

**PENGUKURAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAPIS
PERKERASAN ASPAL DENGAN ALAT DYNAMIC CONE
PENETROMETER (DCP)**

Happy Budhiaty¹, Rika Sylviana², Dewi Damayanti³, Syahrul Al Ansari⁴, dan
Angga Santoso⁵
^{1,2,3,4,5} Universitas Islam 45 Bekasi
Email:rikasylvia@yahoo.com

ABSTRACT

Generally, DCP is only used to measure the CBR value of soil. In this research, it is tried to introduce the possibility of appliance DCP to measure the CBR value of penetration macadam pavement. Examination was executed at the critical asphalt condition (in the day time, since high burden and temperature) and used 30° cone.

DCP was placed directly at the above of pavement surface. The data was analyzed to become the CBR value by using MS - Excel Macro program.

The result of this research, appliance the standard DCP with cone 30° applicable to measure CBR value of penetration macadam pavement.

Keywords : CBR, DCP

PENDAHULUAN

Berdasarkan pengamatan di lapangan, Dinas Pekerjaan Umum (PU) di daerah yang mempunyai alat *benkelmen beam* untuk mengukur lendutan balik perkerasan jalan, sangat jarang digunakan karena biasanya tidak dilengkapi dengan alat kalibrasi dan timbangan truk serta terbatasnya sumber daya manusia dan dana untuk pengoperasiannya.

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah peralatan yang murah, ringan dan mudah pengoperasiannya dibandingkan peralatan lain yang mempunyai kegunaan untuk mengukur nilai *California Bearing Ratio (CBR)* di lapangan.

Pada umumnya di lapangan, alat DCP hanya digunakan untuk mengukur nilai CBR tanah saja. Di dalam penelitian ini dicoba memperkenalkan dan menjajaki kemungkinan penggunaan alat DCP untuk mengukur nilai CBR lapis perkerasan penetrasi aspal.

Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menjajaki kemungkinan penggunaan alat DCP untuk mengukur nilai CBR pada perkerasan penetrasi aspal makadam.

LANDASAN TEORI

CBR adalah perbandingan beban penetrasi pada suatu bahan dengan beban dan bahan standar pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama. Beban penetrasi pada bahan standar diperoleh dari percobaan pada suatu batu pecah sebagai bahan standar karena dianggap mempunyai harga CBR = 100%. Besarnya beban standar pada penetrasi (penurunan) 0,1" dengan beban 3000 lbs dan pada penetrasi 0,2" dengan 4500 lbs (Suryadharna H. dan Susanto B., 1999:57).

Menurut <http://www.dynatest.com/hardware/CISR/windcp.htm> DCP merupakan teknologi untuk perkerasan jalan sejak awal tahun 1970. Sejak itu, interpretasi data

DCP berkembang dengan pesat untuk mengevaluasi struktur perkerasan secara keseluruhan.

CBR lapangan dianalisa berdasarkan korelasi antara jumlah tumbukan dan penetrasi ujung konus yang diperoleh dengan alat DCP.

Pengujian dilakukan dengan mencatat data masuknya ujung kerucut logam (konus) dengan dimensi tertentu ke dalam tanah akibat setiap seri tumbukan (dari palu geser) dengan tinggi jatuh tertentu. Setiap seri tumbukan disebut frekuensi, bisa terdiri dari satu atau beberapa tumbukan (*blows*). Frekuensi pembacaan tes DCP dilakukan sampai ujung konus mencapai kedalaman ± 1.00 m dihitung dari titik awal ujung konus diletakkan sesaat sebelum pengujian dimulai.

Selanjutnya data penetrasi ujung konus ke dalam tanah dasar (dalam mm) dikonversikan ke dalam nilai CBR ekivalen (untuk selanjutnya disebut CBR). Ada berbagai rumus empiris yang dikenal, salah satunya adalah menurut Smith dan Pratt, 1983, untuk konus bersudut 30° digunakan rumus :

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2.555 - 1.145 \text{Log}_{10} \text{DN} \quad (1)$$

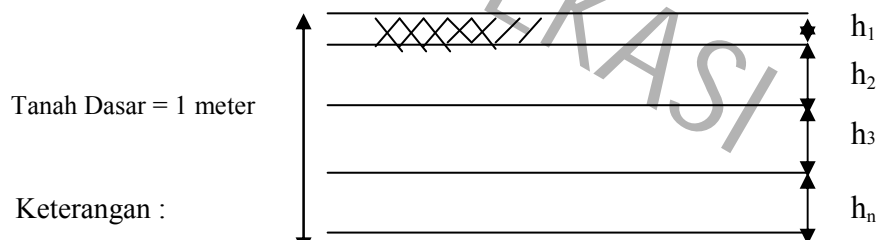
Keterangan :

CBR = *California Bearing Ratio* ekivalen, dinyatakan dalam %

DN = *Dynamic Number* = penetrasi konus (mm) / tumbukan (*blows*)

Penetapan CBR lapangan pada satu titik uji diharapkan dapat mewakili nilai CBR tanah dasar sedalam ± 1 meter. Karena tanah dasar sampai pada kedalaman 1 meter terdiri dari beberapa lapisan tanah dengan daya dukung yang berbeda, maka dilakukan perhitungan CBR mewakili satu titik uji dengan rumus yang diambil dari *Manual For Design and Construction of Asphalt Pavement, Japan Road Association, 1980* (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2005:2).

$$\text{CBR}_{\text{mewakili}} = \left[\frac{h_1 \cdot \text{CBR}_1^{1/3} + h_2 \cdot \text{CBR}_2^{1/3} + h_3 \cdot \text{CBR}_3^{1/3} + h_n \cdot \text{CBR}_n^{1/3}}{h_1 + h_2 + h_3 + h_n} \right]^3 \quad (2)$$



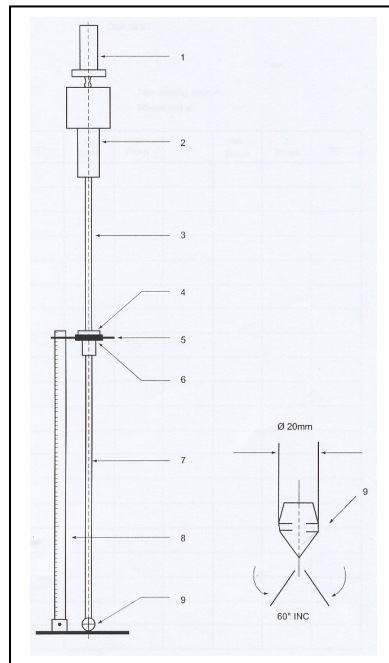
Keterangan :

h_1 = Tebal lapis permukaan tanah dasar

h_2 = Tebal tanah dasar pada lapis kedua

h_3 = Tebal tanah dasar pada lapis ketiga

h_n = Tebal tanah dasar pada lapis ke-n



Keterangan

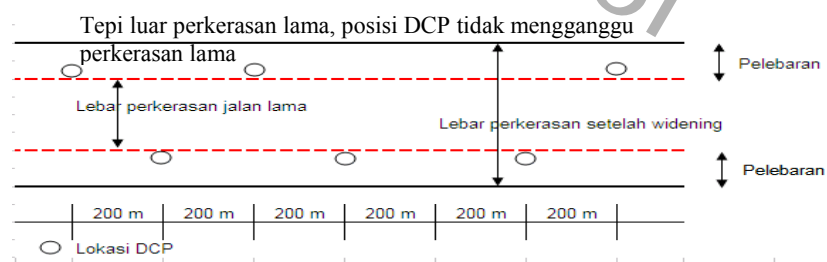
1. Handle
2. Hammer (8 kg)
3. Hammer shaft
4. Coupling
5. Hand guard
6. Clamp ring
7. Standard shaft
8. 1 meter rule
9. 30° cone

Gambar 1. Dynamic Cone Penetrometer

Lokasi pengujian dengan alat DCP ditentukan sesuai dengan keperluan jalan yang akan diuji, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:

a. Perbaikan dengan Pelebaran

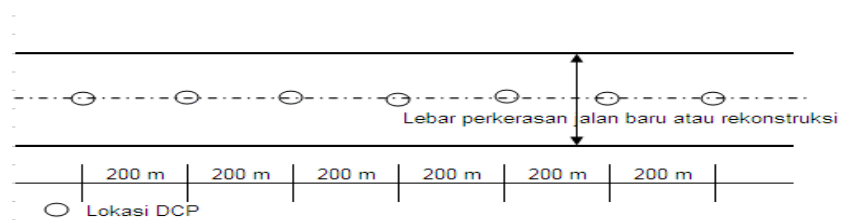
Lokasi pengujian dengan alat DCP untuk keperluan perbaikan dengan pelebaran dilaksanakan pada tepi luar perkerasan lama dan posisi DCP tidak mengganggu perkerasan lama.



Gambar 2. Lokasi pengujian dengan alat DCP untuk perbaikan dengan pelebaran (tampak atas)

b. Pembangunan jalan baru atau rekonstruksi

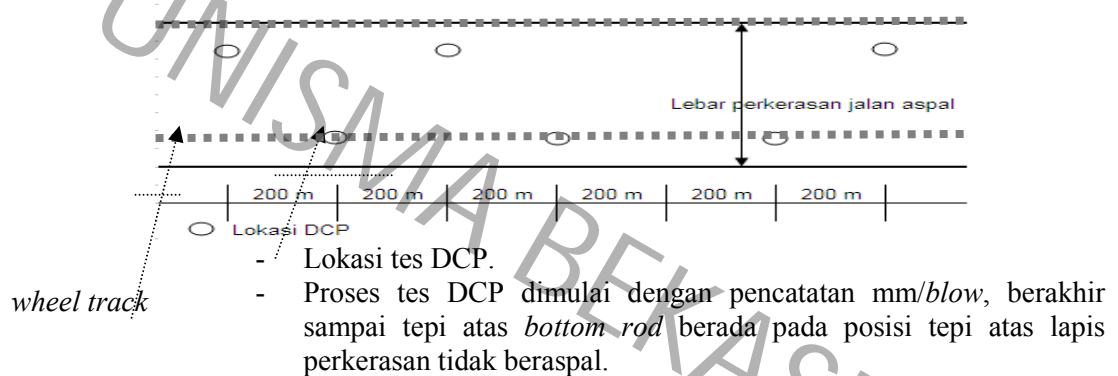
Lokasi pengujian dengan alat DCP untuk keperluan pembangunan jalan baru atau rekonstruksi dilaksanakan pada *center line*.



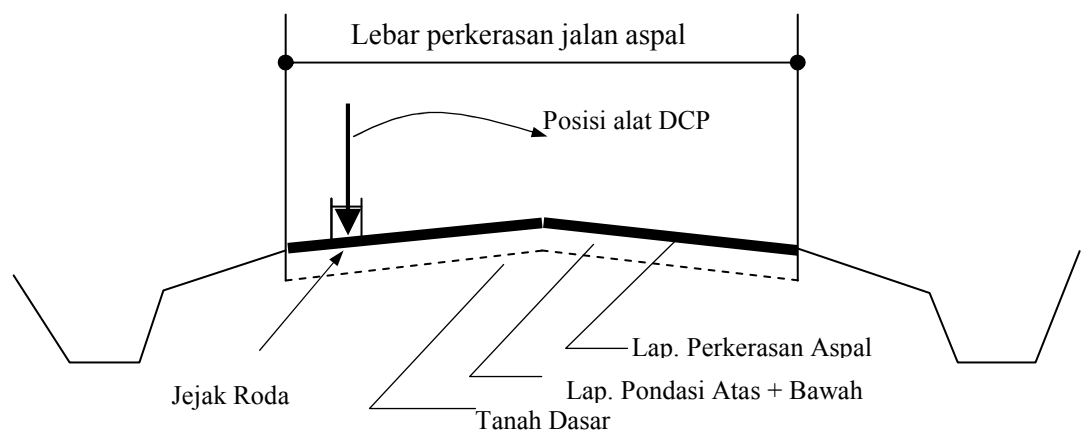
Gambar 3. Lokasi pengujian dengan alat DCP untuk pembangunan jalan baru atau rekonstruksi (tampak atas)

c. *Overlay* jalan aspal, akan tetapi didesain dengan basis data CBR

Lokasi pengujian dengan alat DCP untuk keperluan *overlay* jalan aspal dilakukan pada *wheel track* kendaraan bermotor roda empat atau lebih dengan ketentuan perkerasan aspal digali sampai tepi bawah lapisan beraspal dan posisi alat DCP diletakkan di atas lapisan yang tidak beraspal (dapat berupa *base* atau *subbase* tergantung jenis lapis perkerasan).



Gambar 4. Lokasi pengujian dengan alat DCP untuk *overlay* jalan aspal, akan tetapi didesain dengan basis data CBR (tampak atas)

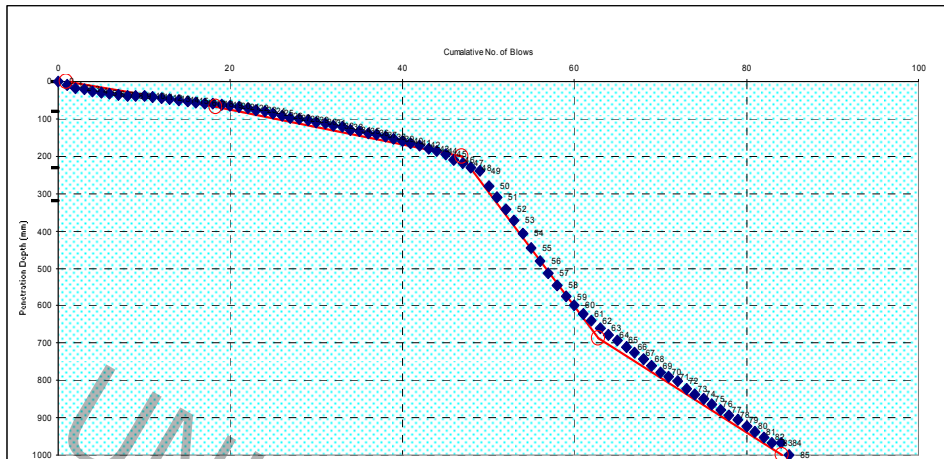


Gambar 5. Lokasi pengujian CBR lapangan dengan alat DCP (arah melintang)

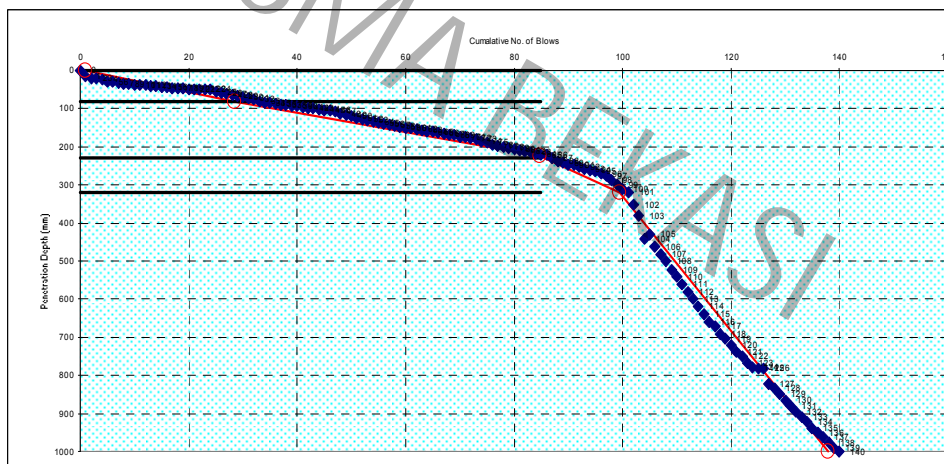
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data lapangan yang didapat dianalisa dengan menggunakan *software Ms-Excel Macro* untuk mengetahui nilai CBR setiap struktur lapisan perkerasan jalan yang diuji dengan menggunakan alat DCP. Berikut hasil *running* dari *software Ms-Excel Macro* pada setiap titik yang telah diuji:

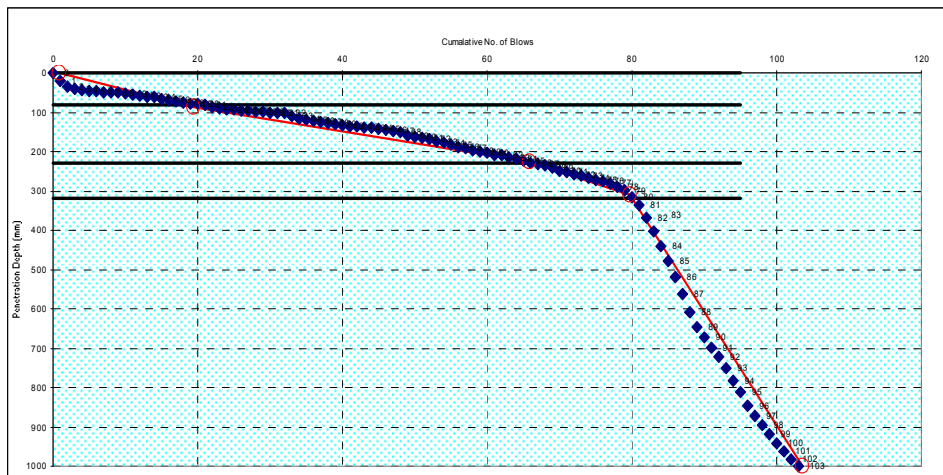
Pada gambar 7 – gambar 9 menunjukkan jumlah komulatif tumbukan pada tiap kedalaman dari 0 meter sampai dengan 1 meter di bawah permukaan.



Gambar 6. Grafik analisa alat DCP pada titik 1



Gambar 7. Grafik analisa pada titik 2



Gambar 8. Grafik analisa pada titik 3

Tabel 1. Nilai CBR sebelum dikoreksi dengan tebal tiap lapis

Titik	Lapisan	Awal (mm)	Akhir (mm)	Ketebalan (mm)	Tumbukan (No.)	Kekuatan CBR (%)
1	Lapis ke-1	0	67	67	18	77
	Lapis ke-2	67	200	133	47	62
	Lapis ke-3	200	687	487	63	7
	Lapis ke-4	687	1000	313	84	17
2	Lapis ke-1	0	80	80	28	106
	Lapis ke-2	80	224	144	85	122
	Lapis ke-3	224	320	96	100	42
	Lapis ke-4	320	1000	680	138	13
3	Lapis ke-1	0	88	88	19	60
	Lapis ke-2	88	225	137	66	104
	Lapis ke-3	225	309	84	80	45
	Lapis ke-4	309	1000	691	104	8

Pada tabel 1 menjelaskan hasil *input* data pembacaan DCP setelah dilakukan pengelompokkan frekuensi pembacaan ke dalam program *Ms-Excel Macro*.

Tabel 2. Nilai CBR setelah dikoreksi dengan tebal tiap lapis

Titik	Lapisan	Kedalaman (mm)	Tumbukan (No.)	Ketebalan (mm)	Kekuatan CBR (%)
1	<i>Surface</i>	80	24	80	90
	<i>Base</i>	230	48	150	44
	<i>Subbase</i>	320	51	90	7
	<i>Subgrade</i>	1000	85	680	12
2	<i>Surface</i>	80	33	80	120
	<i>Base</i>	230	83	150	102
	<i>Subbase</i>	320	99	90	55
	<i>Subgrade</i>	1000	140	680	14
3	<i>Surface</i>	80	21	80	78
	<i>Base</i>	230	66	150	90
	<i>Subbase</i>	320	80	90	43
	<i>Subgrade</i>	1000	91	680	3

Pada tabel 2 menunjukkan CBR tiap lapis perkerasan setelah pada kolom "kedalaman" dimasukkan data hasil melihat ketebalan lapisan yang sebenarnya. Kemudian angka pada kolom "ketebalan" dan "CBR" dimasukkan pada rumus $CBR_{mewakili}$ maksudnya agar dari beberapa nilai CBR yang ada pada lapisan perkerasan tersebut diwakili dari hasil perhitungan $CBR_{mewakili}$ dengan menggunakan rumus (2).

Pada lokasi titik 1 didapat nilai CBR untuk tiap lapisan perkerasan adalah sebagai berikut:

- Lapisan *Surface* adalah penetrasi makadam memiliki nilai CBR 90% dengan ketebalan 80 mm.
- Lapisan *base* adalah makadam memiliki nilai CBR 44% dengan ketebalan 150 mm.
- Lapisan *sub base* adalah *selektif subgrade* memiliki nilai CBR 7% dengan ketebalan 90 mm.
- Lapisan *subgrade* adalah tanah memiliki nilai CBR 12 %

$$CBR_{mewakili} = \left[\frac{80\text{mm} \cdot 90\%^{1/3} + 150\text{mm} \cdot 44\%^{1/3} + 90\text{mm} \cdot 7\%^{1/3} + 680\text{mm} \cdot 12\%^{1/3}}{80\text{mm} + 150\text{mm} + 90\text{mm} + 680\text{mm}} \right]^3$$

$$CBR_{mewakili} = 17,6515\%$$

pada pengujian ini didapat nilai $CBR_{mewakili}$ pada titik 1 sebesar 17 %

Pada lokasi titik 2 didapat nilai CBR untuk tiap lapisan perkerasan adalah sebagai berikut:

- Lapisan *Surface* adalah penetrasi makadam memiliki nilai CBR 120 % dengan ketebalan 80 mm.
- Lapisan *base* adalah makadam memiliki nilai CBR 102% dengan ketebalan 150 mm.
- Lapisan *sub base* adalah *selektif subgrade* memiliki nilai CBR 55% dengan ketebalan 90 mm.
- Lapisan *subgrade* adalah tanah memiliki nilai CBR 14 %.

$$CBR_{mewakili} = \left[\frac{80\text{mm} \cdot 120\%^{1/3} + 150\text{mm} \cdot 102\%^{1/3} + 90\text{mm} \cdot 55\%^{1/3} + 680\text{mm} \cdot 14\%^{1/3}}{80\text{mm} + 150\text{mm} + 90\text{mm} + 680\text{mm}} \right]^3$$

$$CBR_{mewakili} = 29,2396\%$$

pada pengujian ini didapat nilai $CBR_{mewakili}$ pada titik 2 sebesar 29 %

Pada lokasi titik 3 didapat nilai CBR untuk tiap lapisan perkerasan adalah sebagai berikut:

- Lapisan *Surface* adalah penetrasi makadam memiliki nilai CBR 78 % dengan ketebalan 80 mm.
- Lapisan *base* adalah makadam memiliki nilai CBR 90% dengan ketebalan 150 mm.
- Lapisan *sub base* adalah *selektif subgrade* memiliki nilai CBR 43% dengan ketebalan 90 mm.
- Lapisan *subgrade* adalah tanah memiliki nilai CBR 3%.

$$CBR_{mewakili} = \left[\frac{80\text{mm} \cdot 78\%^{1/3} + 150\text{mm} \cdot 90\%^{1/3} + 90\text{mm} \cdot 43\%^{1/3} + 680\text{mm} \cdot 3\%^{1/3}}{80\text{mm} + 150\text{mm} + 90\text{mm} + 680\text{mm}} \right]^3$$

$$CBR_{mewakili} = 12,65284\%$$

pada pengujian ini didapat nilai $CBR_{mewakili}$ pada titik 3 sebesar 12 %.

Hasil analisa dari tiga titik di atas diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi hasil analisa tiap titik

Lapisan	Titik 1			Titik 2			Titik 3		
	Tebal (m)	CBR (%)	CBR yang mewakili =	Tebal (m)	CBR (%)	CBR yang mewakili =	Tebal (m)	CBR (%)	CBR yang mewakili =
Surface	80	90	17 %	80	120	29 %	80	78	12, %
Base	150	44		150	102		150	90	
Subbase	90	7		90	55		90	43	
Subgrade	--	12		---	14		--	3	

Pada tabel 3 menunjukkan rekapitulasi hasil analisa dari pengujian 3 titik. Dimana tiap titik didapat tebal tiap lapisan, CBR tiap lapisan dan CBR_{mewakili} dari beberapa CBR yang ada. CBR pada lapis *surface* adalah 90% untuk titik 1, 120% untuk titik 2 sedangkan titik 3 sebesar 78%. Lapis *base* memiliki nilai CBR 44% untuk titik 1, 102% untuk titik 2 dan 90% untuk titik 3. Untuk *subbase* titik 1 memiliki nilai CBR 7%, titik 2 memiliki CBR 55% dan 3 memiliki nilai CBR 43%. Sedangkan nilai CBR *subgrade* pada tiap titik yaitu 12 % untuk titik 1, 14 % untuk titik 2, dan 3 % untuk titik 3. Dari keempat lapisan pada tiap titik pengujian memiliki nilai CBR yang berbeda.

CBR_{mewakili} untuk setiap titik adalah:

- 17 % untuk titik 1
- 29 % untuk titik 2
- 12 % untuk titik 3

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan yaitu pengukuran nilai *California Bearing Ratio* (CBR) lapis perkerasan aspal dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada perkerasan lapis penetrasi aspal makadam di jalan lokal UNISMA Bekasi maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada titik 1, 2, dan 3 berhasil diukur nilai CBR_{mewakili} tiap titik dengan menggunakan alat DCP standar, *cone* 30°, yaitu:
 - 17 % untuk titik 1
 - 29 % untuk titik 2
 - 12 % untuk titik 3
2. Dari hasil penelitian ini, alat DCP standar dengan *cone* 30° dapat digunakan untuk mengukur nilai CBR struktur perkerasan setingkat lapis penetrasi aspal makadam dan struktur di bawahnya.
3. Alat DCP standar dengan *cone* 30° dapat digunakan sebagai alternatif pengganti alat *benkelmean beam*, untuk jalan dengan struktur perkerasan setingkat lapis penetrasi aspal makadam dan struktur di bawahnya.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2005, **Panduan Penetapan CBR Lapangan Melalui Pengujian dengan Alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)**, Nomor: SMD-06/DCP.

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, 2004, Pedoman Pratikum Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Unisma, Bekasi.

- Sukirman S., 1999, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Penerbit Nova, Bandung.
- Suryadarma H. dan Susanto B., 1999, **Rekayasa Jalan Raya**, Universitas Atmajaya, Yogyakarta.
- Illinois *Department of Transportation Bureau of Material and Pyhsical Research*, 2005, ***Pavement Technology Advisory Dynamic Cone Penetrometer***,
<http://www.dynatest.com/hardware/CISR/windep.htm>, **WinDCP ver. 4.0**
- PT. Multi Bina Teknik Utama, 1995, **Petunjuk Praktikum Asistens Teknisi Laboratorium Tanah.**
- PT. Multi Bina Teknik Utama, *Petunjuk Pemakaian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Type: SO-150.*
- Wesley L. D., 1997, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta

UNISMA BEKASI