

KAJIAN KORELASI NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO* (CBR) DENGAN *DYNAMIC CONE PENETROMETER* (DCP) PADA PEMADATAN TANAH DASAR

Ngir Tjuk Hirwo

Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta
ngirtjuk@itbu.ac.id

Tanah dalam konstruksi harus memiliki nilai kepadatan yang tinggi, karena nilai kepadatan yang tinggi memengaruhi kapasitas dukung tanah dalam menahan beban di atasnya. Untuk memperoleh nilai CBR tanah, dilakukan pengujian DCP, dan hasilnya dikorelasikan menggunakan rumus korelasi CBR-DCP. Guna mengantisipasi kekurangan dalam pengujian korelasi CBR dan DCP tersebut, perlu dilakukan koreksi terhadap rumus CBR-DCP yang tercantum dalam Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum —yang menja di standar bagi seluruh wilayah di Indonesia. Penelitian ini melakukan sejumlah pengujian DCP pada tiga titik di lapangan serta mengambil sampel tanah untuk diuji sifat-sifat fisiknya di laboratorium. Setelah data sifat fisik tanah diperoleh, dilakukan analisis untuk merumuskan korelasi CBR terhadap DCP dan membandingkannya dengan rumus korelasi yang ada. Berdasarkan hasil perhitungan dalam penelitian ini, model rumus korelasi CBR dan DCP yang dikaji adalah $\text{Log CBR} = 3,2350 - 1,500 \text{ Log DCP}$; rumus ini selaras dengan metode umum serta rumus korelasi CBR-DCP dari Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum, ditinjau dari posisi kurva korelasi CBR dan DCP tersebut.

Kata kunci: CBR (California Bearing Ratio), DCP (Dynamic Cone Penetrometer), Korelasi, Pemadatan Tanah

1. PENDAHULUAN

Nilai kepadatan tanah yang tinggi dapat mempengaruhi suatu agar daya dukung tanah untuk memikul beban di atasnya pada suatu konstruksi [1]. Sering terjadinya kerusakan jalan diakibatkan pada fakta mahalnya pengumpulan data CBR (*Califonia Bearing Ratio*). Pada prinsipnya uji CBR (*Califonia Bearing Ratio*) dilakukan di laboratorium, menggunakan beban statis truck atau alat berat lainnya, dan tes penetrasi pada tanah yang akan diukur dengan alat Penetrasi Kerucut Dinamis atau DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*).

Hasil pengujian CBR (*Califonia Bearing Ratio*) dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah terhadap bahan standar dengan kecepatan dan penetrasi yang sama. DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) digunakan untuk mengevaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi jalan [2]. Pengujian dalam tes DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dapat membantu guna mengantisipasi kekurangan dalam pengujian CBR (*Califonia Bearing Ratio*). DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) merupakan suatu metode pengujian yang terbilang murah dan juga dapat mengukur kuat geser dan tekan tanah.

CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR laboratorium bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah dengan taah yang dipadatkan pada kadar air tertentu.

DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) merupakan suatu perangkat sederhana yang dapat digunakan pada permukaan yang tidak rata. DCP merupakan pengujian yag terbilang ekonomis dan memberikan indeks kekuatan struktur tanah secara cepat. DCP berfungsi untuk mengukur ketahanan material tanah atau resistensi terhadap penetrasi. Ketika konus dari alat ini dipancarkan kedalam sampel material tanah. Semakin sulit Konus berpenetrasi maka semakin kuat material struktur tanahnya, dan sebaliknya apabila konus mudah dalam berpenetrasi maka struktur material tanah kurang kuat.

Sand Cone Test

Pengujian Sand Cone merupakan suatu prosedur yang cepat untuk melaksanakan evaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan. Pengujian Sand Cone bertujuan untuk memperoleh nilai Sand Cone dengan cara mengambil langsung material dari

lapangan yang telah dipadatkan dengan menggunakan alat uji Sand Cone kemudian dilakukan pemeriksaan di laboratorium. Pelaksanaan pengujian Sand Cone mengikuti prosedur-prosedur pengujian sesuai standar yang berlaku yaitu dikeluarkan oleh Bina Marga Marga dalam penelitian ini. Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah taau lapisan fondasi, karena pengaruh penumbuk kemudian dengan menggunakan rumus dan grafik, pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan nilai CBR.

Deskripsi Objek Penelitian

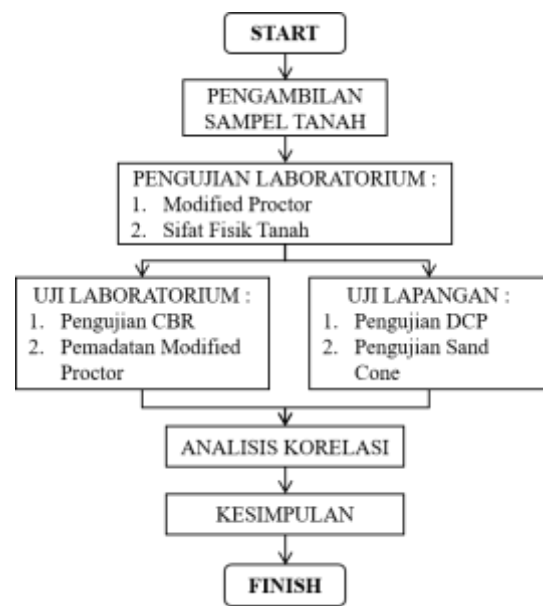
Proyek yang dijadikan lokasi studi adalah **Pembangunan Underpass Bulak Kapal**, yang terletak di Jalan Ir. H. Juanda, Kec. Bekasi Timur, Bekasi, Jawa Barat.

Secara konstruksi, *Underpass* Bulak Kapal memiliki struktur pondasi *bore pile* dengan panjang terowongan utama 690 meter, terdiri dari 2 lajur dengan lebar masing-masing lajur 3,5 meter. *Underpass* ini dilengkapi dengan *frontage* sepanjang 930 meter dengan lebar jalan 6 meter.

2. METODOLOGI

Pengujian dilakukan dimulai dengan pengumpulan data berupa pengambilan sampel material, data pemadatan tanah *Modified Proctor*, data sifat fisik tanah dari pengujian laboratorium, data pengujian lapangan dan gambar kerja. Uji CBR dan DCP (*Mould*) di laboratorium menggunakan tiga variasi tumbukan yaitu, 10, 25, dan 50 dengan menggunakan pemadatan tanah *Modified Proctor*. Sementara pengujian pada lapangan, dilakukan uji DCP dan *Sand Cone*. Setelah itu dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan korelasi CBR laboratorium dengan DCP (*Mould*) dan CBR laboratorium dengan γ_d (*Mould*) yang akan dibandingkan dengan analisis perhitungan nilai CBR% yang didapat dari penelitian ini dikorelasi terhadap rumusan CBR dengan DCP sesuai dengan Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010.

Adapun kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Kerangka Pikir
Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Perhitungan Pemadatan Tanah Pengujian CBR laboratorium:

- CBR = Beban Pada Tanah Yang Diuji
- Kec Penetrasi = 0,05 inc/menit = 1,25 mm/menit
- Penetrasi 0,1 menit

$$CBR = [\text{Beban (lbs)} / 3000] \times 100\%$$
- Penetrasi 0,2 menit

$$CBR = [\text{Beban (lbs)} / 4500] \times 100\%$$

Nilai CBR:

- Penetrasi 0,1"

$$CBR\% = \frac{\text{Beban (lbs)}}{3000} \times 100\% = a$$
- Penetrasi 0,2"

$$CBR\% = \frac{\text{Beban (lbs)}}{4500} \times 100\% = b$$

Catatan:

- Nilai yang dibenarkan $a \leq b$
- Bila nilai $b \geq$ maka perlu dilakukan pengulangan pengujian
- Nilai CBR yang disarankan untuk digunakan adalah CBR pada penetrasi 0,1"

Perhitungan Pemadatan Tanah Pengujian DCP (*Mould*):

$$DCP \left(\frac{mm}{tumb} \right) = \frac{\text{Penetrasi (h)mm}}{Kum Tumb - Kum Tumb Sebelumnya}$$

Perhitungan Pemadatan Tanah Pengujian Korelasi CBR dan DCP:

- Penetrasi = Kumulatif Penetrasi (i) – Kumulatif Penetrasi Sebelumnya
- DCP (mm/tumbukan) = Penetrasi (i) / (Kumulatif tumbuka (i) – Kumulatif tumbukan sebelumnya)
- CBR Konus 60° = Log CBR 2,8135 – 1,313 (Log DCP)
- CBR = h x CBR Konus $^{1/3}$
- CBR Desain (%) = Nilai Terkecil dari CBR Konus 60° + (Total CBR / Total h)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal yang dilakukan terhadap sifat fisik tanah di laboratorium. Hasil dari pengujian tersebut ditampilkan dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Uji Sifat Fisik Tanah

No.	Data Pemeriksaan Tanah			Nilai	
				Penelitian	Spesifikasi
1	Kadar Air	w	(%)	31,32	
2	Berat Jenis	Gs		2,65	
3	Atterberg Limit	LL	(%)	36	
		PL	(%)	28,35	
		PI	(%)	10,53	
4	Gradasi	D60	(mm)	4,086	
		D30	(mm)	0,932	
		D10	(mm)	0,179	
		Cu		23,48	
		Cc		1,35	
		GI		1,37	
5	Direct Shear	c	(kg/cm ²)	0,25	
		φ	(°)	15	
6	Unconfined Compressive Strenght	qu	(kg/cm ²)	0,66	
		e	(%)	1,1505	
7	Pemadatan Standar	w _{opt}	(%)	19,5	
		γ _d maks.	(kg/cm ³)	1,753	
8	CBR (blow)	15	(%)	3,55	
		30	(%)	15,89	
		65	(%)	21,01	
	Kadar Air Maks. (w%)	16,45	(%)	1,601	
		18,15	(%)	1,652	
		20,95	(%)	1,625	
		22,43	(%)	1,605	
		24,22	(%)	1,535	
9	CBR design		(%)	23,8	> 6
10	Klasifikasi Tanah USCS			ML	Non CH
11	Klasifikasi Tanah ASHTO			A-4	Non A-7-6
12	Jenis Tanah			Lanau	

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Selanjutnya untuk pengujian pemadatan tanah dasar di laboratorium dilakukan dengan hasil sesuai tabel 2 dibawah ini.

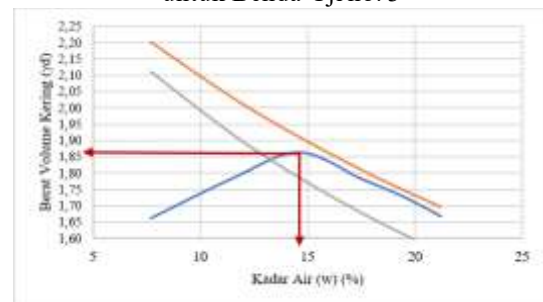
Tabel 2. Hasil Uji *Modified Proctor* di Laboratorium

Uji <i>Modified Proctor</i>	Uji - 1	Uji - 2	Uji - 3
Kadar Air (w) (%)	7,7	11,5	14,6
Berat Tanah Basah (W) (gram)	1700	1890	2030
Perhitungan <i>Modified Proctor</i>			
Berat Volume Basah (γ _b)	1,79	1,99	2,14
Berat Volume Kering (γ _d)	1,66	1,78	1,86
Berat Volume ZAV (γ _d zav), Sr = 100%	2,2	2,03	1,91
Berat Volume ZAV (γ _d zav), Sr = 80%	2,11	1,92	1,79

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Sebagai contoh penentuan pemadatan tanah dasar pada kadar air optimum dilakukan dengan modified proctor pada gambar 1 dibawah ini.

Gambar 1. Grafik Hasil Uji *Modified Proctor* untuk Benda Uji no. 3



Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Selanjutnya dilakukan pengujian CBR di laboratorium. Hasilnya sesuai dengan tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Uji CBR Laboratorium

No. Titik	Nilai CBR (%)		
	Variasi Tumbukan		
	10	25	50
1	4,49	7,77	13,94
2	3,2	8	10,81
3	3,28	6,89	12,82

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Selanjutnya dilakukan pengujian DCP (*Mould*) di laboratorium untuk menentukan nilai γ_d. Hasilnya sesuai dengan tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Rekap Hasil Perhitungan Nilai γ_d pada DCP Laboratorium (*Mould*)

No. Titik	Nilai γ_d (gr/cm ³)		
	Variasi Tumbukan		
	10	25	50
1	1,28	1,15	1,13
2	1,31	1,28	1,27
3	1,4	1,34	1,39

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Selanjutnya dilakukan pengujian DCP (*Mould*) di lapangan untuk menentukan nilai γ_d . Hasilnya sesuai dengan tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Rekap Hasil Perhitungan Nilai γ_d pada DCP di Lapangan (*Mould*)

No. Titik	Nilai DCP <i>Mould</i> (mm/tumbukan)		
	Variasi Tumbukan		
	10	25	50
1	41,25	35	30
2	60	36	30,83
3	56,57	47,67	21,25

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Hasil dari pengujian tersebut dikorelasikan dengan pengujian sand cone yang dilakukan di lapangan. Hasilnya terlihat dalam tabel 6 berikut ini.

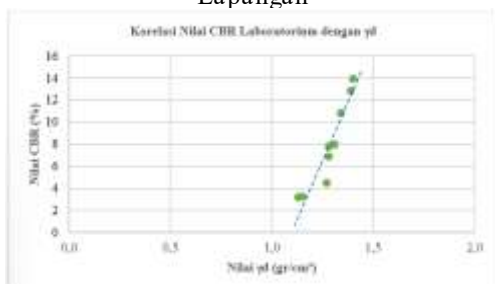
Tabel 6. Rekap Hasil Perhitungan Nilai γ_d pada DCP di Lapangan (*Mould*)

Nilai DCP (mm/blow)			Nilai γ_d (gr/cm ³)		
Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
29,25	48,5	46,5	1,1551	1,0706	1,0768

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai CBR hasil korelasi dari nilai γ_d sand cone. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Grafik Hasil Nilai γ_d Sand Cone Lapangan



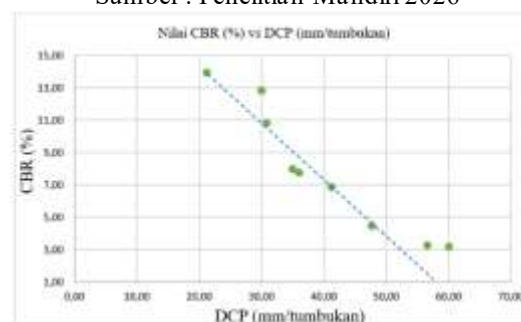
Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Korelasi Nilai CBR Laboratorium dengan DCP Laboratorium ditampilkan dalam tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai CBR laboratorium dengan DCP Laboratorium

Nilai CBR (%)	Nilai DCP (mm/tumbukan)
3,20	60,00
3,28	56,57
4,49	47,67
6,89	41,25
7,77	36,00
8,00	35,00
10,81	30,83
12,82	30,00
13,94	21,25

Sumber : Penelitian Mandiri 2026



Sumber : Penelitian Mandiri 2026

Nilai Korelasi Laboratorium dengan Pengujian Lapangan ditunjukkan dalam tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Nilai CBR Korelasi dari Nilai γ_d Lapangan

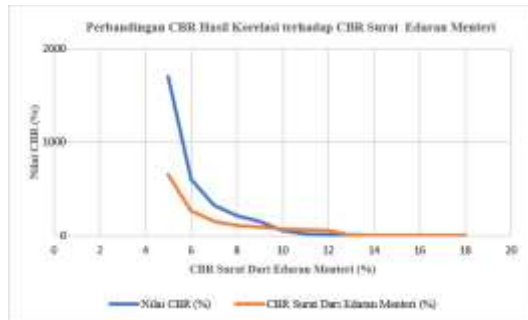
Titik	Nilai γ_d (gr/cm ³)	Nilai CBR (%)
1	1,155	6,64
2	1,071	3,64
3	1,077	3,37

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

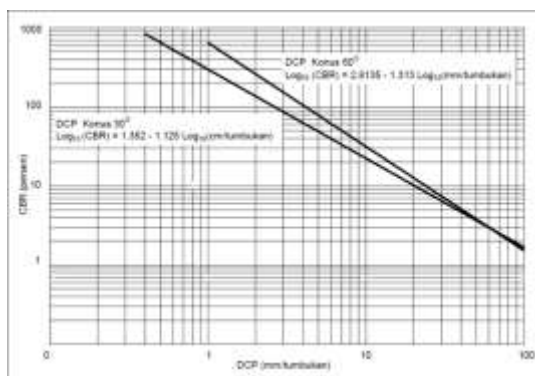
Nilai CBR Korelasi dari Nilai DCP (mm/tumbukan) Lapangan

Titik	Nilai DCP (mm/ tumbukan)	Nilai CBR (%)
1	29,50	10,31
2	48,50	4,80
3	46,80	5,22

Sumber : Penelitian Mandiri 2026



Sumber : Penelitian Mandiri 2026



Sumber : Penelitian Mandiri 2026

DCP	CBR Hasil Korelasi (%)	CBR sesuai SE No. 04/SE/M/ 2010 (%)	Selisih (%)	Prosentase (%)
1	1.707,20	650,87	1.056,33	2,62
2	598,59	261,97	336,62	2,29
3	324,25	153,83	170,42	2,11
4	209,88	105,44	104,44	1,99
5	149,78	78,66	71,12	1,90
10	52,52	31,66	20,86	1,66
20	18,41	12,74	5,67	1,45
29,5	10,32	7,71	2,61	1,34
46	5,32	4,27	0,96	1,22
48,5	4,82	3,98	0,84	1,21
70	2,77	2,46	0,31	1,13
80	2,26	2,06	0,20	1,10
90	1,89	1,77	0,13	1,07
100	1,62	1,54	0,08	1,05

Sumber : Penelitian Mandiri 2026

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan perhitungan yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Model Rumusan Korelasi CBR dan DCP pada penelitian ini memiliki sifat fisik tanah dengan klasifikasi Tanah USCS (ML/Non CH) yaitu, lempung inorganik dengan plastis rendah dan Klasifikasi Tanah AASHTO (A-4/Non A-7-6) yaitu, Jenis material tanah lempung lanau.
- Model Rumusan Korelasi CBR dan DCP pada penelitian ini untuk jenis tanah lanau adalah $\text{Log CBR} = 3,2350 - 1,500 \text{ Log DCP (mm/tumbukan)}$. Pada hasil perhitungan penelitian ini, posisi kurva Rumusan Korelasi CBR dan DCP berada lebih sedikit diatas dari CBR dan DCP Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum. Hal ini dapat disimpulkan nilai CBR yang sebenarnya untuk jenis tanah lanau pada proyek underpass, Bekasi yang telah diteliti lebih tinggi dari CBR dan DCP Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum dan cukup aplikatif untuk kalsifikasi jenis tanah lanau pada proyek underpass, Bekasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J.S., 2015. Hubungan Nilai CBR Dan Sandcone Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Lentur Jalan. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, 5 (terasjurnal)
- Das, B.M., 1995. Mekanika Tanah Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Lambe, T.W., W.R., 1969. Soil Mechanics. New York: John Wiley & Sons.
- Pasaribu, N.M., 2018. Analisis Nilai CBR pada Pekerjaan Road and Location Construction HW-11C Well 4N-38D dengan Metode Dynamic Cone Penetrometer. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, No.2 (Jurnal Teknik).
- Santosa, 2001. Dasar Mekanika Tanah. Jakarta: Gunadarma
- Sawangsurya, 2008. Innovative tools for highway Construction Quality Control. Bangkok: Bureau of Road Reaserch and Development

7. Sujahtra, I.W., 2019. Penyusunan Model Rumusan Korelasi Nilai DCP Dengan Nilai CBR Tanah Berbutir Kasar. Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, 7 (Jurnal Spektran)
8. Verhoef, 1994. Geologi untuk Teknik Sipil. Jakarta: Erlangga.