

**PENELITIAN KEKUATAN TANAH
METODE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)
di SPBG Bogor 1 Bubulak JL KH R Abdullah bin Nuh**

Edi Barnas¹, Barian Karopeboka ¹

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Borobudur

ABSTRAK

Nilai CBR digunakan sebagai dasar perencanaan perkerasan timbunan jalan, besarnya tergantung dari kelas jalan yang dikehendaki. Semakin tinggi nilai CBR, menunjukkan kondisi tanah dasar semakin baik. Jika tanah asli mempunyai nilai CBR rendah, maka konstruksi jalan akan cepat rusak. Nilai CBR dapat ditingkatkan dengan pemadatan, pada pelaksanaannya mengacu nilai kadar air optimum (Optimum moisture Content) dan Berat Isi kering maksimum (Maximum Dry Density). Di Lokasi SPBG Bubulak, Nilai CBR tanah dasar jalan adalah 1,26 % ,termasuk katagori “buruk”. Maka agar mencapai nilai CBR 5 s/d 10 dengan kategori “Sedang” perlu dilakukan pencampuran dengan jenis tanah Pasir berlanau atau batu kapur, atau mengganti lapisan tanah ber CBR rendah dengan kualitas tanah yang lebih baik dari sumber lain.

1. PENDAHULUAN

Salah satu kekuatan konstruksi jalan, ditentukan oleh kualitas daya dukung tanah asli sebagai bahan dasar (subgrade). Cara mengetahui daya dukung tanah dasar jalan adalah dengan uji CBR (California Bearing Ratio).

Nilai CBR digunakan sebagai dasar perencanaan perkerasan timbunan jalan selanjutnya, tergantung dari kelas jalan yang dikehendaki.

Semakin tinggi nilai CBR, menunjukkan kondisi tanah dasar semakin baik. Jika tanah asli mempunyai daya dukung (kepadatan kering,CBR) rendah, maka konstruksi jalan akan cepat mengalami kerusakan.

Nilai CBR dapat ditingkatkan dengan pemadatan, yang dalam pelaksanaannya akan mengacu pada nilai kadar air optimum (Optimum moisture Content) dan Berat Isi kering maksimum (Maximum Dry Density). Namun jika nilai CBR nya tidak memenuhi daya dukung yang diperlukan, setelah dilakukan uji pemadatan laboratorium bermetoda proctor standar terhadap tanah asli, maka perlu dilakukan pencampuran atau penggantian dengan tanah yang lebih baik nilai CBR nya, mungkin dari lokasi lain.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara pengambilan sample tanah di lapangan untuk diuji (test) nilai CBR di laboratorium dengan menggunakan alat test CBR. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu test nilai CBR soaked dan nilai CBR unsoaked. Penelitian ini hanya dibatasi pada

¹ Dosen Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta

pemeriksaan nilai CBR laboratorium saja yang merupakan pedoman (acuan) saat pelaksanaan di lapangan.

Pada penelitian ini memberikan informasi berkait nilai CBR rencana, kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dari kondisi tanah di area SPBG.

2. TUJUAN

Untuk mengetahui kekuatan atau daya dukung tanah asli berdasar Nilai CBR nya dan dapat digunakan untuk langkah meningkatkan nilai CBR sesuai peruntukannya yaitu perkerasan jalan.

3. DASAR TEORI

CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1" / 0,2" dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1" / 0,2" tersebut. Harga CBR dinyatakan dalam persen. Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban Standar (Standard Load) dan dinyatakan dalam persentase. Nilai CBR dikembangkan untuk mengukur kapasitas daya dukung, beban tanah dan beban perkerasan jalan. Nilai CBR dapat diketahui dengan 2 metoda yaitu Lapangan & Uji Laboratorium. Dalam penelitian ini, CBR didapat dari Uji Laboratorium.

CBR hanya untuk jalan saja, dengan anggapan beban kendaraan adalah beban sementara (bukan beban tetap). CBR tidak untuk gedung, rumah, dan lain-lain (sebagai beban tetap), karena beban tetap juga menyebabkan settlement. Sedangkan CBR hanya untuk mengukur daya dukung tanah saja, tidak untuk penurunannya.

Umumnya, tegangan besar, terjadi di permukaan, kemudian semakin ke bawah, tegangan menurun. Sebagai contoh, pada kedalaman 25 cm, tegangan yang terjadi menurun $> \frac{1}{2}$ tegangan permukaan, dan pada kedalaman 50 cm, besar tegangan $\frac{1}{8}$ dari tegangan permukaan. (Wesley)

Semakin keras suatu material, semakin tinggi nilai CBR nya. Sebagai contoh, Tanah Pertanian umumnya mempunyai nilai CBR sekitar 3, Tanah Lempung Basah mempunyai nilai CBR 4.75, Pasir Lembab memiliki CBR 10, dan Agregat memiliki CBR > 80 .

Tanah dasar yang baik, untuk konstruksi perkerasan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi setempat atau dengan tambahan timbunan dari lokasi lain yang telah dipadatkan dengan tingkat kepadatan tertentu, sehingga mempunyai daya dukung yang mampu mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan, meski terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

3.1 CBR beberapa material & Jenis Tanah

Untuk sebuah konstruksi jalan secara umum digunakan beberapa material seperti agregat kasar (*coarse aggregate*), agregat halus (*fine aggregate*), pasir (*sand*), dan filler (*dust*) serta bahan pengikat aspal (*asphalt*). Oglesby dan Hick (1982), menyatakan bahwa bahan yang paling umum untuk lapisan jalan dan strukturnya adalah batu pecah, batu kerikil yang dipecah dan pasir. Sukirman (1999) menyatakan bahwa gradasi agregat merupakan distribusi partikel-

partikel agregat berdasarkan ukuran dan merupakan hal penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Spesifikasi campuran dari gradasi rapat tipe IV diperlihatkan pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 : Spesifikasi Agregat Bergradasi Rapat Tipe IV

No.	Saringan	Ukuran (mm)	Persen lolos (%)
1.	3/4"	19,05	100
2.	1/2"	12,7	80-100
3.	3/8"	9,52	70-90
4.	No. 4	4,76	50-70
5.	No. 8	2,38	35-50
6.	No. 30	0,59	18-28
7.	No. 50	0,279	13-23
8.	No. 100	0,149	8-16
9.	No. 200	0,074	4-10

Sumber: Dairi, 1995

Menurut Krebs dan Walker (1971), gradasi merupakan kunci utama dari sifat-sifat agregat. Berbagai macam metode dalam menyatakan distribusi ukuran agregat telah ditemukan. Salah satu dari metode tersebut adalah dengan menggunakan Rumus Fuller yaitu:

$$P = 100(d / D)^n \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

P = Persen lolos saringan

d = Ukuran agregat yang sedang diperhitungkan

D = Ukuran maksimum dari agregat

n = Koefisien (0,45 – 0,5 untuk gradasi menerus)

Semakin keras suatu material, semakin tinggi nilai CBR nya. Demikian pula dengan jenis tanah, berkait dengan sifat butirannya, yaitu tanah berbutir kasar memiliki nilai CBR lebih besar dibanding berbutir halus. Pada tabel 2 & 3 berikut terlihat nilai CBR tersebut.

Tabel 2 : Jenis Tanah Klasifikasi USC dan Nilai CBR

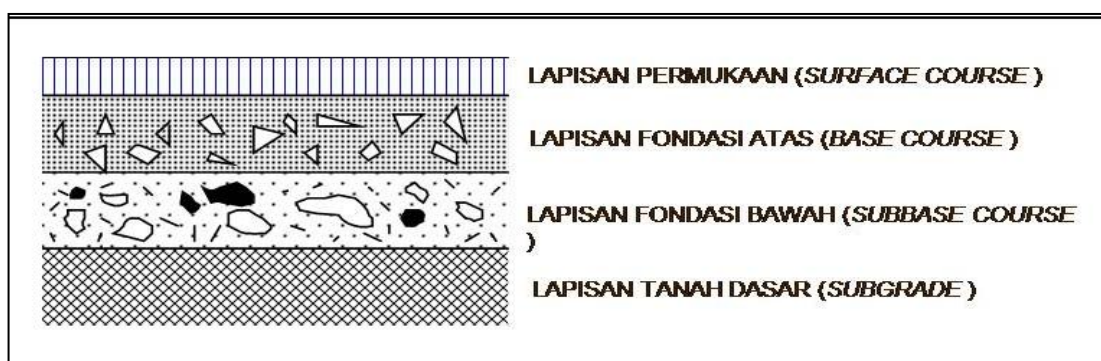
General Soil Type	USC Soil Type		CBR Range (%)
Course – Grained Soils (Berbutir Kasar)	GW	Kerikil	40 – 80
	GP		30 – 60
	GM		20 – 60
	GC		20 – 40
	SW	Pasir	20 – 40
	SP		10 – 40
	SM		10 - 40
	SC		5 – 20
Fine – Grained Soils (Berbutir Halus)	ML	Lanau Inorganik	< 15
	CL (LL < 50 %)	Lempung Inorganik	< 15
	OL	Lanau Organik	< 5
	MH	Lanau Inorganik	< 10
	CH (LL > 50 %)	Lempung Inorganik	< 15
	OH	Lempung organik	< 5

Tabel 3 : Nilai CBR Material Tanah yang dikenal Umum

Material	CBR %
• Agregat pecah padat-bergradasi biasanya digunakan untuk pondasi perkerasan	100
• Agregat alami padat-bergradasi biasanya digunakan untuk pondasi perkerasan	80
• Batu Kapur	80
• Pasir campuran	50 – 80
• Pasir berbutir kasar	20 – 50
• Pasir berbutir halus	10 – 20
• Tanah Lempung	<3

3.3 Susunan Lapisan Jalan

Berikut diberikan Susunan lapisan jalan dan nilai CBR , agar mampu mendukung beban yang melaluinya :



Gambar 1 : Susunan Lapisan Jalan

Tabel 4 : Nilai CBR bersesuaian dengan susunan lapisan jalan

	CBR in Base	CBR is Subbase	CBR in Subgrade
Excellent	100	50	-
Good	80	40	12+
Fair	-	30	9 – 12
Poor	50	-	4 – 8
Very poor	-	-	<4

Tabel 5 : Standar Lapisan Perkerasan Jalan

CBR	General Rating	Uses
0-3	Very poor	Sub-grade
3-7	Poor to fair	Sub-grade
7-20	Fair	Sub-base
20-50	Good	Base of sub-base
> 50	Excellent	Base

Tabel 6 : Kriteria CBR untuk Tanah Dasar Jalan (subgrade)
(Turnbul, 1968 dalam Raharjo,1985)

Section	Material	Nilai CBR (%)
Subgrade	Sangat Baik	20 -30
	Baik	10 - 20
	Sedang	5 - 10
	Buruk	< 5

2.3 Kepadatan dan Daya Dukung Tanah

Menurut Sukirman (1999), beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapisan perkerasan melalui roda-roda kendaraan selanjutnya disebarkan ke lapisan-lapisan di bawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapisan perkerasan tetapi juga tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase dan lain-lain. Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi mengalami perubahan kadar air kecil dan mempunyai daya dukung yang lebih besar jika dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah. Tingkat kepadatan dinyatakan dalam persentase berat volume kering (g_k) tanah terhadap berat volume kering maksimum ($maks\ g_k$).

Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan pemeriksaan kepadatan standard (*Standard Proctor*) sesuai dengan AASHTO T99-74 atau PB-0111, atau dengan menggunakan pemeriksaan kepadatan berat (*Modified Proctor*) sesuai AASHTO T180-7 atau PB-0112-76. Daya dukung tanah dasar pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928 (Sukirman, 1999). CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1" / 0,2" dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1" / 0,2" tersebut. Harga CBR dinyatakan dalam persen. Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

2.4 Penentuan CBR

Menurut Sukirman (1999), alat percobaan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inch². Piston digerakkan

kecepatan 0,05 inch/menit, vertikal ke bawah yang disebut dengan Proving Ring. Proving ring digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (*dial*). Beban yang dipergunakan untuk melakukan penetrasi bahan standar diperlihatkan berikut :

Tabel 7 : Besarnya Beban dipergunakan/dibutuhkan untuk melakukan Penetrasi Bahan Standar

<u>Pentrasi</u> Inch	<u>Beban Standar</u> Ibs	<u>Beban Standar</u> Ibs/inch ²
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

Sumber : Sukirman (1999)

4. METODA PELAKSANAAN

Lingkup pekerjaan meliputi :

4.1 Pengambilan Sample di Lapangan

Pengambilan contoh tanah terganggu (*disturb sample*) dengan mengambil tanah $\pm$ 35 kg dari lubang galian sedalam $\pm$ 30 cm dengan luasan menyesuaikan. Identifikasi dilakukan secara visual dan selanjutnya tanah digunakan uji di laboratorium. Lokasi pengambilan sampel adalah di rencana SPBG BOGOR 1 Bubulak Bogor.

4.2 Uji Kompaksi Standar

Uji kompaksi dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (Optimum moisture Content) dan Berat Isi kering maksimum (Maximum Dry Density). Uji kompaksi dilakukan pada tanah yang sudah dipersiapkan kering udara dan lolos ayakan No. 4.

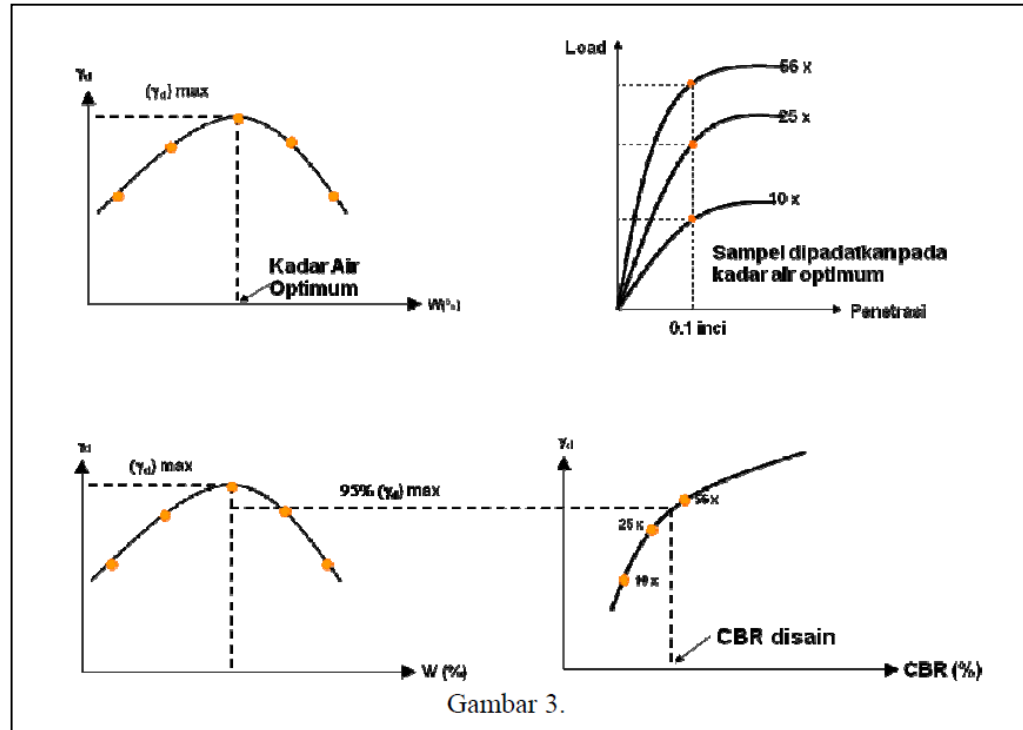
4.3 Uji CBR

California bearing ratio (CBR) adalah perbandingan antara beban yang sanggup dipikul tanah terhadap beban standard pada tingkat penurunan tertentu. Sampel disiapkan pada *mold* CBR dengan memperkirakan kadar airnya mendekati kadar air optimum. Kemudian sampel dipadatkan dengan tiga variasi, yaitu 15, 25, dan 55 tumbukan. Kemudian sampel ditekan dengan mesin penekan dan selanjutnya dihitung nilai CBR-nya pada penetrasi 0,1 inch dan 0,2 inch. Jika nilai CBR 0,2 inch lebih besar dari CBR 0,1 inch, maka pengujian diulang, dan jika hasil pengulangan tetap memberikan hasil yang sama, maka CBR yang dipakai adalah CBR 0,2 inch .

4.4 CBR Rencana

CBR rencana diukur dari data kompaksi standar pada tiap-tiap tanah dihubungkan dengan data uji CBR laboratorium yang telah direndam (CBR soaked) dan tanpa rendaman (Unsoaked Design CBR) pada jenis tanah yang

sama, kemudian ditentukan nilai persentase kepadatan yang disyaratkan (95% $\hat{W}_d$ -max). Dari nilai kepadatan 95% ditarik garis ke grafik CBR dan akan didapatkan nilai CBR rencana (Gambar 3)..



Gambar 2 : CBR Rencana

4.4.1 CBR Lapangan

Sukirman (1999) menyatakan bahwa CBR Lapangan sering disebut CBR inplace atau field CBR yang gunanya untuk :

- Mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu namun digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.
- Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan untuk tujuan ini tidak umum digunakan, lebih sering menggunakan pemeriksaan yang lain seperti sand cone dan lain-lain.

4.4.2 CBR Rencana

CBR rencana disebut juga CBR laboratorium atau design CBR. Tanah dasar (subgrade) pada konstruksi jalan baru merupakan tanah asli, tanah timbunan, atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. Berarti nilai CBRnya adalah nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dibuatkan mewakili tanah tersebut setelah

dipadatkan. CBR ini disebut CBR rencana titik dan karena disiapkan di laboratorium, disebut juga CBR laboratorium (Sukirman, 1999). CBR laboratorium dapat dibedakan atas 2 macam yaitu CBR laboratorium rendaman (soaked design CBR) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (unsoaked design CBR).

4.5 Uji Pemadatan di Laboratorium

Bowles (1991) menjelaskan bahwa pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan material dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Di laboratorium benda uji untuk mendapatkan pengendalian mutu, dipadatkan dengan menggunakan daya tumbukan atau dinamik, alat penekan, atau tekanan statik yang menggunakan piston dan mesin tekanan. Selanjutnya Ismail (1995) menyajikan formula untuk menghitung energi tumbukan yaitu :

$$CE = b.t.j \frac{I}{v} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- b = berat penumbuk (hammer), kg
- t = tinggi jatuh penumbuk hammer, m
- j = jumlah tumbukan per lapisan
- I = jumlah lapisan
- v = volume tabung cetak (mold), m³

2.6 Rencana Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan berfungsi sebagai tumpuan rata-rata, permukaan yang rata menghasilkan jalan pesawat yang stabil dan ditinjau dari fungsinya harus dijamin bahwa tiap-tiap lapisan dari atas ke bawah cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami perubahan karena tidak mampu menahan beban (Ashford dan Wright, 1979). Perkerasan lentur terdiri dari lapisan permukaan, lapisan pondasi, dan lapisan pondasi bawah, masing-masing bisa satu lapis atau lebih. Semuanya digelar di atas tanah asli yang dipadatkan yang disebut subgrade, subgrade bisa terletak di atas timbunan atau galian. Lapisan permukaan terdiri dari campuran aspal dan agregat, mempunyai rentang ketebalan 5 cm atau lebih. Fungsi utamanya adalah untuk memberikan permukaan yang rata dan operasi lalu lintas yang aman, untuk memikul beban yang bekerja serta menyebarkan beban tersebut ke lapisan-lapisan di bawahnya (Basuki, 1986).

Menurut Basuki (1986), ada beberapa metode dalam perencanaan perkerasan antara lain :

- Metode US Cooperation of Engineers, lebih dikenal dengan metode CBR.
- Metode Federal Aviation Administration (FAA)
- Metode Load Classification Number (LCN)
- Metode Asphalt Institute
- Metode Canadian Department of Transformation

Menurut Basuki (1989), dalam merencanakan tebal perkerasan total di atas subgrade berdasarkan nilai CBR dapat digunakan metode *US Corps Of Engineers* dengan menggunakan rumus empiris sebagai berikut :

$$T = (8.71 \log R + 5.43) \sqrt{P \frac{1}{8.1 CBR} - \frac{1}{450.S}} \dots\dots\dots(3)$$

di mana :

T = Tebal perkerasan total (mm) di atas subgrade

R = Jumlah ESWL yang bekerja (beban repetisi)

S = Tekanan roda (ban) dalam Mpa

P = ESWL dalam Kg

Untuk membedakan lapisan-lapisan perkerasan digunakan koefisien faktor equivalent material dari AASHTO, di mana masing-masing koefisien faktor equivalent material dibandingkan satu sama lain sehingga nantinya hasil perbandingan tersebut dikalikan dengan tebal masing-masing lapisan. Tebal lapisan base diperoleh berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan total di atas subgrade (persamaan 3) dikurangi dengan hasil perbandingan masing-masing lapisan. Koefisien faktor equivalent material diperlihatkan pada Tabel berikut :

Tabel 8 : Koefisien Faktor Equivalent Material

Material	Koefisien
Beton aspal (AC)	0.017
Batu pecah atau kerikil (CSB)= Crushed Stone base)	0.0055
Cement treated base (CTB)	0.091

Sumber: Basuki (1986)

5. HASIL UJI LABORATORIUM

Dari Uji Laboratorium didapat Nilai CBR : 1,26 %, termasuk Kategori “buruk” untuk Lapisan Tanah Dasar (Subgrade), mengacu Tabel Turbull 1968 dalam Raharjo 1985), diatas.

Tabel 9 : Hasil Uji Laboratorium

SUMMARY OF LABORATORY TEST					
PROJECT : SPBG BOGOR 1					
LOCATION : BUBULAK - BOGOR					
Sample No.			TP. 1		
Depth m					
Specific Gravity			2,66		
GRADATION	PASSING SIEVE	%			
	No. 4 (4.75 mm)	%	99,42		
	No. 40 (0.425 mm)	%	54,01		
	No. 200 (0.075 mm)	%	27,99		
Liquid Limit LL			%	NP	
Plastic limits PL			%		
Plasticity Index PI			%		
Classification			SAND		
OMC			%	21,28	
MDD			gr/cc	1,583	
CBR Value (Soaked)	No. Blows	55	%	2,20	
		25	%	1,07	
		15	%	0,77	
	CBR DESIGN		%	1,26	
CBR Value (Unsoaked)	No. Blows	55	%	2,20	
		25	%	1,79	
		15	%	0,98	
	CBR DESIGN		%	1,89	

6. PEMBAHASAN

Pada perhitungan nilai ratio CBR subgrade di atas digunakan nilai CBR terkecil dari ke 4 sample dari masing-masing titik. Hal ini dikarenakan dalam pelaksanaan di lapangan biasanya untuk mendisain tebal perkerasan sering diambil nilai CBR terendah dari nilai CBR yang dihasilkan dari beberapa benda uji dan biasa diambil dari benda uji soaked. Pengambilan nilai tersebut dengan asumsi bahwa saat terjadinya hujan atau genangan air hujan, akan menyebabkan lapisan tanah dasar terendam oleh air sehingga daya dukung tanah dasar (nilai CBR) akan terjadi penurunan nilai. Penggunaan nilai CBR subgrade yang nilainya terkecil (pada perencanaan tebal perkerasan) dari beberapa sample hasil pengujian laboratorium bertujuan agar kekuatan konstruksi jalan menjadi aman dari beban yang berkerja pada jalan tersebut nantinya. Jika nilai CBR kecil akan menghasilkan lapis tebal perkerasan semakin besar (tebal). Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh ratio nilai CBR subgrade, antara nilai CBR soaked dengan nilai CBR unsoaked sebesar

$(1,26/1,89) = 0,7$ yang berarti besarnya nilai CBR unsoaked 0,7 kali lebih besar dari nilai CBR soaked. Dari perbandingan yang didapatkan terlihat bahwa untuk merencanakan tebal perkerasan dengan menggunakan nilai CBR unsoaked, harus menggunakan 0,7 kali nilai CBR soaked. Pada perhitungan tebal perkerasan total di atas juga terlihat bahwa nilai tebal perkerasan total dengan menggunakan nilai CBR soaked adalah 1893 mm, sedangkan menggunakan nilai CBR unsoaked adalah 1545 mm. Ternyata perbedaan nilai CBR di atas 5,64 kali nilai CBR soaked, menghasilkan perbedaan nilai total tebal perkerasan yang besar pula ($1893 / 1545 = 1,22$).

Sebagaimana diketahui bahwa dalam merencanakan tebal perkerasan jalan raya semakin besar nilai CBR yang digunakan semakin tipis tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan, sebaliknya semakin kecil nilai CBR yang digunakan semakin besar (tebal) lapisan perkerasan yang dibutuhkan. Pada tabel di atas juga terlihat bahwa nilai CBR terbesar unsoaked hampir mencapai nilai CBR maximum yaitu 94,30% (CBR max = 100%). Dapat dikatakan bahwa nilai CBR subgrade untuk jalan memiliki nilai kualitas sesuai dengan beban yang dilayani.

7. KESIMPULAN

- a. Dari hasil pengujian diketahui bahwa nilai CBR untuk tanah dasar jalan 1,26 % yang termasuk katagori “buruk”.
- b. Untuk mencapai nilai CBR 5 s/d 10 dengan kategori “Sedang” perlu dilakukan pencampuran dengan jenis tanah Pasir berlanau atau batu kapur, atau mengganti lapisan tanah ber CBR rendah dengan kualitas tanah yang lebih baik dari sumber lain.
- c. Tebal perkerasan total dengan menggunakan nilai CBR soaked adalah 1893 mm, sedangkan menggunakan nilai CBR unsoaked adalah 1545 mm, perbedaan nilai CBR subgrade di atas 1,22 kali nilai CBR soaked menghasilkan perbedaan nilai total tebal perkerasan yang besar pula ($1893 / 1545 = 1,22$).

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1990, *Standard Spesification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 15th ed. Washington, D.C
- Ashford, N and Paul H.Wright , 1979, *Airport Engineering*, John Wiley and Sons Inc, Canada
- Basuki, H, 1986, *Merancang Merencanakan Bandara*, Penerbit Alumni, Bandung
- Bowles, J.E. 1992. *Engineering Properties of Soils and their Measurements*, McGrawHill Pub, USA.
- Braja M. Das. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip - Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga, Jakarta.
- Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, *Metode Uji CBR Laboratorium*, SNI 1744:2012
- Dairi G, 1995, *Bahan Perkerasan Jalan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Kementrian Pekerjaan Umum. (2010). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.

Krebs, R.D and Walker, R.D., 1971, Highway Materials, Mc Graw Hill Inc., USA

Oglesby, C.H.and R.G. Hick, 1982, Highway Engineering, 4th ed. Willey and Sons, New York

Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung

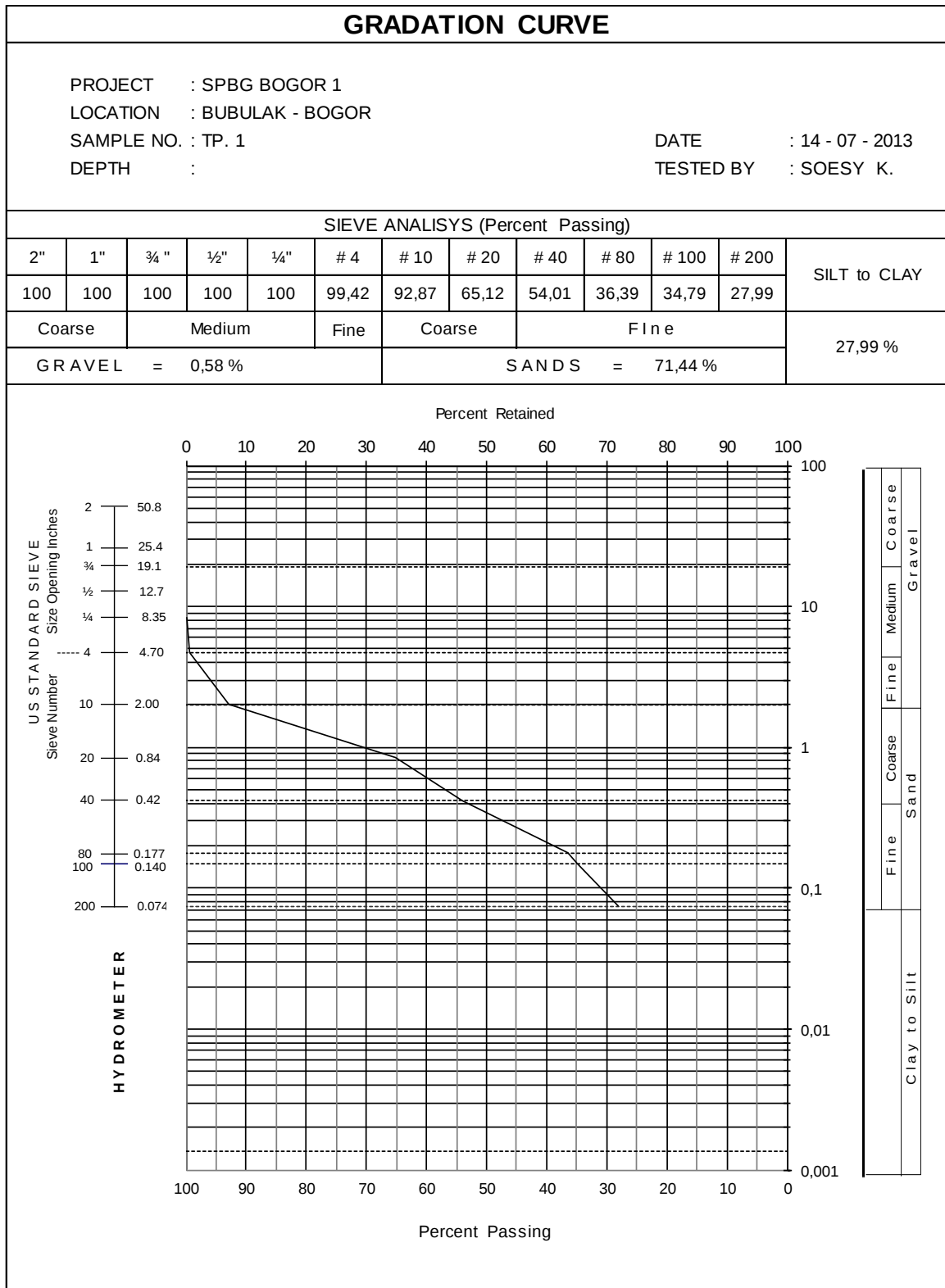
Wesley, LD. 1977. Mekanika Tanah cetakan VI. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

LAMPIRAN

SUMMARY OF LABORATORY TEST						
PROJECT : SPBG BOGOR 1						
LOCATION : BUBULAK - BOGOR						
Sample No.				TP. 1		
Depth m						
Specific Graviaty				2,66		
GRADATION	PASSING SIEVE		%			
	No. 4 (4.70 mm)		%	99,42		
	No. 40 (0.425 mm)		%	54,01		
	No. 200 (0.075 mm)		%	27,99		
Liquid Limit LL			%	NP		
Plastic limits PL			%			
Plasticity Index PI			%			
Classification				SAND		
OMC			%	21,28		
MDD			gr/cc	1,583		
CBR Value (Soaked)	No. Blows	55	%	2,20		
		25	%	1,07		
		15	%	0,77		
CBR DESIGN			%	1,26		
CBR Value (Unsoaked)	No. Blows	55	%	2,20		
		25	%	1,79		
		15	%	0,98		
CBR DESIGN			%	1,89		

SPECIFIC GRAVITY						
PROJECT : SPBG BOGOR 1			DATE : 13 - 10 - 2015.			
LOCATION : BUBULAK - BOGOR			TESTED BY : EUIS S			
SAMPLE NO.	TP. 1					
LOCATION						
No. of Picnometer	1	2				
Weight of Picnometer (gr)	70,98	72,39				
Weight of Picnometer + water (gr)	154,86	157,33				
Weight of Picnometer + sample (gr)	81,15	82,45				
Weight of Picno. + water + sample (gr)	161,21	163,61				
Weight of sample (gr)	10,17	10,06				
SPECIFIC GRAVITY	2,662	2,661				
AVERAGE	2,66					

MOISTURE CONTENT (W _n)						
PROJECT : SPBG BOGOR 1			DATE : 13 - 10 - 2015.			
LOCATION : BUBULAK - BOGOR			TESTED BY : EUIS S			
Tare no.	91	15				
Weight Wet Soil + Tare	66,04	61,52				
Weight Dry Soil + Tare gr	59,17	55,11				
Weight Tare gr	14,10	14,64				
Weight Water gr	6,87	6,41				
Weight Dry Soil gr	45,07	40,47				
Moisture Content %	15,24	15,84				
AVERAGE	15,54					



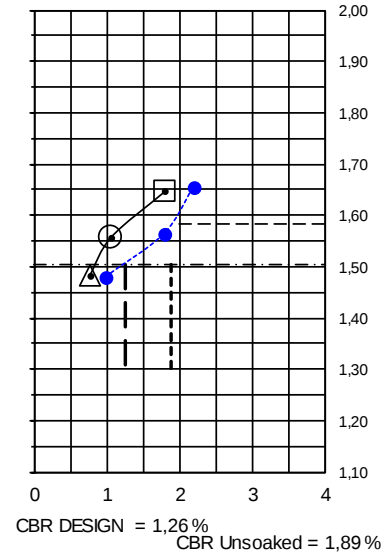
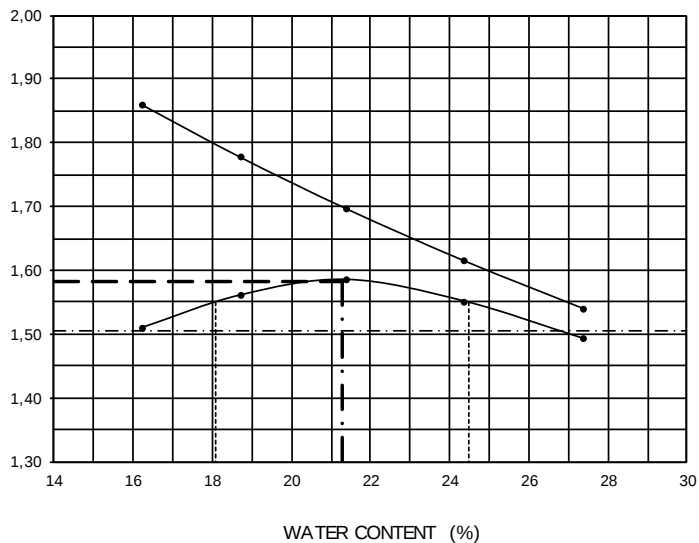
STANDARD PROCTOR

PROJECT : SPBG BOGOR 1
 LOCATION : BUBULAK - BOGOR
 SAMPLE No. : 1

DATE : 15 - 10 - 2015
 TESTED BY : ABAN

Gs= 2,66 Ø = 10.3 cm H of sampl.= 11.65 cm

Run number	50		100		150		200		250	
Weight of wet soil + mould	3425		3520		3590		3595		3568	
Weight of mould	1721		1721		1721		1721		1721	
Weight of soil	1704		1799		1869		1874		1847	
Volume of soil/mould	971,10		971,10		971,10		971,10		971,10	
Wet unit weight	1,75		1,85		1,92		1,93		1,90	
Tare number	27	18	19	90	17	69	29	75	42	96
Weight of wet soil + tare	52,74	55,49	55,81	53,47	54,30	57,46	56,85	54,15	52,70	54,72
Weight of dry soil + tare	47,48	49,71	49,07	47,43	47,32	49,78	48,61	46,24	44,36	46,22
Weight of tare	14,42	14,70	14,27	13,87	14,35	14,20	14,40	14,10	14,68	14,30
Weight of water	5,26	5,78	6,74	6,04	6,98	7,68	8,24	7,91	8,34	8,5
Weight of dry soil	33,06	35,01	34,8	33,56	32,97	35,58	34,21	32,14	29,68	31,92
Water content	15,91	16,51	19,37	18,00	21,17	21,59	24,09	24,61	28,10	26,63
Water content (average)	16,21		18,68		21,38		24,35		27,36	
Dry unit weight	1,51		1,56		1,59		1,55		1,49	
ZA (zero air void)	1,86		1,78		1,70		1,62		1,54	



MAXIMUM DRY DENSITY	1,58	gr/cc	$\gamma_{dry\ 95\%} = 1,50\text{ gr/cc}$		
OPTIMUM MOISTURE CONTENT	21,28	%			
SPECIFIC GRAFTY	2,66				
CORECTED CBR VALUE					
NO. OF BLOWS	55	25	15	SYMBOL DATA	
DRY DENSITY	gr/cc	1,65	1,56	1,48	15 X 25 X 55 X
CORECTED CBR VALUE (SOAKED)	%	1,81	1,07	0,77	
DESIGN CBR VALUE		1,26			
DRY DENSITY	gr/cc	1,65	1,56	1,48	
CORECTED CBR VALUE (UNSOAKED)	%	2,20	1,79	0,98	
DESIGN CBR VALUE		1,89			

CBR TEST (UNSOAKED)

PROYEK : SPBG BOGOR 1
 LOKASI : BUBULAK - BOGOR
 SAMPLE NO : TP.1

DATE : 19 - 10 - 2015
 TESTED BY : ABAN

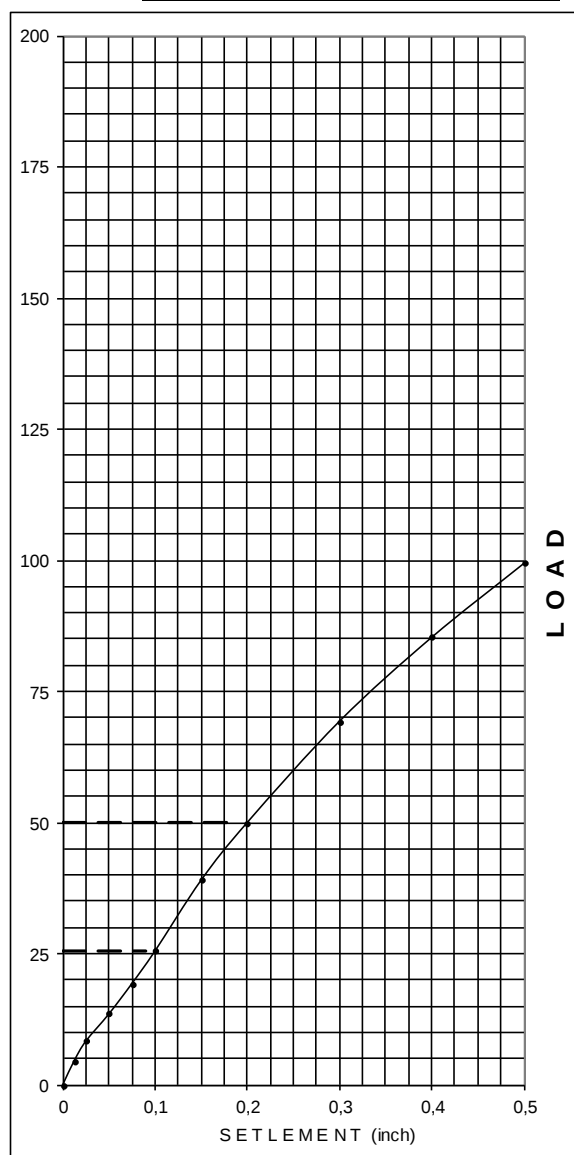
Number of Blows	15	
	Before	After
Weight of soil + mold	8382	
Weight of mold	4155	
Weight of wet soil	4227	
Volume of soil	2336	
Wet density (γ_m)	1,81	
Dry density (γ_{dry})	1,48	

Time (min)	Settl. (in)	Dial reading unsoaked	Load (lb) unsoaked
0	0	0	0
¼	0,0125	7,0	4,6
½	0,025	8,0	8,3
1	0,050	10,0	13,5
1½	0,075	13,0	19,3
2	0,100	22,0	25,5
3	0,150	35,0	39,0
4	0,200	49,0	50,0
6	0,300	63,0	69,3
8	0,400	90,0	85,3
10	0,500	125,0	99,4

Water content	Before	
Wet soil + crus	63,58	64,86
Dry soil + crus	54,41	56,11
Crus	14,50	15,58
Water	9,17	8,75
Dry soil	39,91	40,53
Water content	22,98	21,59
Average	22,28	

CBR VALUE	
0.1 "	0.2 "
$\frac{25,5}{3 \times 1000} \times 100\%$	$\frac{50,0}{3 \times 1500} \times 100\%$
0,85 %	1,11 %
0,98	%

Date			
Reading			
Change(%)			



CBR TEST (UNSOAKED)

PROYEK : SPBG BOGOR 1
 LOKASI : BUBULAK - BOGOR
 SAMPLE NO : TP.1

DATE : 19 - 10 - 2015

TESTED BY : ABAN

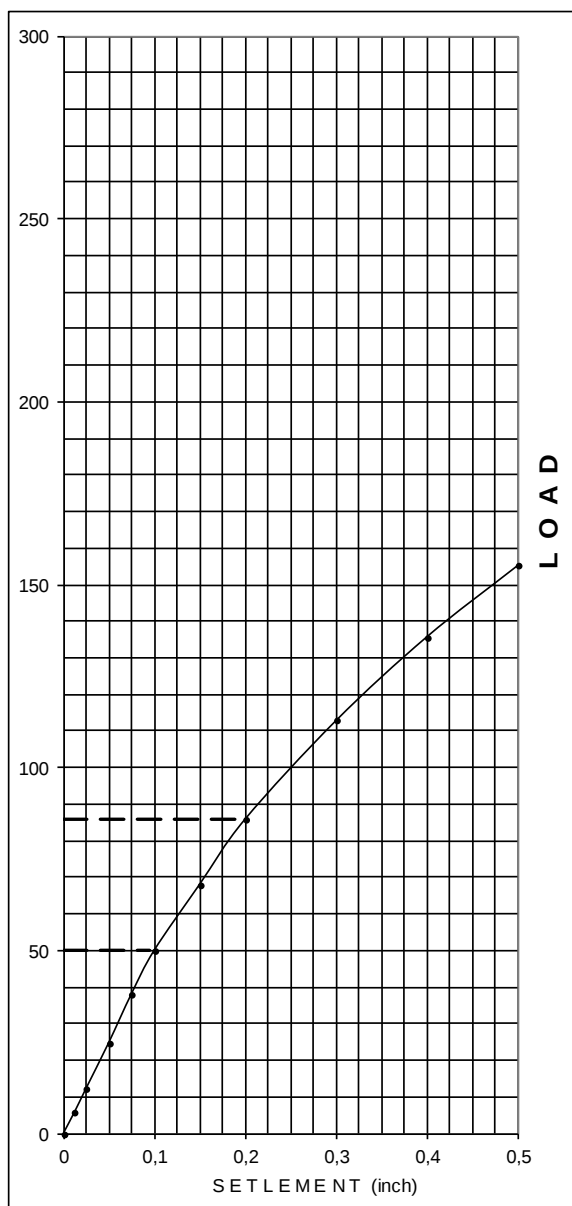
Number of Blows	25	
	Before	After
Weight of soil + mold	8876	
Weight of mold	4350	
Weight of wet soil	4526	
Volume of soil	2336	
Wet density (γ_m)	1,94	
Dry density (γ dry)	1,56	

Time (min)	Settl. (in)	Dial reading	Load (lb)
0	0	0	0
¼	0,0125	28,0	5,9
½	0,025	58,0	12,3
1	0,050	117,0	24,8
1½	0,075	180,0	38,2
2	0,100	236,0	50,0
3	0,150	321,0	68,1
4	0,200	405,0	85,9
6	0,300	532,0	112,8
8	0,400	640,0	135,7
10	0,500	732,0	155,2

Water content	Before			
Wet soil + crus	66,81	63,52		
Dry soil + crus	56,37	54,23		
Crus	14,17	13,90		
Water	10,44	9,29		
Dry soil	42,20	40,33		
Water content	24,74	23,03		
Average	23,89			

CBR VALUE	
0.1 "	0.2 "
50,0 3X1000 X 100%	85,9 3X1500 X 100%
1,67 %	1,91 %
1,79	%

Date			
Reading			
Change(%)			



CBR TEST (UNSOAKED)

PROYEK : SPBG BOGOR 1
 LOKASI : BUBULAK - BOGOR
 SAMPLE NO : TP.1

DATE : 19 - 10 - 2015
 TESTED BY : ABAN

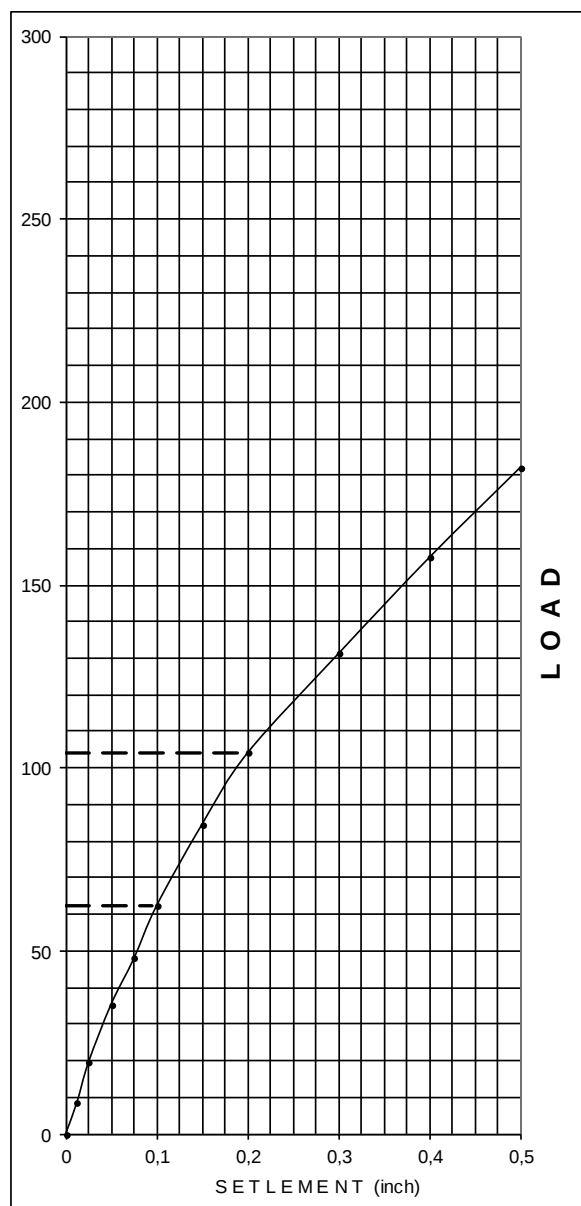
Number of Blows	55
	Before
Weight of soil + mold	8783
Weight of mold	4055
Weight of wet soil	4728
Volume of soil	2336
Wet density (γ_m)	2,02
Dry density (γ_{dry})	1,65

Time (min)	Settl. (in)	Dial reading	Load (lb)
0	0	0	0
¼	0,0125	41,0	8,7
½	0,025	92,0	19,5
1	0,050	167,0	35,4
1½	0,075	226,0	47,9
2	0,100	294,0	62,3
3	0,150	399,0	84,6
4	0,200	491,0	104,1
6	0,300	619,0	131,2
8	0,400	743,0	157,5
10	0,500	859,0	182,1

Water content	Before	
Wet soil + crus	61,53	65,87
Dry soil + crus	52,64	56,88
Crus	14,70	14,41
Water	8,89	8,99
Dry soil	37,94	42,47
Water content	23,43	21,17
Average	22,30	

CBR VALUE	
0.1 "	0.2 "
62,3 X 100% 3X1000	104,1 X 100% 3X1500
2,08 %	2,31 %
2,20	%

Date			
Reading			
Change(%)			



CBR TEST (SOAKED)

PROYEK : SPBG BOGOR 1
 LOKASI : BUBULAK - BOGOR
 SAMPLE NO : TP.1

DATE : 21 - 10 - 2015
 TESTED BY : ABAN

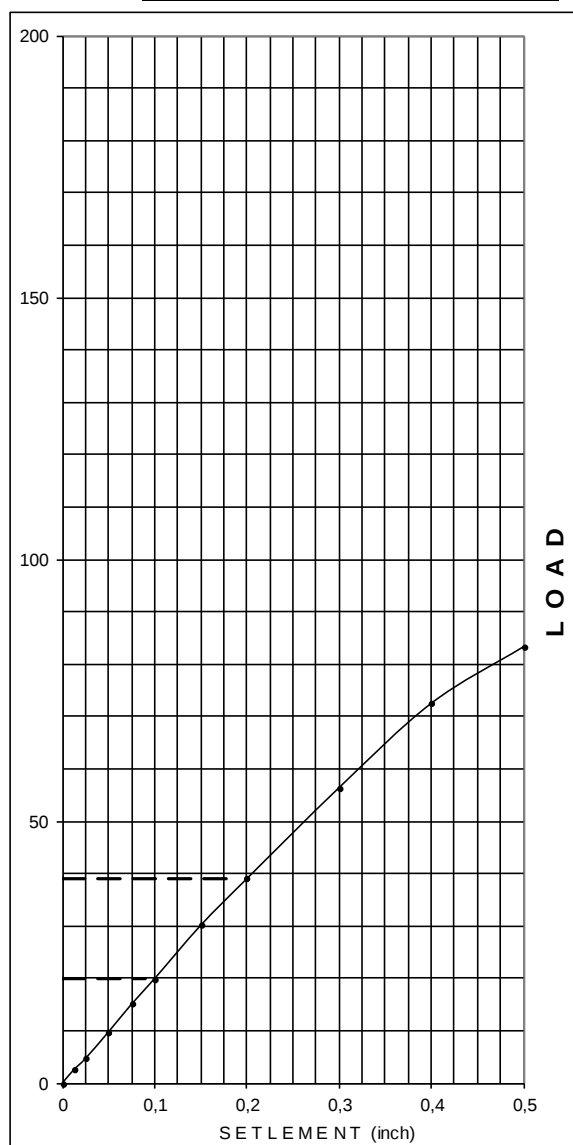
Number of Blows	15	
	Before	After
Weight of soil + mold	8382	8665
Weight of mold	4155	4155
Weight of wet soil	4227	4510
Volume of soil	2336	2341
Wet density (γ_m)	1,81	1,93
Dry density (γ_{dry})	1,48	1,48

Date	19 /10	20 /10	21 /10
Reading	16	24	28
Change(%)	0,13	0,19	0,22

Time (min)	Sett. (in)	Dial reading unsoaked soaked	Load (lb) unsoaked soaked
0	0	0	0
¼	0,0125	12,0	2,5
½	0,025	22,0	4,7
1	0,050	46,0	9,8
1½	0,075	71,0	15,1
2	0,100	94,0	19,9
3	0,150	142,0	30,1
4	0,200	184,0	39,0
6	0,300	266,0	56,4
8	0,400	342,0	72,5
10	0,500	393,0	83,3

Water content	Before		After	
Wet soil + crus	63,58	64,86	55,65	54,51
Dry soil + crus	54,41	56,11	45,79	45,57
Crus	13,27	15,39	14,40	14,36
Water	9,17	8,75	9,86	8,94
Dry soil	41,14	40,72	31,39	31,21
Water content	22,29	21,49	31,41	28,64
Average	21,89		30,03	

CBR VALUE	
0.1 "	0.2 "
$\frac{19,9}{3 \times 1000} \times 100\%$	$\frac{39,0}{3 \times 1500} \times 100\%$
0,66 %	0,87 %
0,77 %	



CBR TEST (SOAKED)

PROYEK : SPBG BOGOR 1
 LOKASI : BUBULAK - BOGOR
 SAMPLE NO : TP.1

DATE : 21 - 10 - 2015
 TESTED BY : ABAN

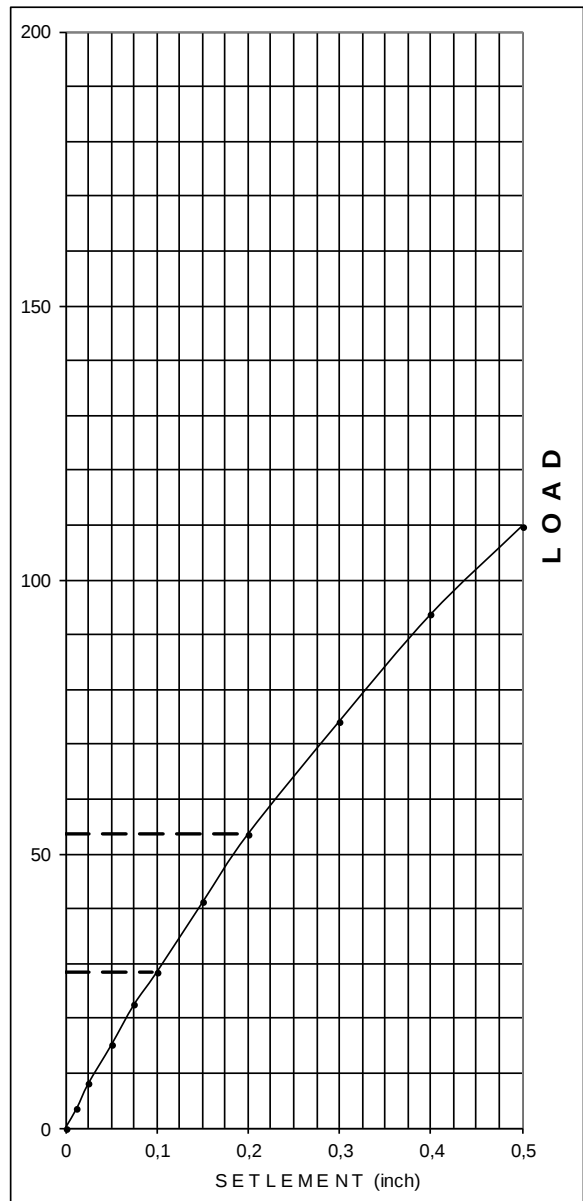
Number of Blows	25	
	Before	After
Weight of soil + mold	8876	9110
Weight of mold	4350	4350
Weight of wet soil	4526	4760
Volume of soil	2336	2342
Wet density (γ_m)	1,94	2,03
Dry density (γ_{dry})	1,56	1,56

Time (min)	Settl. (in)	Dial reading	Load (lb)
0	0	0	0
¼	0,0125	17,0	3,6
½	0,025	38,0	8,1
1	0,050	71,0	15,1
1½	0,075	106,0	22,5
2	0,100	134,0	28,4
3	0,150	194,0	41,1
4	0,200	253,0	53,6
6	0,300	350,0	74,2
8	0,400	442,0	93,7
10	0,500	518,0	109,8

Water content	Before		After	
Wet soil + crus	66,81	63,52	53,28	56,73
Dry soil + crus	56,37	54,23	44,31	46,62
Crus	14,64	14,39	14,13	14,27
Water	10,44	9,29	8,97	10,11
Dry soil	41,73	39,84	30,18	32,35
Water content	25,02	23,32	29,72	31,25
Average	24,17		30,49	

CBR VALUE	
0.1 "	0.2 "
$\frac{28,4}{3 \times 1000} \times 100\%$	$\frac{53,6}{3 \times 1500} \times 100\%$
0,95 %	1,19 %
1,07 %	

Date	19 /10	20 /10	21 /10
Reading	17	28	32
Change(%)	0,13	0,22	0,25



CBR TEST (SOAKED)

PROYEK : SPBG BOGOR 1
 LOKASI : BUBULAK - BOGOR
 SAMPLE NO : TP.1

DATE : 21 - 10 - 2015

TESTED BY : ABAN

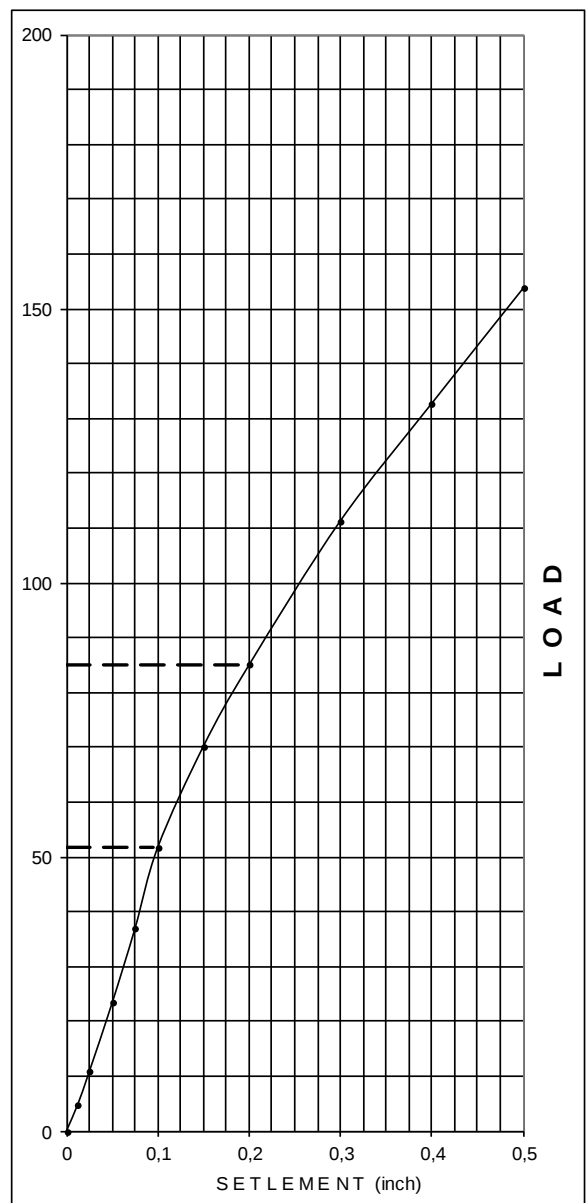
Number of Blows	55	
	Before	After
Weight of soil + mold	8783	9115
Weight of mold	4055	4055
Weight of wet soil	4728	5060
Volume of soil	2336	2344
Wet density (γ_m)	2,02	2,16
Dry density (γ_{dry})	1,65	1,65

Time (min)	Settl. (in)	Dial reading	Load (lb)
0	0	0	0
¼	0,0125	23,0	4,9
½	0,025	51,0	10,8
1	0,050	110,0	23,3
1½	0,075	174,0	36,9
2	0,100	244,0	51,7
3	0,150	331,0	70,2
4	0,200	401,0	85,0
6	0,300	525,0	111,3
8	0,400	626,0	132,7
10	0,500	725,0	153,7

Water content	Before		After	
Wet soil + crus	61,53	65,87	55,28	57,39
Dry soil + crus	52,64	56,88	45,50	47,08
Crus	14,70	14,41	14,21	13,77
Water	8,89	8,99	9,78	10,31
Dry soil	37,94	42,47	31,29	33,31
Water content	23,43	21,17	31,26	30,95
Average	22,30		31,10	

CBR VALUE	
0.1 "	0.2 "
$\frac{51,7}{3 \times 1000} \times 100\%$	$\frac{85,0}{3 \times 1500} \times 100\%$
1,72 %	1,89 %
1,81 %	

Date	19 /10	20 /10	21 /10
Reading	16	30	45
Change(%)	0,13	0,24	0,35



DOKUMENTASI

KEGIATAN CBR

PROYEK	LOKASI
SPBG BOGOR 1- BUBULAK	JL. Jl. KH R. ABDULLAH BIN NUH

