh agregat puing beton yang terdiri dari batu pecah, pasta semen dengan pasir yang telah mengeras dan kerikil / split dengan pasta semen yang telah melekat. Karena dari hasil penghancuran tersebut diperoleh butiran yang beraneka ragam, maka dengan demikian jenis agregat puing beton termasuk dalam kategori agregat campuran antara agregat kasar dan agregat halus.

Oleh karena karakteristiknya yang mirip dengan agregat kasar seperti split, krikil atau batu pecah, maka agregat puing beton ini dapat digunakan sebagai bahan untuk lapis perkerasan jalan.

METODA

Untuk mengetahui nilai CBR dari puing beton dilakukanlah uji CBR laboratorium dengan membuat benda uji silinder sebanyak 10 buah. Sebelum dibuat benda uji dilakukan sejumlah pengujian terhadap puing beton sesuai SNI yang diberlakukan, seperti: uji kadar air, berat jenis, analisa saringan, *Los angles Abrasion* dan uji pemadatan untuk mendapatkan kadar air optimum. Setelah pengujian bahan dilakukan selanjutnya dibuat benda uji untuk menguji nilai CBR laboratoriumnya sesuai SNI 03-1744-1989.

Penelitian ini dibagi 3 tahapan dimana pertama adalah tahap persiapan dan pemeriksaan bahan, selanjutnya adalah pembuatan benda uji dengan kadar air optimum dan tahap ketiga adalah pengujian CBR laboratoriumnya.

Untuk menentukan nilai CBR dari 10 benda uji dilakukan uji rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pemeriksaan material puing beton dilakukan uji : analisa saringan, pemeriksaan kadar air, pemeriksaan berat jenis, pemeriksaan abrasi, pemeriksaan pemadatan modified dan pengujian benda uji dengan uji CBR Laboratorium. Berikut ini adalah hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel. Untuk lebih jelasnya lihat data lampiran masing-masing pengujian.

Pada proses analisa saringan, puing beton dibagi dalam 4 jenis fraksi, yaitu abu semen lolos saringan no.4 ,screening lolos saringan 1/2" dan tertahan no.4 , spleet sedang lolos saringan 3/4" dan tertahan 1/2" dan spleet kasar lolos saringan 1 1/2" tertahan saringan 3/4"

Berikut ini adalah hasil pemeriksaan analisa saringan tiap fraksi :

Tabel 3. Analisis Saringan Fraksi Abu-semen 0 -5

Ukuran saringan	Berat contoh : 1.542,4 gram			
	Diatas saringan	Jumlah Kumulatif diatas	Persen diatas	Persen melalui
1 ½"				
1"				
¾"				
½"				
3/8"		0	0	100
No.4	42,11	42,11	2,73	97,27
10	454,49	496,60	32,20	67,80
40	573,00	1069,60	69,35	30,65
200	242,80	1312,40	85,09	14,91
> 200	230,00	1542,40	100	

Tabel 4. Analisis Saringan Fraksi Screening 5 -10

Ukuran saringan	Berat contoh : 2.024,7 gram			
	Diatas saringan	Jumlah Kumulatif diatas	Persen diatas	Persen melalui
1 ½"				
1"				
¾"				
½"	0	0	0	100
3/8"	760,60	760,60	37,57	62,43
No.4	1121,40	1882,00	92,95	7,05
10	131,40	2013,40	99,44	0,56
40	4,80	2018,20	99,68	0,32
200	4,00	2022,20	99,88	0,12
> 200	2,50	2024,70	100	0

Tabel 5 : Analisis Saringan Fraksi Spleet Sedang 10 -30

	Berat contoh : 2.249,9 gram			
	Diatas saringan	Jumlah Kumulatif diatas	Persen diatas	Persen melalui
1 1/2"				
1"				
3/4"	0	0	0	100
1/2"	2.134,90	2.134,90	94,89	5,11
3/8"	104,40	2.239,30	99,52	0,48
Nb.4	7,00	2246,30	99,84	0,16
10				
40				
200				
> 200	3,60	2.249,90	100	0

Tabel 6 : Analisis Saringan Fraksi Spleet Kasar 30 -50

	Berat contoh : 2.595,5 gram			
	Diatas saringan	Jumlah Kumulatif diatas	Persen diatas	Persen melalui
1 1/2"		0	0	100
1"	2.006,50	2.006,50	77,31	22,69
3/4"	318,90	2.325,40	89,59	10,41
1/2"	179,80	2.505,20	96,52	3,48
3/8"	79,90	2.585,10	99,60	0,40
Nb.4				
40				
200				
> 200	10,40	2.595,50	100	0

Dari hasil pemeriksaan analisis saringan tiap fraksi, kemudian dikombinasikan dengan komposisi agregat class A. Perbandingan komposisi tiap fraksi untuk mendapatkan gradasi agregat yang dikehendaki adalah seperti berikut :

Tabel 7 : Gradasi Kombinasi Agregat Class A

No Sieve	Agregat Melalui				Perbandingan agg %				Hasil	Spec
	0-5	5-10	10-30	30-50	36	20	20	24		
1 ½"	100	100	100	100	36	20	20	24	100	100
1"	100	100	100	22,69	36	20	20	5,45	81,45	77-85
3/8"	100	62,43	0,48	0,40	36	12,49	0,10	0,10	48,69	44-58
No.4	97,27	7,05	0,16		35,02	1,41	0,03		36,46	27-44
10	67,8	0,56			24,41	0,11			24,52	17-30
40	30,65	0,32			11,03	0,06			11,09	7-17
200	14,91	0,12			5,37	0,02			5,39	2-8

Dari pemeriksaan kadar air puing beton diperoleh kadar air sebesar 4,85%.

Agregat puing beton merupakan campuran dari agregat kasar dan halus, maka dalam mencari berat jenis gabungan diperoleh dengan cara mencari berat jenis kedua jenis agregat. Dari hasil penelitian diperoleh berat jenis puing beton agregat kasar = 2,51 gr/cc dan agregat halus = 2,38 gr/cc. Dengan demikian berat jenis agregat gabungan dapat dihitung sebagai berikut :

Berat jenis agregat gabungan dapat dihitung sebagai berikut :

$$BJ_{\text{Gabungan}} = \frac{100}{\frac{\% \text{ lolos no.4}}{Bj \text{ lolos no.4}} + \frac{\% \text{ lolos no.4}}{Bj \text{ lolos no.4}}}$$

$$\begin{aligned}
 BJ_{\text{Gabungan}} &= \frac{100}{\frac{36,78}{2,38} + \frac{63,22}{2,51}} \\
 &= 2,46
 \end{aligned}$$

Dari data tersebut di atas kemudian ditentukan kadar air optimumnya yang hasilnya seperti berikut :

Tabel 8 : Hasil Pengujian Pemadatan proctor puing beton

Bahan	Kadar air awal %	Berat Jenis	d t/m ³	Kadar air optimum %
Puing beton	4,85	2,46	1.805	12,10

Selanjutnya dibuat benda uji silinder dan hasil diuji CBR-nya sebagai berikut :

Tabel 9 : Nilai CBR

No.Sampel	Nilai CBR %	No.Sampel	Nilai CBR %
1	53,02	6	52,57
2	51,40	7	51,56
3	49,87	8	54,51
4	48,90	9	52,58
5	53,12	10	51,86

Dari uji CBR yang telah dilakukan, didapat nilai rata-rata CBR sebesar :52,00%.

Dilihat dari hasil penelitian nilai CBR dari sepuluh benda uji yang dilakukan mempunyai keterkaitan antara besar variasi butiran, sifat-sifat bahan, kadar air yang digunakan dan kepadatan maksimumnya. Hasil pengujian CBR dengan menggunakan puing beton menghasilkan nilai CBR yang tidak begitu tinggi. Hal ini kemungkinan disebabkan karena tidak adanya daya rekat antar butir sehingga antar gradasi tidak ada perekatan yang menyebabkan kepadatannya rendah. Oleh karena itu dimungkinkan untuk diadakan penelitian lanjutan dimana pada bahan puing beton tersebut dapat ditambahkan bahan perekat seperti kapur atau semen. Dalam penelitian ini terdapat banyak keterbatasan, seperti hanya menguji puing beton dari sisa benda uji crushing test, tetapi

tidak menguji puing dari sumber lain sebagai bahan lapis perkerkerasan pondasi atas *base course*. Keterbatasan yang lain adalah ada kemungkinan variasi butiran yang tidak sama pada saat memasukkan ke mold untuk uji CBR, sehingga dapat mempengaruhi nilai CBR. Juga pada saat pemadatan, dimungkinkan tinggi jatuh alat penumbuk tidak sama, adanya kelebihan maupun kurang dalam hitungan tumbukan, tidak meratanya tumbukan sehingga hal tersebut mempengaruhi kepadatan bahan.

KESIMPULAN

1. Material puing beton tidak dapat digunakan sebagai bahan pengganti batu pecah/sirtu pada lapisan pondasi atas *base course* jalan.
2. Untuk mendapatkan nilai CBR yang tinggi pada material puing beton, perlu ditambahkan perekat seperti kapur atau semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aly, Moh. Anas, 1983, *Perencanaan Perkerasan Jalan Raya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1986, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*, Pusat Litbang Prasarana Transportasi Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta
- National Association of Australian State Road Authorities, 1968, *Principles and Practice of Bituminous Surfacing*, Plant Mix Work press, Melbourne.
- Purwo Setianto, 1996, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta .
- Soedarsono dkk, 1985, *Konstruksi Jalan Raya*. Jakarta, Pekerjaan Umum, Jakarta
- Standar Nasional Indonesia, 1989, *Metode Pengujian CBR Laboratorium*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta:
- Wallace, Huger A, Martins J.R, 1967, *Asphalt Pavement Engineering*, Mc Graw-Hill Book Company, New York