

PENELITIAN PENDAHULUAN PENGGUNAAN BENDA UJI KUBUS BETON PADA PERKERASAN LENTUR *TYPE CEMENT TREATED BASE (CTB)*

Harry Patmadjaja, Suhartono Irawan

Dosen Fakultas Teknik & Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra

Richard Tanara, Fransisca Soeprajogi

Alumni Fakultas Teknik & Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra

ABSTRAK

Cement Treated Base (CTB) adalah salah satu type perkerasan lentur dengan menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat. Saat ini CTB belum umum digunakan di Indonesia sehingga teknik pembuatannya belum berkembang dan pengujiannya belum dibakukan.

AASHTO 1986 menggunakan cara *Unconfined Compressive Strength (UCS)* untuk pengujian CTB. Pengujian dilakukan pada benda uji berbentuk silinder dengan diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm, yang tidak umum digunakan di Indonesia. Di Indonesia lebih umum digunakan benda uji berbentuk kubus $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$.

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan di laboratorium untuk mencari hubungan antara kekuatan tekan benda uji bentuk kubus $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ dan UCS benda uji silinder diameter 7,1 cm dengan tinggi 14,2 cm. Dari penelitian ini dihasilkan suatu faktor pengali sebesar 0,65 untuk mengubah kuat tekan kubus menjadi UCS silinder.

Kata kunci : *cement treated base, unconfined compressive strength, benda uji.*

ABSTRACT

Cement Treated Base is a structural layer using Portland Cement as a bonding agent. Until now CTB is not commonly used in Indonesia, so the production method does not develop and the testing procedures is not standardized.

AASHTO 1986 specifies a testing procedure for CTB using Unconfined Compressive Strength (UCS). The sample used is a cylinder with diameter 7.1 cm and height 14.2 cm, which is not common in Indonesia. In Indonesia a $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ cube sample is more common.

This paper is a preliminary laboratory research to get the relation between the compressive strength of a $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ cube with the UCS of a 7.1 cm diameter and 14.2 cm height cylinder. The result shows that a 0.65 multiplication factor is needed to convert the cube compressive strength to the cylinder UCS.

Keywords: cement treated base, unconfined compressive strength, test sample.

PENDAHULUAN

Cement Treated Base (CTB) adalah bahan untuk lapis pondasi (*base course*) pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan merupakan pengembangan dari struktur *soil*

cement atau *agregate cement*. Walaupun cara pembuatan dan produk akhirnya berupa beton, namun CTB bukan merupakan pengembangan dari *rigid pavement*.

Dalam mengantisipasi pertumbuhan volume lalu lintas kendaraan berat pada daerah industri dan pelabuhan, perkerasan tipe CTB (*Cement Treated Base*) merupakan alternatif

Catatan: Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2001. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Dimensi Teknik Sipil Volume 3, Nomor 2 September 2001.

yang dapat digunakan untuk menggantikan perkerasan tipe *Asphalt Treated Base* (ATB).

Penggunaan semen sebagai bahan pengikat pengganti aspal pada perencanaan perkerasan lentur juga didasarkan pada nilai ekonomis, dimana akhir akhir ini harga aspal relatif lebih mahal, masalah yang dihadapi dalam penggunaan CTB di Indonesia adalah belum adanya standart yang ditentukan.

AASHTO 1986 [1] mensyaratkan pengujian CTB dengan melakukan pengujian *Unconfined Compressive Strength* (UCS) pada benda uji berbentuk silinder diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm. Benda uji seperti ini tidak umum dipakai di Indonesia. Persyaratan untuk lapis pondasi dengan menggunakan bahan pengikat semen harus memiliki kuat tekan sebesar 650 - 1000 psi atau 45,9 - 70,3 kg/cm² pada umur 7 hari dengan melakukan pengujian UCS [1]

Tujuan dari penelitian adalah mencari alternatif pengujian pengganti UCS dengan menggunakan uji kuat tekan beton bentuk kubus ukuran 15 x 15 x 15 cm³ yang sudah umum digunakan di Indonesia.

PROGRAM PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium bahan jalan Universitas Kristen Petra, dengan menggunakan 5 macam fraksi agregat dari leveransir seperti terlihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Fraksi Agregat yang Digunakan untuk Penelitian

Fraksi	Jenis dan Ukuran Agregat	Sumber
F1	Agregat Kasar : 20 - 30 mm.	Cipta Alam
F2	Agregat Kasar : 10 - 20 mm.	Cipta Alam
F3	Agregat Kasar : 5 - 10 mm.	Cipta Alam
F4	Agregat Halus : 0 - 5 mm.	Cipta Alam
F5	Pasir	Gunung Gangsirr

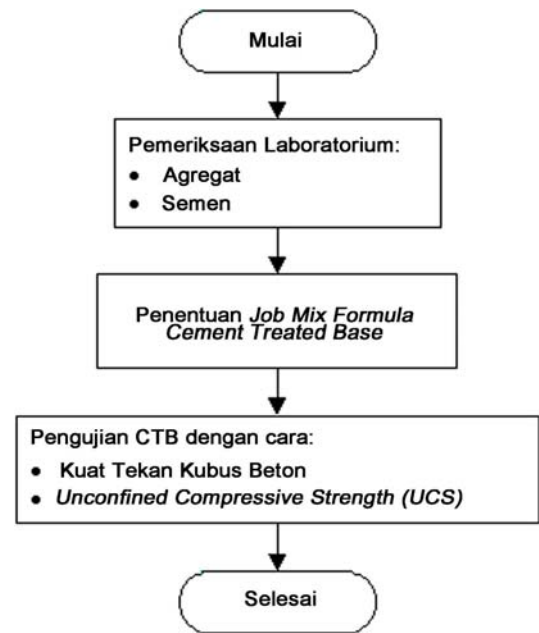
Untuk penentuan *job mix formula* agregat kasar dan halus digunakan spesifikasi dari Bina Marga [2] seperti tertera pada Tabel 2. berikut ini:

Tabel 2. Spesifikasi Agregat Kasar dan Halus untuk CTB [2]

Agregat Kasar		Agregat Halus	
Ayakan	% Lolos	Ayakan	% Lolos
2"	100	3/8"	100
1,5"	95 - 100	# 4	95 - 100
3/4"	35 - 70	# 16	45 - 80
3/8"	10 - 30	# 50	10 - 30
# 4	0 - 5	# 100	2 - 10

Pengujian kuat tekan kubus beton 15x15x15 cm³ dan UCS hanya dilakukan dengan menggunakan tiga (3) macam kadar semen sebesar 3%, 4% dan 5%, terhadap total berat agregat kering dan semen. Masing masing kadar semen tersebut dicampur dengan menggunakan tiga (3) macam kadar air sebesar 4%, 6% dan 8%, terhadap berat agregat kering. Untuk masing masing kadar air dibuatkan empat (4) buah sampel benda uji, sehingga didapatkan total sampel sebesar 72 buah benda uji.

Pelaksanaan penelitian dilaboratorium dilakukan seperti pada Gambar 1. berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian di Laboratorium

HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA DATA

Pembuatan *Job Mix Formula*

Komposisi campuran (*mix design*) antara agregat kasar dan halus yang digunakan beserta hasil perhitungannya dapat diikuti pada Tabel 3 dan 4 berikut ini :

Tabel 3. Hasil *Mix Design* Agregat Kasar

Ayakan	F2 (10-20)	F3 (5-10)	F4 (0-5)	Gabungan	Spesifikasi
	32%	53%	15%		
2"	32	53	15	100	100
1,5"	32	53	15	100	95 - 100
3/4"	0,54	36,63	15	52,17	35 - 70
3/8"	0,14	1,58	14,74	16,46	10 - 30
#4	0,14	0,63	3,70	4,47	0 - 5

Tabel 4. Hasil Ayakan Pasir (Agregat Halus)

Ayakan	Pasir	Spesifikasi
	100%	
3/8"	96,56	100
#4	92,48	95 - 100
#16	83,41	45 - 80
#50	28,33	10 - 30
#100	7,23	2 - 10

Penentuan Pemadatan (Jumlah Tumbukan) pada Benda Uji Kubus Beton

Penentuan jumlah tumbukan dari benda uji bentuk kubus 15x15x15 cm³ dilakukan dengan pedoman energi pemadatan dari *standard proctor* dan *modified proctor* yang sudah umum digunakan dalam perencanaan jalan.

Energi pemadatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus energi pemadatan [1] berikut ini:

$$E = \frac{N \cdot W \cdot S}{V}$$

- Dimana: E = Energi (ft lb/cu ft)
- N = Jumlah tumbukan.
- V = Volume. (cu ft)
- W = Berat hamer (lb).
- S = Tinggi jatuh hamer (ft).

Hasil perhitungan energi pemadatan *Proctor* untuk benda uji silinder diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm dapat dilihat di Tabel 5 [3] berikut ini:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Energi Pemadatan Proctor [3]

	<i>Standard Proctor</i>	<i>Modified Proctor</i>
Jumlah Tumbukan	3 x 56	5 x 56
Berat Hamer	5,5 lb	10 lb
Tinggi Jatuh	1 ft	1,5 ft
Diameter Cetakan	6 in	6 in
Tinggi Cetakan	4,584 in	4,584 in
Volume Cetakan	0,075 cu ft	0,075 cu ft
Energi Pemadatan	12320 ft lb/cu ft	56000 ft lb/cu ft

Dengan pedoman energi pemadatan benda uji silinder diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm yang ditunjukkan dalam Tabel 5, selanjutnya dapat dihitung jumlah tumbukan yang dibutuhkan untuk cetakan berbentuk kubus beton 15x15x15 cm³. Hasil perhitungan dapat dilihat di tabel 6 [3] berikut ini:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Jumlah Tumbukan Kubus Beton [3]

Jenis Pemadatan	Kubus Beton 15x15x15 cm ³			
	V (cu ft)	W (lb)	S (ft)	Jumlah Tumbukan
<i>Standard</i>	0,119	5,5	1	1 x 266
<i>Modified</i>	0,119	10	1,5	1 x 444

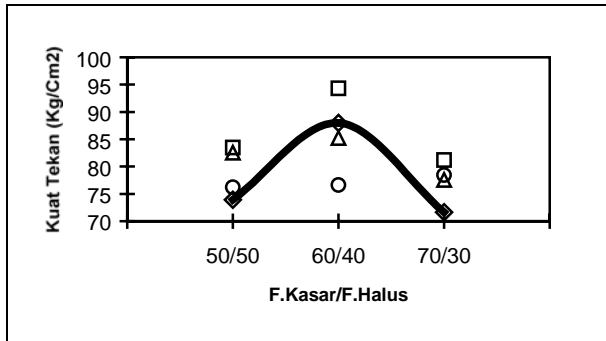
Pembuatan Benda Uji Kubus Beton 15x15x15 cm³

Benda uji kubus beton 15x15x15 cm³ dipadatkan dengan jumlah tumbukan seperti ditunjukkan dalam Tabel 6. Ditentukan prakiraan mula mula kadar semen sebesar 5% dan kadar air sebesar 6%, dengan menggunakan perbandingan antara fraksi kasar dan fraksi halus dengan tiga (3) macam variasi (50 :50 , 60 :40 , 70 :30). Hasil pengujian kuat tekan kubus beton dapat dilihat pada Tabel 7 [3] dan Bambar 2 [3] berikut ini:

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Kubus Beton dengan Kadar Semen 5% & Kadar Air 6%

No. Sampel	Ratio A. Kasar/A.Halus	Jumlah Tumbukan	Berat (gram)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	50/50	266	7622	39,91
2			7631	41,27
3			7615	37,64
4			7633	40,82
5	60/40	266	7608	46,71
6			7592	48,53
7			7676	49,89
8			7651	56,24
9	70/30	266	7630	42,63
10			7505	69,16
11			7604	48,98
12			7518	67,57
13	50/50	444	7615	82,54
14			7587	76,19
15			7641	83,45
16			7598	73,92
17	60/40	444	7680	85,26
18			7642	76,64
19			7667	94,33
20			7602	87,98
21	70/30	444	7595	77,55
22			7577	78,46
23			7580	81,18
24			7569	71,66

Pada Gambar 2 terlihat bahwa komposisi perbandingan Fraksi Kasar/Fraksi Halus 60/40 dengan pemadatan cara *modified proctor* merupakan komposisi campuran yang terbaik, sehingga untuk penelitian selanjutnya dalam menentukan kadar semen dan kadar air yang optimum digunakan komposisi campuran 60/40 ini.



Gambar 2. Hubungan Kuat Tekan Kubus Beton vs F.Kasar / F.Halus

Penentuan Kadar Semen dan Kadar Air untuk Benda Uji Kubus 15x15x15 cm³

Dengan menggunakan komposisi campuran Fraksi Kasar/Fraksi Halus 60/40 dan dengan pemadatan cara *modified proctor*, dibuat benda uji bentuk kubus 15x15x15 cm³ dengan kadar semen 3%, 4%, 5% dan dengan kadar air 4%, 6%, 8% untuk masing masing kadar semen dengan jumlah sampel 4 buah. Hasil pengujian kuat tekan kubus beton umur 7 hari dapat dilihat di Tabel 8 , 9 dan 10 [3] berikut ini:

Tabel 8. Hasil Kuat Tekan Kubus Beton dengan Kadar Semen 3%

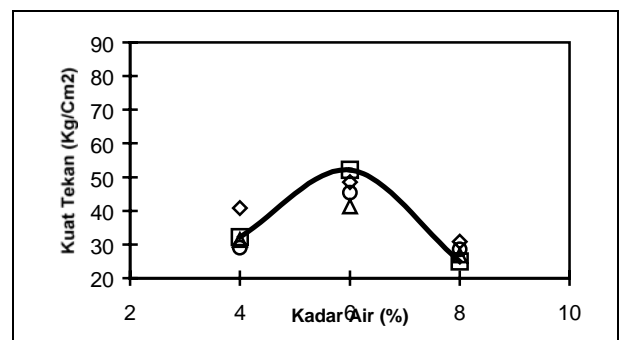
Kadar Air (%)	Berat (gram)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
4	7496,4	29,02
4	7467,1	32,20
4	7606,2	40,82
4	7502	31,29
6	7547,7	45,35
6	7649,2	52,15
6	7543,2	48,53
6	7532,6	41,27
8	7450,3	28,57
8	7444,9	24,94
8	7453,4	30,84
8	7449,1	26,76

Tabel 9. Hasil Kuat Tekan Kubus Beton dengan Kadar Semen 4%

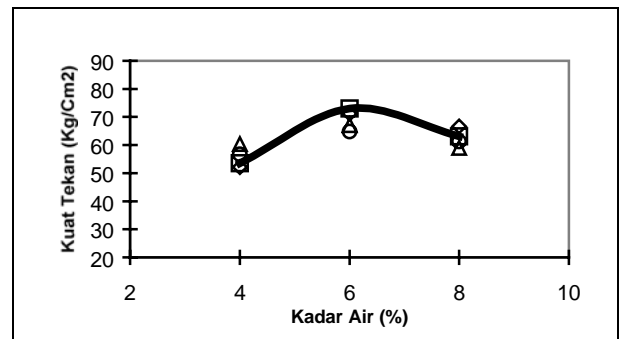
Kadar Air (%)	Berat (gram)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
4	7629,1	56,69
4	7589,4	52,15
4	7639,2	60,32
4	7611,7	53,51
6	7627,3	64,85
6	7667,2	71,20
6	7649,8	67,12
6	7652,6	73,02
8	7568,8	61,22
8	7602,2	66,67
8	7581,4	58,96
8	7596,9	63,04

Tabel 10. Hasil Kuat Tekan Kubus Beton dengan Kadar Semen 5%

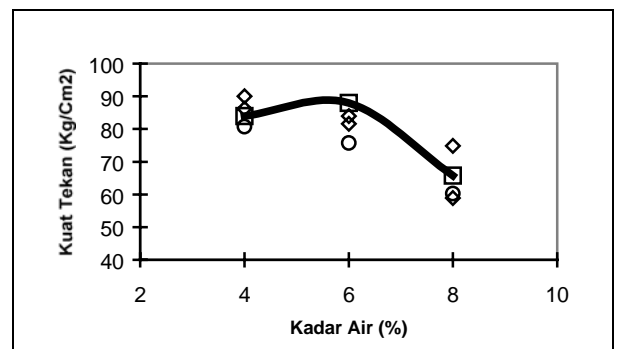
Kadar Air(%)	Berat (gram)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
4	7636,5	86,17
4	7779,0	90,70
4	7654,9	80,73
4	7698,2	83,90
6	7742,8	81,63
6	7708,2	83,90
6	7691,7	75,74
6	7749,4	87,98
8	7451,7	74,83
8	7412,9	58,96
8	7426,3	60,32
8	7447,8	65,76



Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan Kubus vs Kadar Air (Semen 3%)



Gambar 4. Hubungan Kuat Tekan Kubus vs Kadar Air (Semen 4%)



Gambar 5. Hubungan Kuat Tekan Kubus vs Kadar Air (Semen 5%)

Dari Gambar 3, 4 dan 5 diperoleh kadar air optimum dari 3 variasi kadar semen dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 11 berikut ini:

Tabel 11. Hasil dari Kadar Semen, Berat Volume dan Kadar Air Optimum

Kadar Semen (%)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm ²)	Berat Volume Rata ² (gr/cm ²)	Kadar Air Optimum (%)
3	47	2,27	5,8
4	69	2,28	6,3
5	86	2,28	4,6

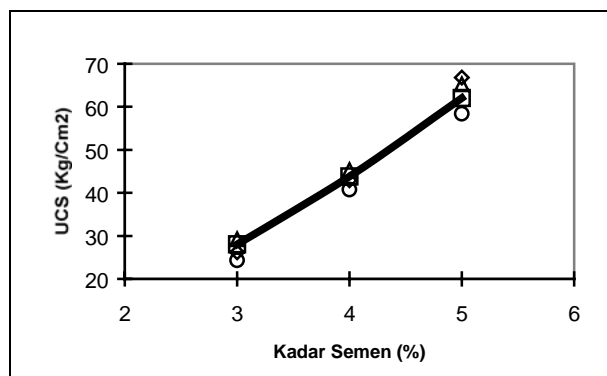
Pengujian *Unconfined Compressive Strength* (UCS)

Dengan menggunakan pedoman kadar air optimum dan berat volume rata rata dari hasil pengujian kubus beton di Tabel 11, dibuat benda uji berbentuk silinder dengan diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm untuk dilakukan pengujian UCS sesuai persyaratan AASHTO 1986 [1].

Hasil pengujian UCS dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 6 berikut ini:

Tabel 12. Hasil Uji *Unconfined Compressive Strength*

No. Sampel	Kadar Semen (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Volume (gr/cm ³)	Kuat Tekan (UCS) (kg/cm ²)
1	3	5,8	2,20	24,29
2	3	5,8	2,27	28,02
3	3	5,8	2,27	26,15
4	3	5,8	2,23	29,25
5	4	6,3	2,27	40,74
6	4	6,3	2,22	43,82
7	4	6,3	2,25	42,92
8	4	6,3	2,25	45,31
9	5	4,6	2,25	58,39
10	5	4,6	2,26	62,07
11	5	4,6	2,25	66,81
12	5	4,6	2,29	65,23



Gambar 6. Hubungan UCS Dengan Kadar semen

Hubungan Antara Kuat Tekan Kubus dengan *Unconfined Compressive Strength*

Dari hasil pengujian *Cement Treated Base* dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus beton 15x15x15 cm³ dan benda uji silinder diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm, selanjutnya dapat dibuatkan suatu hubungan dari kedua pengujian tersebut sehingga menghasilkan suatu angka faktor pengali, dimana faktor pengali ini nantinya dilapangan dapat digunakan sebagai pengali apabila dilapangan menggunakan benda uji yang berbentuk kubus 15x15x15 cm³, hubungan dari hasil pengujian kuat tekan kubus beton 15x15x15cm³ dengan kuat tekan silinder beton diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm dapat dilihat pada Tabel 13 berikut ini:

Tabel 13. Hubungan Antara Kuat Tekan Kubus vs Kuat Tekan Silinder (UCS)

Kadar Semen (%)	Kadar Air (%)	Kuat Tekan Kubus (kg/cm ²)	Kuat Tekan Silinder (UCS) (kg/cm ²)	Faktor Pengali
3	5,8	47	27,5	0,59
4	6,3	69	43	0,62
5	4,6	86	64	0,74
Faktor Pengali rata rata =				0,65

Dari Tabel 13 diperoleh koefisien faktor pengali sebesar 0,65 apabila digunakan benda uji berbentuk kubus 15x15x15 cm³.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pendahuluan ini dapat disimpulkan:

- ♦ Untuk kemudahan pengontrolan mutu dari *Cement Treated Base* di lapangan, diusulkan penggunaan benda uji berbentuk kubus 15x15x15 cm³ yang sudah umum digunakan di Indonesia.
- ♦ Untuk mengkonversikan hasil uji kuat tekan kubus beton 15x15x15 cm³ ke *Unconfined Compressive Strength* (UCS) pada benda uji silinder beton diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm seperti disyaratkan oleh AASHTO 1986 [1], dapat digunakan suatu koefisien faktor pengali sebesar 0,65.

DAFTAR PUSTAKA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), "*AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*", Washington, D.C., 1986.
2. Direktorat Jendral Bina Marga, Depertemen Pekerjaan Umum RI, "*Spesifikasi Umum Bina Marga*", Jakarta, 1993.
3. Tanara, R., dan Soeprajogi, F., "*Pengujian Nilai Struktur Cement Treated Base dan Asphalt Treated Base Diuji dengan Tarik Tak Langsung*", Skripsi, Tugas Akhir No 1011 S, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, 2000.