

Perencanaan campuran lapis pondasi hasil daur ulang perkerasan lama dengan semen

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan persyaratan, ketentuan bahan, peralatan laboratorium, perencanaan campuran dan cara penentuan kadar semen campuran hasil daur ulang perkerasan lama dengan semen, sebagai Lapis Pondasi dan Pondasi Bawah.

Jenis perkerasan yang didaur ulang mencakup perkerasan beraspal yang telah tua atau perkerasan tidak beraspal, tetapi tidak termasuk perkerasan beton semen.

2 Acuan normatif

SNI 03-1743-1989, *Metode pengujian kepadatan berat untuk tanah*

SNI-03-1966-1990, *Metode pengujian batas plastis tanah*

SNI 03-1967-1990, *Metode pengujian batas cair dengan alat Casagrande*

SNI 03-1968-1990, *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar*

SNI 03-1969-1990, *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*

SNI 03-1970-1990, *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus*

SNI 03-1971-1990, *Metode pengujian kadar air agregat*

SNI 03-2417-1991, *Metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*

SNI-03-3438-1994, *Tatacara pembuatan rencana stabilisasi tanah dengan semen portland untuk jalan*

SNI 03-6388-2000, *Spesifikasi agregat lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan*

SNI 03-6817-2002, *Metode pengujian mutu air untuk digunakan dalam beton*

SNI 03-6887-2002, *Metode pengujian kuat tekan bebas campuran tanah-semen*

SNI 06-2426-1991, *Metode pengujian sulfat dalam air dengan alat spektrofometer*

SNI 06-2431-1991, *Metode pengujian klorida dalam air dengan argentometrik mohr*

SII -13 - 1977, *Semen portland*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam pedoman ini sebagai berikut :

3.1

daur ulang

penggunaan kembali material perkerasan jalan yang ada untuk pekerjaan rehabilitasi atau rekonstruksi jalan



3.2 hidrasi

proses reaksi dengan air

3.3

Indeks Plastisitas (IP) atau *plasticity index*

batas cair dikurangi batas plastis

3.4

kuat tekan bebas (KTB) atau *unconfined compressive strength (UCS)*

besarnya tegangan maksimum pada waktu pengujian sampai contoh benda uji mengalami keruntuhan

4 Bahan

Bahan campuran terdiri atas bahan garukan perkerasan, semen dan air. Apabila bahan garukan tidak memenuhi persyaratan gradasi, maka harus ditambahkan agregat baru.

4.1 Bahan garukan perkerasan

Bahan garukan perkerasan digunakan sebagai agregat, diperoleh dari campuran lapis perkerasan lama yang digaruk dan dihancurkan hingga lolos saringan 1 ½ inci (37,50 mm) untuk lapis pondasi dan lolos saringan 2 inci (50 mm) untuk lapis pondasi bawah. Bahan garukan perkerasan harus kering udara.

4.2 Agregat baru

Agregat yang akan ditambahkan dapat berupa batu pecah, sirtu, sirtu pecah, slag, pasir, abu batu atau kombinasi dari beberapa bahan ini yang memenuhi persyaratan. Agregat baru terdiri dari agregat kasar dan halus.

4.2.1 Agregat kasar

4.2.1.1 Lapis pondasi

Agregat kasar yang tertahan pada ayakan No.8 (2,36 mm) dapat terdiri atas batu pecah, sirtu pecah atau slag yang keras, awet dan bersih. Agregat kasar yang berasal dari sirtu/kerikil, harus mempunyai paling sedikit satu bidang pecah.

4.2.1.2 Lapis pondasi bawah

Agregat kasar yang tertahan pada ayakan No.8 (2,36 mm) dapat terdiri atas agregat seperti butir 4.2.1.1 atau sirtu. Agregat kasar yang berasal dari sirtu/kerikil, tidak harus mempunyai bidang pecah.

4.2.2 Agregat halus

Agregat halus yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm) dapat terdiri atas pasir alam atau abu batu dan partikel halus lainnya yang bersih.

Fraksi yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) harus tidak lebih dari dua pertiga fraksi yang lolos saringan No.40 (0,425 mm).

4.3 Mutu agregat yang disyaratkan

Agregat harus bebas dari gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki dan memenuhi sifat-sifat yang diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan mutu agregat

Sifat-sifat	Agregat untuk Lapis Pondasi		Agregat untuk Lapis Pondasi Bawah	
	Kasar	Halus	Kasar	Halus
Keausan agregat dengan alat Abrasi, maksimum.*)	40%	-	50%	-
Indeks Plastisitas, IP, maksimum.	-	10%	-	10%

*) Pengujian agregat dilakukan terhadap agregat yang tidak terselimuti aspal dan atau agregat baru.

4.4 Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan tambah adalah semen Portland tipe I sesuai SII –13-1977.

4.5 Air

Air yang digunakan untuk mencampur, merawat atau penggunaan lainnya harus bebas dari minyak, sulfat dan klorida atau bahan lainnya yang merugikan terhadap hasil akhir. Ketentuan air yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Ketentuan air

No	Macam pengujian	Persyaratan	Cara pengujian
1	pH	4,5 – 8,5	SNI 06-2423-1991
2	Bahan organik	Maksimum 2000 ppm	SNI 03-6817-2002
3	Minyak mineral	<2% berat semen	SNI M68-1990-03
4	Kadar sulfat	<10000 ppm	SNI 06-2426-1991
5	Kadar klorida	<20000 ppm	SNI 06-2431-1991

5 Peralatan

Peralatan laboratorium yang digunakan dalam pengujian harus memenuhi persyaratan ketelitian dan kalibrasi. Peralatan meliputi :

- 1 set pengukur Berat Jenis agregat kasar dan halus
- 1 set pengukur Batas Cair Casagrande dan Batas Plastis
- 1 set saringan ukuran dari 2 inci (50 mm) hingga No.200 (0,075 mm)
- 1 set alat uji kepadatan berat
- 1 set alat uji kuat tekan bebas; ukuran tabung diameter 7 cm dan tinggi 14 cm
- Alat pengaduk dan alat bantu lainnya

6 Perencanaan campuran

Perencanaan campuran dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan kadar semen yang menghasilkan kekuatan campuran optimum dan memenuhi kriteria kekuatan campuran daur ulang perkerasan dengan bahan tambah semen. Pencampuran harus homogen.

6.1 Gradasi

Gradasi campuran bahan garukan atau kombinasi bahan garukan dan agregat baru sesuai dengan gradasi seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Gradasi campuran

Ukuran saringan (ASTM)	Persen berat yang lolos saringan	
	Lapis Pondasi	Lapis Pondasi Bawah
2" (50,0 mm)		100
1 1/2" (37,5 mm)	100	88 - 95
1" (25,0 mm)	79 - 85	70 - 85
3/8" (9,50 mm)	44 - 58	30 - 65
No.4 (4,75 mm)	29 - 44	25 - 55
No.10 (2,0 mm)	17 - 30	15 - 40
No.40 (0,425 mm)	7 - 17	8 - 20
No.200 (0,075 mm)	2 - 8	2 - 8

6.2 Kriteria kekuatan campuran

Kekuatan campuran akan meningkat sesuai dengan meningkatnya kadar semen yang ditambahkan, sehingga campuran dapat dipergunakan sebagai lapis perkerasan dengan kualitas sesuai kriteria kekuatan yang disyaratkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Kriteria kekuatan campuran daur ulang perkerasan dengan semen

Peruntukan	Kuat Tekan Bebas , pada umur 7 hari	
	M.Pa	Kg/cm ²
Lapis Pondasi	1,50 - 3,00	15 - 30
Lapis Pondasi Bawah	0,75 - 1,50	7,5 - 15

6.3 Penentuan kadar semen

6.3.1 Pengujian berat isi kering maksimum dan kadar air optimum

- Kadar semen dan air yang diperlukan harus ditunjukkan sebagai persentase terhadap berat total agregat;
- Tentukan 5 variasi kadar semen untuk 5 set benda uji dengan rentang antara 1,5% - 7,5% berat total agregat; dengan interval sama;
- Untuk berbagai variasi kadar semen; kadar air optimum perkiraan ditetapkan (umumnya pada rentang 5% - 8% terhadap berat total agregat; untuk kadar semen yang rendah dipilih kadar air perkiraan yang rendah, demikian pula kadar semen yang tinggi dipilih kadar air perkiraan yang tinggi pula);
- Siapkan benda uji agregat sesuai prosedur SNI 03-1743-1989 metode D;
- Bagilah setiap set benda uji agregat menjadi 6 bagian dan tiap bagian dicampur air dengan kadar air yang berbeda yang bervariasi antara 1-3%. Penambahan air diatur sehingga didapat 3 benda uji dengan kadar air kira-kira dibawah optimum dan 3 benda uji dengan kadar air kira-kira diatas optimum;
- Sebelum penambahan semen, tambahkan air sekitar 50% dari total yang diperlukan ke tiap benda uji agregat, aduk sampai merata; masing-masing benda uji dimasukkan kedalam kantong plastik, kemudian peram berkisar antara 18 - 24 jam;

- g) Setelah pemeraman, tambahkan semen dan air kekurangannya ke tiap benda uji, aduk sampai merata; kemudian segera lakukan pemadatan untuk menghindari proses hidrasi yang terlalu cepat;
- h) Tentukan berat isi kering maksimum dan kadar air optimum tiap benda uji agregat dan semen yang diperoleh dari percobaan Pemadatan Berat (SNI 03-1743-1989).

6.3.2 Pengujian kuat tekan bebas (KTB)

- a) Siapkan benda uji untuk pengujian KTB seperti butir 6.3.1.d), f) dan g), masing-masing 2 contoh dengan kepadatan maksimum dan kadar air optimum didapat dari percobaan pada butir 6.3.1.h). Benda uji untuk pengujian KTB dalam bentuk silinder berdiameter 7 cm dan tinggi 14 cm. Masing-masing benda uji dibungkus plastik lalu disimpan pada tempat pemeraman pada temperatur ruang masing-masing selama 7 hari. Guna menjaga kondisi tetap lembab, benda uji ditutup karung basah;
- b) Setelah pemeraman, lakukan pengujian kuat tekan bebas sesuai SNI 03-6887-2002.

6.3.3 Pemilihan kadar semen, kadar air optimum dan berat isi kering maksimum

- a) Gambarkan grafik hubungan antara kadar semen campuran dengan KTB setiap variasi kadar semen untuk menentukan kadar semen yang memberikan nilai KTB yang disyaratkan pada Tabel 4;
- b) Gambarkan grafik hubungan antara kadar semen campuran dengan kadar air optimum setiap variasi kadar semen untuk menentukan kadar air optimum campuran pada kadar semen yang dipilih;
- c) Gambarkan grafik hubungan antara kadar semen campuran dengan berat isi kering maksimum setiap variasi kadar semen untuk menentukan kepadatan kering maksimum campuran pada kadar semen yang dipilih.

Lampiran A



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PEKERJAAN UMUM
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PRASARANA TRANSPORTASI
Jl. A. H. Nasution 264 Kotak Pos 2 Ujungberung Telp. (022) 7802251-3 Fax. (022) 708052 - Bandung 40294 e-mail: pusjal@melsa.net.id

No. Contoh : 60% Bahan Garukan + 40% Agregat Baru + 3% Semen Dikerjakan : Iwan Riswan, BE
Contoh dari : Yogyakarta Dihitung : Paidjo
Pekerjaan : Daur Ulang Perkerasan Lama dengan Semen Digambar : Iwan Riswan, BE
Diperiksa : Sutarman, BE

PENGUJIAN KEPADATAN RINGAN/ BERAT
SNI-1742-1989-F / SNI-1743-1989-F

Ringan / Berat

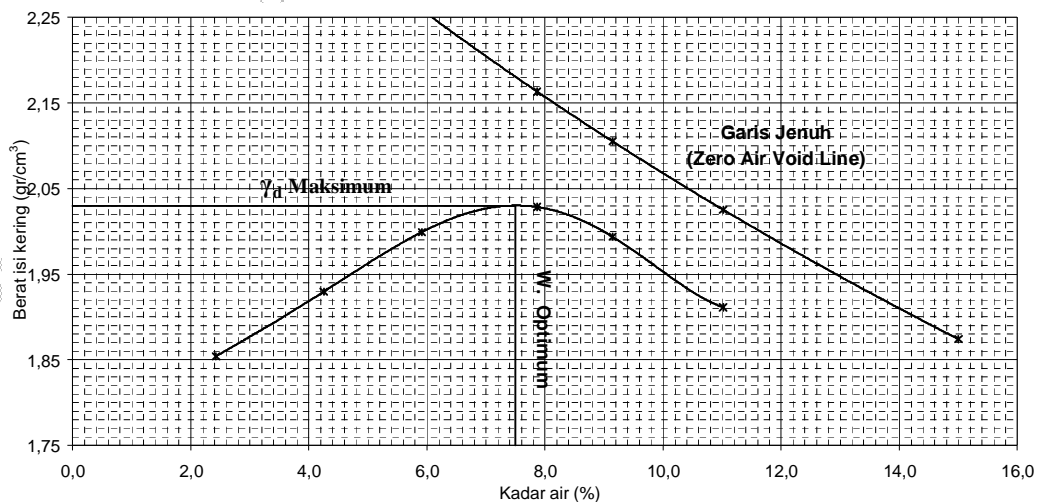
berat tanah basah (gr)						
kadar air mula (%)						
penambahan air (%)	2	4	6	8	10	12
penambahan air (cc)						

Berat isi

berat tanah + cetakan	6635	6878	7106	7258	7232	7115
berat cetakan	2545	2545	2545	2545	2545	2545
berat tanah basah	4090	4333	4561	4713	4687	4570
isi cetakan	2154	2154	2154	2154	2154	2154
berat isi basah (γ_s)	1,899	2,012	2,117	2,188	2,176	2,122
berat isi kering $\gamma_d = 100 \times \{\gamma_s / (100 + w)\}$	1,854	1,930	1,999	2,028	1,994	1,911

Kadar air

tanah basah + cawan	420,2	417,3	464,3	482,2	423,9	305,6
tanah kering + cawan	411,1	401,7	440,4	449,6	391,3	278,9
berat air	9,1	15,6	24,0	32,6	32,6	26,7
berat cawan	36,1	35,6	35,1	34,9	35,0	36,5
berat tanah kering	375,0	366,2	405,3	414,7	356,3	242,4
kadar air (%)	2,4	4,3	5,9	7,9	9,1	11,0



Catatan :
Berat jenis = 2,607
Kadar air optimum = 7,5 %
Berat isi kering maksimum = 2,030 gr/cm³
6 dari 12



Gambar 1

Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum





DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PEKERJAAN UMUM
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PRASARANA TRANSPORTASI
 Jl. A. H. Nasution 264 Kotak Pos 2 Ujungberung Telp. (022) 7802251-3 Fax. (022) 708052 - Bandung 40294 e-mail : pusjal@melsa.net.id

PROYEK : Daur Ulang Perkerasan Lama dengan Semen
 LOKASI : Yogyakarta
 NO. CONTOH : 60% Bahan Garukan + 40% Agregat Baru + Semen 3%
 Umur pemeraman 7 hari

DIKERJAKAN : Iwan Riswan, BE
 DIPERIKSA : Sutarman, BE

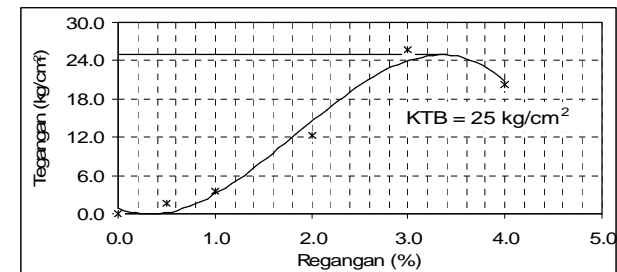
**PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH)
 SNI 03-6887-2002**

Waktu (menit)	REGANGAN		BEBAN			LUAS		
	Pembacaan Arloji	Regangan Arloji (%)	Pembacaan Arloji	Kalibrasi Cincin	Beban (kg)	Angka Koreksi	Luas Terkoreksi (cm ²)	Tegangan (kg/cm ²)
0	-	0.0	0	6.06	0.00	1.000	39.59	0.00
0.5	71	0.5	24		65.97	1.005	39.79	1.66
1	142	1.0	51		140.19	1.010	39.99	3.51
2	284	2.0	180		494.78	1.020	40.38	12.25
3	426	3.0	383		1052.78	1.031	40.82	25.79
4	568	4.0	305		838.37	1.042	41.25	20.32
5	710	5.0				1.053	41.69	
6	852	6.0				1.064	42.08	
7	994	7.0				1.075	42.56	
8	1136	8.0				1.087	42.03	
9	1278	9.0				1.099	43.51	
10	1420	10.0				1.111	43.98	
11	1562	11.0				1.125	44.50	
12	1704	12.0				1.137	44.97	
13	1846	13.0				1.149	45.49	
14	1988	14.0				1.162	46.04	
15	2130	15.0				1.172	46.56	
16	2272	16.0				1.190	47.11	
17	2414	17.0				1.205	47.71	
18	2556	18.0				1.219	48.30	
19	2698	19.0				1.234	48.89	
20	2840	20.0				1.249	49.48	

Berat isi kering mak	2.030 gr/cm ³	Kadar air optimum	7.50 %
Diameter contoh	7.10 cm	B. contoh basah+cawan	265.30 gr
Tinggi contoh	14.20 cm	B. contoh kering+cawan	248.40 gr
Luas semula	39.59 cm ²	Berat cawan	22.45 gr
Isi contoh	562.18 cm ³	Berat air	16.90 gr
Berat contoh	1140 gr	Berat contoh kering	225.95 gr
Berat isi	2.028 gr/cm ³	Kadar air	7.48 %

CATATAN

Alat nomor :
 Kalibrasi : kg/cm Contoh : Asli / Buatan



Gambar 2



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PEKERJAAN UMUM

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PRASARANA TRANSPORTASI

Jl. A. H. Nasution 264 Kotak Pos 2 Ujungberung Telp. (022) 7802251-3 Fax. (022) 708052 - Bandung 40294 e-mail: pusjal@melsa.net.id

DIKERJAKAN : Iwan Riswan, BE

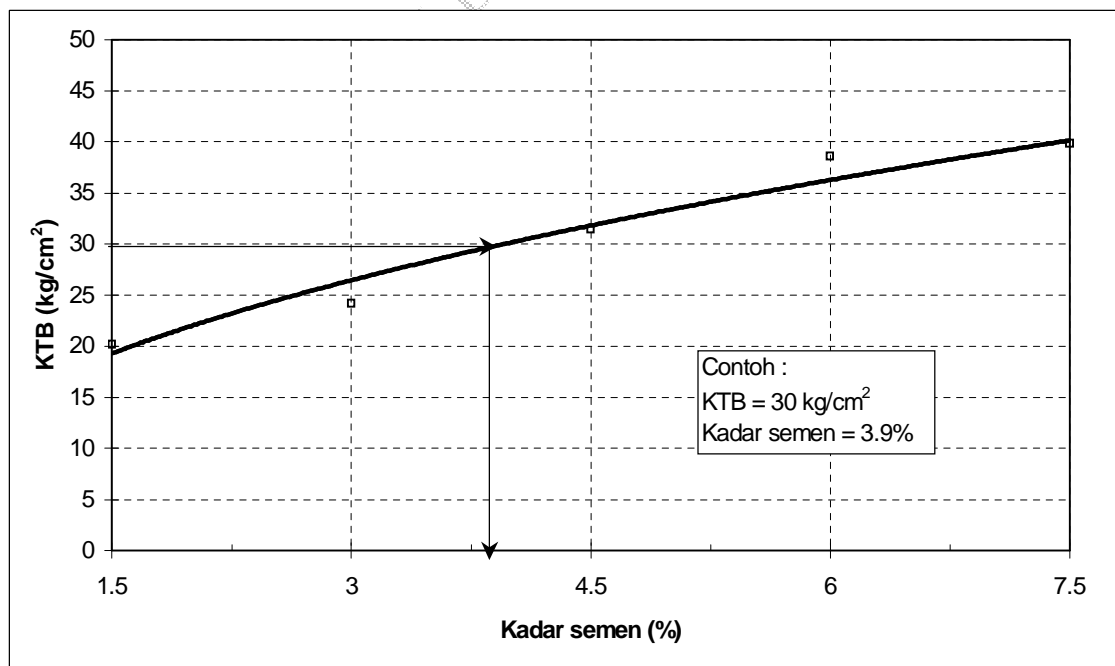
DIPERIKSA : Sutarman, BE

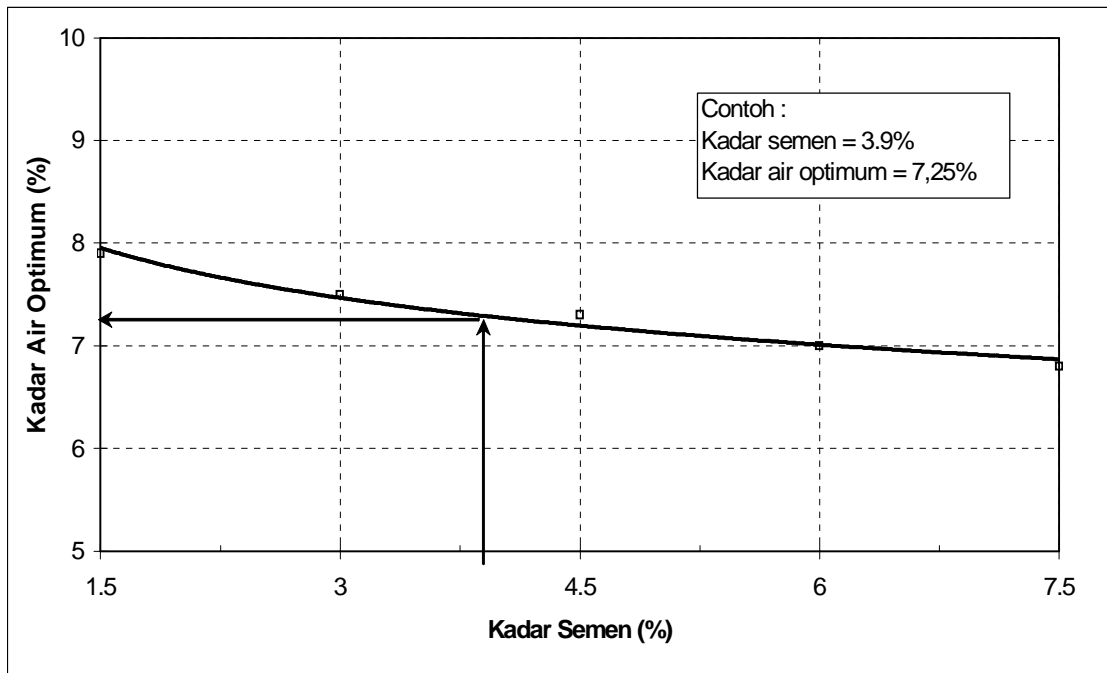
Contoh Perhitungan Jumlah Semen :

a. Berat contoh	= 6000.0 gr
b. Kadar air optimum	= 7.5 %
c. Kadar air yang ada	= 1.4 %
d. Kadar semen rencana percobaan	= 3.0 %
e. Berat contoh kering $\{(1/(1+c))\} \times a$	= 5920.1 gr
f. Berat semen $(d \times e)$	= 177.6 gr
g. Berat air yang ditambahkan $(b \times e) - c$	= 364.1 cc

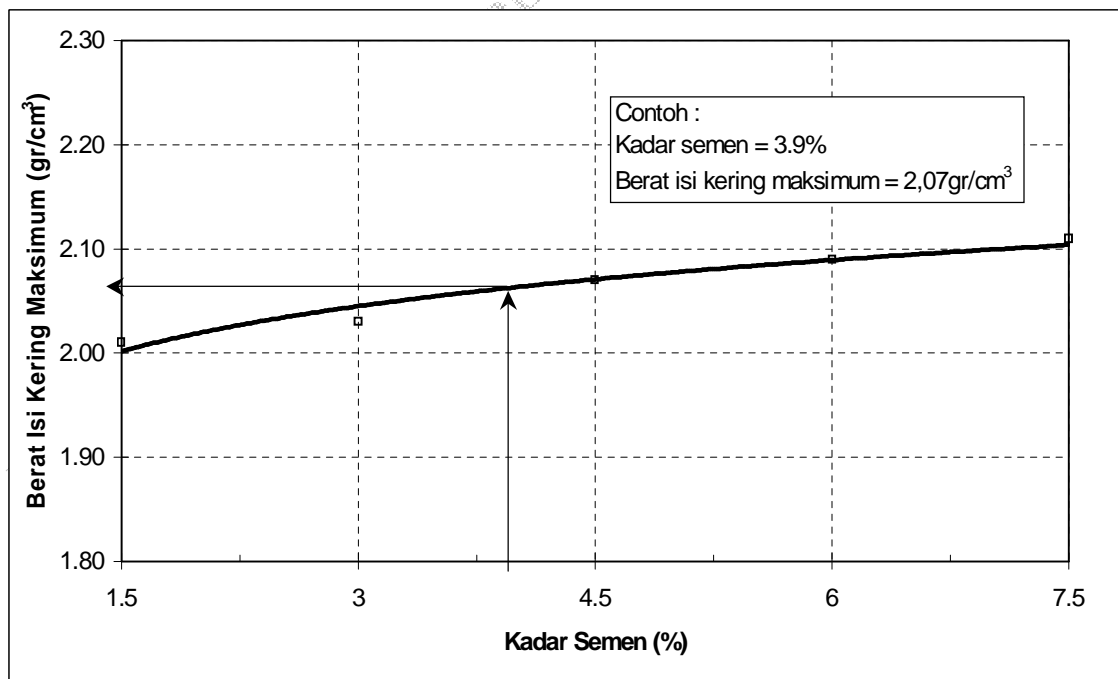
Tabel Contoh hasil pengujian KTB

No.	Kadar Semen (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Kering Maks (gr/cm ³)	Kuat Tekan Bebas (kg/cm ²)	Keterangan
1	1.50	7.90	2.01	20.21	Umur Pemeraman 7 hari
2	3.00	7.50	2.03	24.16	
3	4.50	7.30	2.07	31.45	
4	6.00	7.00	2.09	38.59	
5	7.50	6.80	2.11	39.87	

**Gambar 3 Contoh hubungan antara kadar semen dengan KTB**



Gambar 4 Contoh hubungan antara kadar semen dengan kadar air optimum



Gambar 5 Contoh hubungan antara kadar semen dengan berat isi kering maksimum

**Lampiran B
(informatif)****Daftar nama dan lembaga****1) Pemrakarsa**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Badan Penelitian dan Pengembangan ex Departemen Kimpraswil.

2) Penyusun

Nama	Instansi
DR. Djoko Widajat, MSc.	Pusat Litbang Prasarana Transportasi
Iwan Riswan, BE	Pusat Litbang Prasarana Transportasi
Sutarman, BE	Pusat Litbang Prasarana Transportasi
Paidjo	Pusat Litbang Prasarana Transportasi



Bibliografi :

1. Ausroads Inc. (1998). Guide to stabilisation in roadworks. Sydney. Australia.
2. Bofinger HE and Sullivan GA (1971). An investigation of cracking in soil-cement bases for roads. RRL Report LR 379. Crowthorne, Berkshire.
3. Bulman JN (1972). Soil stabilisation in Africa. TRRL Report LR 476. Crowthorne, Berkshire.
4. Departemen KIMPRASWIL (2002). Spesifikasi umum pembangunan jalan. Buku III. Jakarta.
5. Djoko Widajat dkk. (2002). Daur ulang beton aspal dengan bahan tambah semen. Laporan Penelitian. Pusat Litbang Prasarana Transportasi. Balitbang Permukiman dan Prasarana Wilayah. Bandung.
6. Epps JA, Little DN, Holmgreen RJ, Terrel RL (1980). Guidelines for recycling pavement materials. Transportation Research Board. National Research Council. Washington.
7. O'Reilly MP, Hitch LS and Pollard AE (1969). Investigations into road-building practice in the tropics studies of the mixing and compaction of cement stabilized bases on two road construction schemes in Sierra Leone. RRL Report LR 242. Crowthorne, Berkshire.
8. Pocock RG (1970). The use of cement-stabilized chalk in road construction. RRL Report LR 328. Crowthorne, Berkshire.
9. Sherwood PT (1968). The properties of cement stabilized materials. RRL Report LR 205. Crowthorne, Berkshire.
10. Sherwood PT (1993). Soil stabilization with cement and lime. Transport Research Laboratory. Department of Transport. United Kingdom.
11. Soemartono M. dan Muin S. (1992). Prospek penggunaan Semen Pozzolan Kapur (SPK) sebagai bahan stabilisasi tanah untuk jalan. Laporan Penelitian. Pusat Litbang Prasarana Transportasi. Balitbang Permukiman dan Prasarana Wilayah. Bandung.
12. Suherman dkk. (2000). Identifikasi tanah lunak untuk stabilisasi. Laporan Penelitian. Pusat Litbang Prasarana Transportasi. Balitbang Permukiman dan Prasarana Wilayah. Bandung.
13. Wirtgen GmbH (1998). Wirtgen cold recycling manual. Hohner Strabe 2. D-53578 Windhagen.

