

Cara uji *CBR* (*California Bearing Ratio*) lapangan



© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Kegunaan.....	1
5 Peralatan.....	2
6 Prosedur pengujian	3
7 Perhitungan.....	4
8 Pelaporan.....	5
Lampiran A (normatif)	6
Lampiran B (normatif) Formulir penentuan nilai CBR.....	7
Lampiran C (informatif)	8
Lampiran D (informatif)	9
Lampiran E (informatif) Contoh isian formulir penentuan nilai CBR	10
Lampiran F (informatif) Deviasi teknis dan keterangan	11
Gambar A.1 – Tipikal peralatan pengujian CBR di lapangan	6
Gambar D.1 – Foto pelaksanaan pengujian CBR di lapangan.....	8
Gambar E.1 – Contoh tipikal grafik pembebanan standar dan koreksi hasil pembebanan pada pengujian CBR.....	9
Tabel 1 - Jumlah pipa tambahan dan panjang perkiraannya pada torak.....	3

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang *Cara uji CBR (California Bearing Ratio) lapangan* adalah revisi dari SNI 03-1738-1989, *Metode pengujian CBR lapangan*. Standar ini merupakan adopsi modifikasi dari ASTM D 4429 – 04 *CBR (California Bearing Ratio) of Soils in Place*. Perbedaan antara SNI 03-1738-1989 dengan standar ini diuraikan pada lampiran B deviasi teknik dan keterangan. Perbaikan dilakukan dengan mempertimbangkan perkembangan teknologi saat ini serta pengalaman dari berbagai narasumber dan literatur lainnya.

Standar ini disusun melalui Gugus Kerja Bahan dan Perkerasan Jalan pada Subpanitia Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan. Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) Nomor 8 Tahun 2007 dan dibahas dalam forum konsensus tanggal 17 Desember 2007 di Bandung, yang melibatkan para nara sumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Pengujian CBR lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan nilai CBR langsung di tempat (*in place*) yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan maupun lapis tambah perkerasan (*overlay*).

Pengujian CBR lapangan dilakukan dengan bantuan truk sebagai penahan beban penetrasi. Hal ini didasarkan atas kemudahan pengujian CBR di lapangan.

Data CBR lapangan dilengkapi dengan data kadar air dan kepadatan sebagai data pendukung pada proses analisis yang akan dilakukan setelah uji lapangan selesai dikerjakan.



Cara uji CBR (*California Bearing Ratio*) lapangan

1 Ruang lingkup

Standar ini hanya menetapkan penentuan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) langsung di tempat dengan membandingkan tegangan penetrasi pada suatu lapisan/bahan tanah dengan tegangan penetrasi bahan standar. Cara uji ini digunakan untuk mengukur kekuatan struktural tanah dasar, lapis fondasi bawah dan lapis fondasi yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan jalan.

Data lain yang harus diperoleh pada waktu dan tempat yang sama adalah kadar air dan kepadatan. Tata cara pelaksanaan pengujian sesuai dengan metode pengujian kadar air tanah dengan alat Speedy, SNI 03-1965.1-2000 dan metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir, SNI 03-2827-1992.

Bila pengujian CBR Lapangan tidak dapat dilakukan di lapangan maka nilai CBR dapat diperoleh dengan pengujian CBR Laboratorium. Benda uji yang digunakan untuk CBR Laboratorium merupakan benda uji *undisturbed*. Tata cara pelaksanaan pengujian sesuai dengan metode pengujian CBR laboratorium, SNI 03-1744-1989.

Standar ini tidak mencantumkan semua yang berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja. Keselamatan dan kesehatan kerja bila ada menjadi tanggung jawab pengguna.

2 Acuan normatif

SNI 1744, *Metode pengujian CBR laboratorium*.

SNI 2827, *Metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir*.

SNI 1965.1, *Metode pengujian kadar air tanah dengan alat Speedy*.

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini adalah sebagai berikut:

3.1

CBR (*California Bearing Ratio*)

perbandingan antara tegangan penetrasi suatu lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap tegangan penetrasi bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (dinyatakan dalam persen)

3.2

CBR lapangan

nilai CBR yang diperoleh langsung di tempat (di lapangan)

4 Kegunaan

Standar uji ini digunakan sebagai pegangan dalam pengujian CBR lapangan dan dilakukan setelah pemadatan selesai. Kegunaan data CBR lapangan adalah sebagai berikut:

- a) Untuk mengevaluasi dan merencanakan tebal lapis perkerasan lentur (lapis fondasi dan lapis fondasi bawah), kekuatan struktural tanah dasar dan tebal lapis perkerasan jalan dengan lapis permukaan tanpa pengikat. Jika CBR lapangan digunakan secara langsung

SNI 1738:2011

untuk evaluasi atau desain tanpa memperhatikan variasi kadar air lapisan/bahan tanah, maka seharusnya pengujian CBR lapangan dilakukan pada salah satu kondisi di bawah ini:

- 1) derajat kejenuhan tanah tersebut (persentase rongga terisi air) 80% atau lebih;
- 2) pada material butiran kasar dan non plastis, yang tidak memiliki pengaruh yang besar ketika terjadi perubahan kadar air;
- 3) tanah tidak dimodifikasi akibat aktivitas konstruksi selama 2 tahun sebelum pengujian. Pada kenyataannya kadar air tidak konstan, tetapi umumnya berubah-ubah dalam rentang yang sempit.

- b) Untuk menentukan kapasitas pembebanan rata-rata yang dapat dipikul oleh suatu lapisan/bahan tanah.

CATATAN 1 – Pengujian CBR lapangan digunakan untuk menentukan kekuatan relatif terhadap bahan standar dari tanah dasar lapis fondasi bawah dan lapis fondasi sesuai kondisi pada saat dilakukannya pengujian tersebut. Hasilnya dapat langsung diaplikasikan. Seperti yang disebutkan pada pasal 4 butir a), CBR lapangan dapat digunakan untuk perencanaan pada kondisi material yang mempunyai kadar air dan kepadatan yang stabil. Bagaimanapun juga, aktivitas konstruksi, pemadatan, dan perubahan kadar air dapat mempengaruhi kekuatan dari tanah dan dapat mempengaruhi hasil dari pengujian CBR tersebut sehingga tidak dapat digunakan dan harus dilakukan analisis dan pengujian ulang.

5 Peralatan

- a) Dongkrak CBR mekanis yang dioperasikan secara manual, dilengkapi dengan *swivel head* untuk mengukur beban yang bekerja pada torak, dan didesain sesuai dengan spesifikasi di bawah ini:
- 1) kapasitas minimum 2700 kg (5950 lb);
 - 2) daya angkat minimum 50,8 mm (2 inci);
 - 3) engkol, dengan radius 152,4 mm (6 inci);
 - 4) putaran roda gigi tinggi, kira-kira 2,4 putaran per 1 mm (0,04 inci) penetrasi;
 - 5) putaran roda gigi menengah, kira-kira 5 putaran per 1 mm (0,04 inci) penetrasi;
 - 6) putaran roda gigi rendah, kira-kira 14 putaran per 1 mm (0,04 inci) penetrasi;
 - 7) putaran roda gigi yang lain dapat digunakan untuk kenyamanan dalam pemutaran;
 - 8) dongkrak mekanis CBR yang lain dengan beban maksimum yang sama dapat digunakan jika rata-rata penetrasi beban merata setiap 1,3 mm (0,05 inci) per menit dapat dicapai.
- b) Dua buah cincin penguji yang telah dikalibrasi dengan rentang pembebanan 0 kN sampai dengan 8,8 kN (1984 lbf) dan rentang pembebanan 0 kN sampai dengan 22,6 kN (5070 lbf);
- c) Torak penetrasi berdiameter 50,8 mm \pm 0,1 mm (2 inci \pm 0,004 inci) dengan luas nominal 1936 mm² (3 inci²) dan panjangnya kira-kira 102 mm (4 inci).

Torak penetrasi dilengkapi oleh sebuah penghubung torak yang di dalamnya terdapat pipa tambahan dengan penyambung.

Pipa tambahan tersebut memiliki jumlah dan panjang perkiraan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 - Jumlah pipa tambahan dan panjang perkiraannya pada torak

Jumlah yang dibutuhkan	Panjang perkiraan
2	38 mm (1,5 inci)
2	102 mm (4,0 inci)
8	305 mm (12,0 inci)

- d) Dua buah arloji pengukur untuk mengukur penurunan dengan ketelitian pembacaan 0,0025 mm (0,0001 inci) dan kemampuan pembacaan setiap 6,4 mm (0,25 inci) serta 1 (satu) buah arloji pengukur untuk mengukur penetrasi dengan ketelitian pembacaan 0,025 mm (0,001 inci) dan kemampuan pembacaan setiap 25 mm (1 inci) yang dilengkapi dengan sebuah alat penunjuk tambahan yang dapat diatur;
- e) Peralatan pendukung untuk penunjuk penetrasi yaitu sebuah alat yang terbuat dari batang aluminium atau batang kayu dengan tebal 76,2 mm (3 inci) dan panjang 1,5 m (5 ft);
- f) Pelat beban pemberat yaitu pelat berbentuk lingkaran yang terbuat dari baja dengan diameter 254 mm \pm 0,5 mm (10 inci \pm 0,02 inci) dan mempunyai diameter lubang 50 mm \pm 0,5 mm (2 inci \pm 0,02 inci). Pelat tersebut memiliki berat 4,54 kg \pm 0,01 kg (10 lb \pm 0,02 lb);
- g) Beban pemberat yaitu 2 (dua) buah beban pemberat sebesar 4,54 kg \pm 0,01kg (10 lb) dengan diameter 216 mm \pm 1 mm (8,5 inci) dan 2 (dua) beban tambahan sebesar 9,08 kg \pm 0,01 kg (20 lb) dengan diameter 216 cm \pm 1 mm (8,5 inci);
- h) Truk yang dapat menahan beban sebesar 31 kN (6970 lbf). Truk dilengkapi dengan balok yang terbuat dari besi dan alat tambahan lainnya. Alat tambahan yang dipasang pada bagian belakang truk menerima reaksi gaya penetrasi torak ke dalam suatu lapisan/bahan tanah. Alat tambahan yang dipasang sesuai dengan ketentuan sehingga truk dapat didongkrak dan menahan beban yang dipikul pegas belakang truk sehingga pengujian dapat dilakukan tanpa ada gerakan ke atas dari sasis truk tersebut. Jarak antara suatu lapisan/bahan tanah dan alat penetrasi yang diizinkan ialah 0,6 m (2 ft);
- i) Dongkrak truk dengan kapasitas 15 ton yang mempunyai dua kombinasi trip dan penurun otomatis;
- j) Peralatan umum lainnya seperti tempat benda uji untuk kadar air, berat isi, spatula, alat penggali, alat-alat penumbuk, alat perata (*level*), alat untuk mengukur kadar air, jam ukur dan lain-lain.

CATATAN 2 – Gambar 1 menunjukkan tipikal peralatan pengujian CBR di lapangan dan Gambar 2 menunjukkan foto pelaksanaan pengujian CBR di lapangan.

6 Prosedur pengujian

- a) Tentukan titik pengujian dimana jarak titik pengujian ditentukan agar tidak mengganggu pengujian di titik berikutnya. Jarak minimum antar titik pengujian penetrasi pada tanah plastis (lempungan) sebesar 175 mm (7 inci) sedangkan pada tanah granular jarak spasi minimumnya sebesar 380 mm (15 inci);
- b) Siapkan area permukaan pada titik pengujian sesuai kedalaman lapisan yang akan diuji dengan memindahkan material lepas dan buatlah area tersebut menjadi datar agar pengujian dapat dilakukan. Ketika ditemukan material non plastis (granular) maka pekerjaan pembersihan material tersebut tidak boleh mengganggu permukaan area pengujian;

SNI 1738:2011

- c) Tempatkan truk di tengah lokasi titik pengujian, pasang dongkrak untuk menaikkan truk sehingga tidak lagi menumpu pada pernya. Usahakan posisi as roda belakang truk agar sejajar dengan permukaan lapisan yang akan diperiksa;
- d) Letakkan dongkrak pada posisi yang tepat pada lokasi pengujian, kemudian sambungkan cincin penguji pada ujung dari dongkrak tersebut. Ikatkan penghubung torak ke bagian bawah cincin penguji kemudian hubungkan sejumlah pipa tambahan sehingga jarak titik pengujian dengan permukaan mendekati 125 mm (4,9 inci). Hubungkan pipa tambahan tersebut pada torak penetrasi dan ikat dongkrak pada tempatnya. Periksa dan perbaiki dongkrak yang sudah dirakit agar kedudukannya vertikal;
- e) Letakkan pelat beban dengan berat 4,54 kg (10 lb) di bawah torak penetrasi sehingga torak penetrasi dapat masuk ke dalam lubang pelat beban tersebut;
- f) Aturlah torak penetrasi sehingga dapat memberikan beban sebesar 0,21 kg/cm² (3 Psi). Untuk pengaturan yang cepat, gunakanlah putaran roda gigi tinggi dari dongkrak tersebut. Untuk suatu lapisan/bahan tanah dengan permukaan yang tidak rata, torak diatur agar terletak di atas lapisan tipis kapur yang lolos saringan No.20 sampai dengan No.40;
- g) Area permukaan tempat pengujian haruslah rata agar beban yang bekerja pada pelat beban dapat didistribusikan secara merata. Apabila area permukaan tempat pengujian tidak rata, usahakanlah dengan menambah lapisan pasir halus sampai dengan ketebalan 3 mm sampai dengan 6 mm (0,12 inci sampai dengan 0,24 inci) sehingga distribusi beban ke permukaan pengujian merata.
- h) Berikan beban tambahan pada pelat beban sehingga sama dengan beban yang bekerja pada perkerasan. Kecuali pada pembebanan minimum sebesar 4,54 kg (10 lb) pada pelat beban dan ditambah 1 (satu) beban tambahan sebesar 9,08 kg (20 lb);

CATATAN 3 – Berat minimum tersebut menghasilkan pembebanan yang sama dengan beban yang dihasilkan pelat tambahan seberat 4,54 kg (10 lb) yang digunakan pada mold dengan diameter 150 mm (6 inci) pada uji CBR Laboratorium (SNI 03-1744-1989).

- i) Pasanglah arloji pengukur penetrasi pada torak;
- j) Aturlah agar arloji pengukur menunjukkan angka nol;
- k) Berikan pembebanan pada torak penetrasi dengan kecepatan penetrasi konstan mendekati 1,3 mm/menit (0,05 inci/menit). Gunakan putaran roda gigi rendah pada dongkrak selama tes berlangsung. Catatlah pembacaan beban pada penetrasi awal 0,64 mm (0,025 inci) sampai pada akhir kedalaman 12,7 mm (0,5 inci). Pada tanah yang seragam, kedalaman penetrasi lebih dari 7,62 mm (0,3 inci) dapat diabaikan. Kemudian hitung perbandingan tegangan yang dinyatakan dalam persen (lihat 7 a) dan 7 b));
- l) Setelah selesai melakukan pengujian CBR lapangan, lakukan pengujian kadar air di lapangan dengan alat Speedy sesuai SNI 03-1965.1-2000 dan pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir sesuai SNI 03-2827-1992. Pengujian tersebut dilakukan pada jarak 100 mm (4 inci) sampai dengan 150 mm (6 inci) dari titik penetrasi.

7 Perhitungan

- a) Tentukan beban yang bekerja pada torak. Hitung tegangan penetrasi pada setiap kenaikan penetrasi. Buatlah kurva hubungan antara tegangan dan penetrasi seperti pada Gambar E.1;

Pada keadaan tertentu kurva penetrasi dapat berbentuk lengkung ke atas, untuk itu diperlukan koreksi sehingga titik inisial bergeser dari titik 0 seperti ditunjukkan pada Gambar E.1;

- b) Gunakan hasil tegangan yang telah dikoreksi yang diambil dari kurva tegangan dan penetrasi pada 2,54 mm (0,1 inci) dan pada 5,08 mm (0,2 inci), hitung CBR yang dinyatakan dalam persen dengan membagi tegangan yang telah dikoreksi terhadap tegangan standar 0,71 kg/mm² (1000 Psi) dan tegangan standar 1,06 kg/mm² (1500 Psi).

Apabila tegangan maksimum yang terjadi menghasilkan penetrasi kurang dari 0,2 inci, maka tegangan standar dapat diinterpolasi. Pada umumnya CBR dinyatakan pada penetrasi 2,54 mm (0,1 inci).

Jika CBR pada penetrasi 5,08 mm (0,2 inci) lebih besar dari CBR pada penetrasi 2,54 mm (0,1 inci), maka pengujian harus diulang kembali. Untuk mengatasi kemungkinan tersebut, maka sebaiknya dilakukan pengujian yang ketiga. Jika nilai CBR pada penetrasi 5,08 mm (0,2 inci) tetap lebih besar dari nilai CBR pada penetrasi 2,54 mm (0,1 inci), maka yang digunakan adalah CBR pada penetrasi 5,08 mm (0,2 inci);

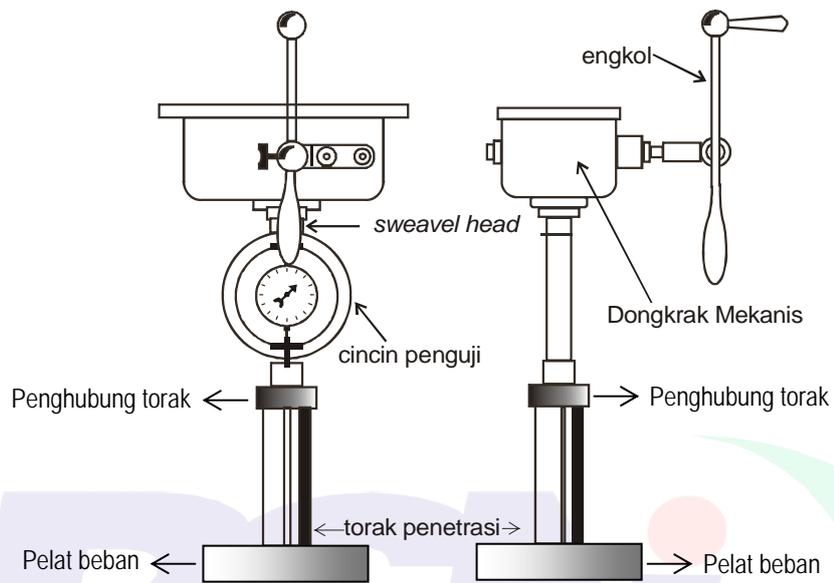
8 Pelaporan

Pelaporan harus mencakup informasi sebagai berikut:

- a) Lokasi pengujian;
- b) Waktu pengujian;
- c) Kedalaman pengujian;
- d) Jenis lapis perkerasan;
- e) Kurva tegangan dan tahanan penetrasi;
- f) CBR yang telah dikoreksi pada penetrasi 2,54 mm (0,1 inci);
- g) CBR yang telah dikoreksi pada penetrasi 5,08 mm (0,2 inci);
- h) Kadar air;
- i) Kepadatan;
- j) Nama dan paraf penguji;
- k) Nama dan paraf pemeriksa.

Nilai CBR lapangan dilaporkan dalam bentuk persentase dan merupakan bilangan bulat.

Lampiran A
(normatif)
Peralatan pengujian CBR lapangan



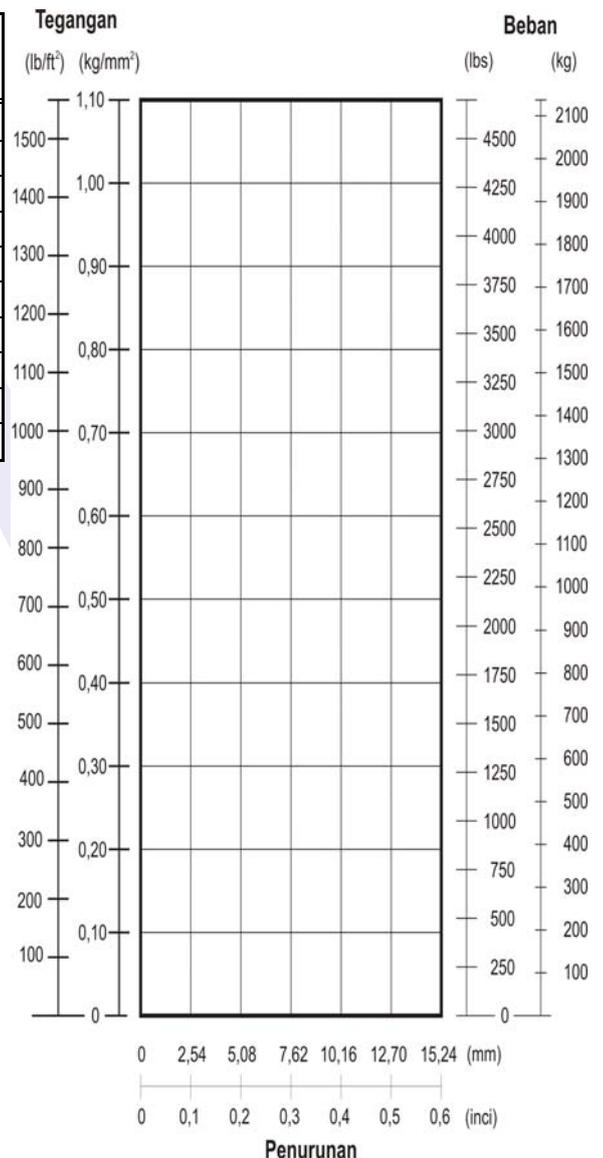
Gambar A.1 – Tipikal peralatan pengujian CBR di lapangan

**Lampiran B
(normatif)
Formulir penentuan nilai CBR**

Lokasi pengujian :	Kedalaman pengujian :
Waktu pengujian :	Jenis lapisan perkerasan :

Informasi Data Tanah	
Kadar Air :	Berat isi kering :
Berat isi basah :	

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
1/4	0,32			
1/2	0,64			
1	1,27			
1 1/2	1,91			
2	2,54			
3	3,81			
4	5,08			
6	7,62			
8	10,16			
10	12,70			



CBR	Penurunan	
	2,54 mm	5,08 mm
Nilai CBR	$\frac{\quad}{0,71} \times 100\% = \quad \%$	$\frac{\quad}{1,06} \times 100\% = \quad \%$

Diperiksa oleh

Dikerjakan oleh

()

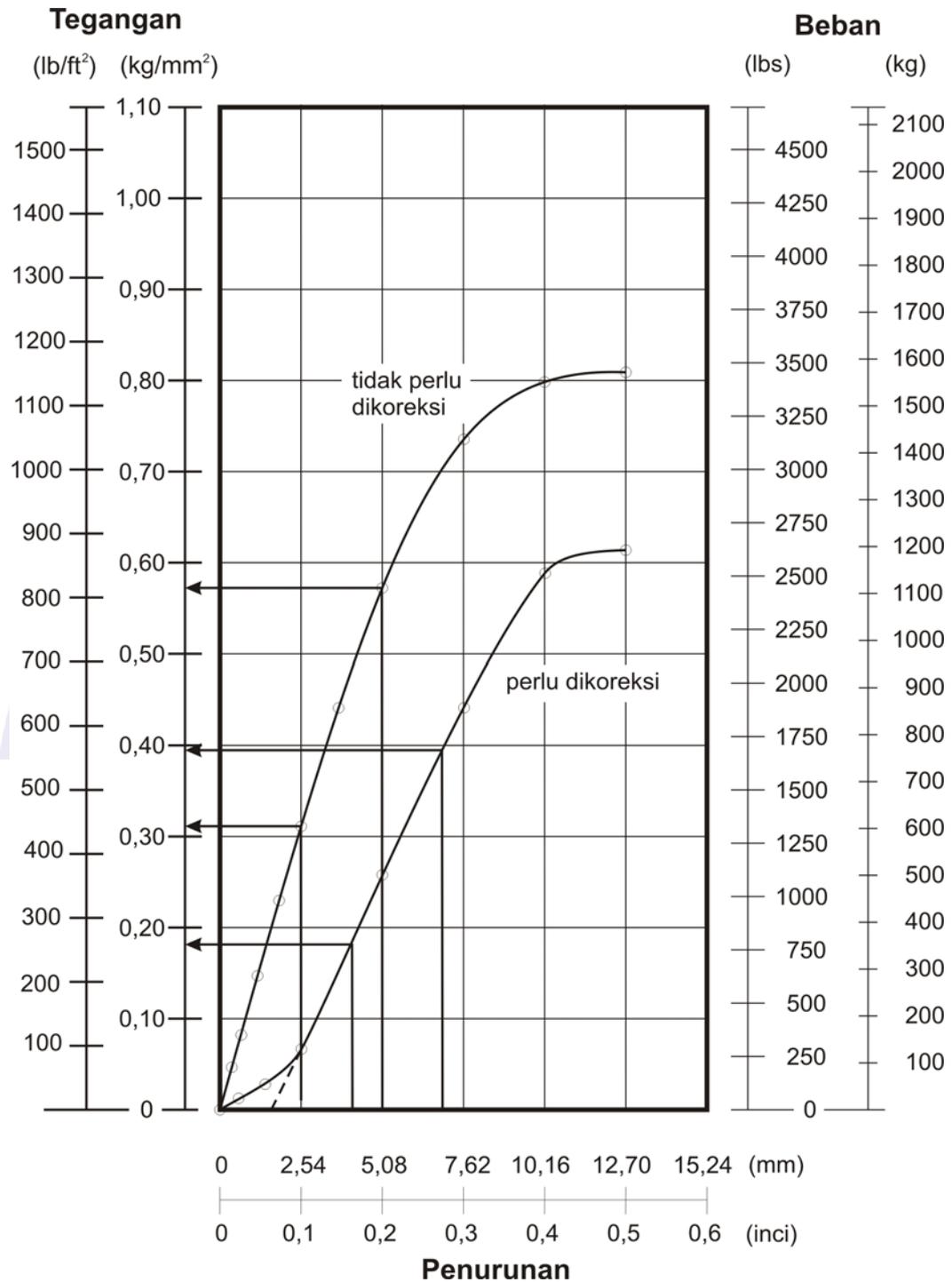
()

Lampiran C
(informatif)
Pelaksanaan pengujian CBR di lapangan



Gambar C.1 – Foto pelaksanaan pengujian CBR di lapangan

**Lampiran D
(informatif)
Grafik pembebanan standar dan koreksi hasil pembebanan
pada pengujian CBR**



Gambar D.1 – Contoh tipikal grafik pembebanan standar dan koreksi hasil pembebanan pada pengujian CBR

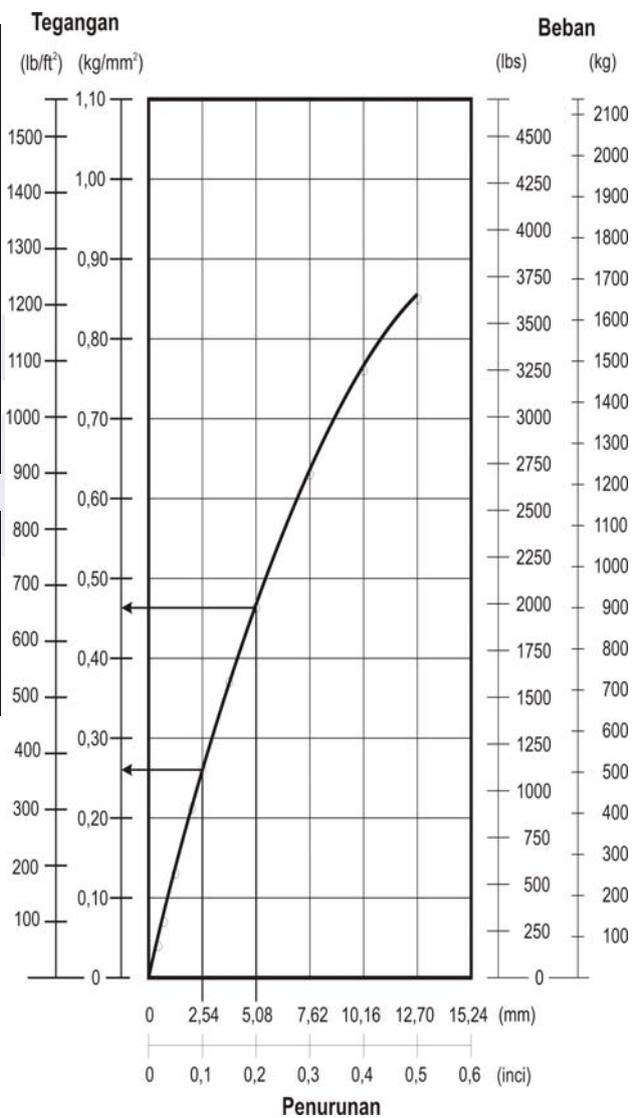
**Lampiran E
(informatif)
Contoh isian formulir penentuan nilai CBR**

Lokasi pengujian : Sukaasih, Sarijadi - Bandung	Kedalaman pengujian : 30 cm dari permukaan perkerasan
Waktu pengujian : 12 Juli 2007	Jenis lapisan perkerasan : beton aspal

Informasi Data Tanah	
Kadar Air (w) : 33,2 %	Berat isi kering : 1,28 g/cm ³
Berat isi basah (γ) : 1,70 g/cm ³	

Waktu (min)	Penurunan (mm)	Pembacaan Arloji	Beban (kg)	Tegangan (kg/mm ²)
1/4	0,32	3,5	87	0,04
1/2	0,64	6,1	151	0,07
1	1,27	11	271	0,13
1 1/2	1,91	17	424	0,21
2	2,54	21	523	0,26
3	3,81	3	743	0,37
4	5,08	37	920	0,45
6	7,62	51	1267	0,63
8	10,16	62	1538	0,76
10	12,70	69	1716	0,85

CBR	Penurunan	
	0,254 cm	0,508 cm
Nilai CBR	$\frac{0,28}{0,71} \times 100\% = 40\%$	$\frac{0,48}{1,06} \times 100\% = 46\%$



Diperiksa oleh

Dikerjakan oleh

()

()

**Lampiran F
(informatif)
Deviasi teknis dan keterangan**

Dalam standar ini terdapat perbedaan pada SNI sebelumnya dan perbedaan itu antara lain adalah :

Perbedaan	SNI edisi lama	SNI edisi 2011
Metode	Membahas 2 (dua) metode yaitu CBR lapangan dan pengambilan benda uji <i>undisturbed</i>	hanya membahas 1 (satu) metode saja yaitu CBR lapangan
Peralatan	Tidak disebutkan nilai kapasitas minimal dongkrak CBR	kapasitas dongkrak CBR minimal 2,7 ton
Prosedur	Di dalam prosedur dijelaskan cara pengambilan contoh tanah asli	Di dalam prosedur tidak dijelaskan cara pengambilan contoh tanah asli
Pemeriksaan	Jarak minimum pemeriksaan 30 cm	Jarak minimum pemeriksaan pada tanah plastis 17,78 cm sedangkan jarak pada tanah granular sebesar 38,10 cm