

Pengujian Parameter Daya Dukung (Bearing Capacity) Tanah Berbutir Halus dengan Menggunakan Alat *California Bearing Ratio* dan *Dynamic Cone Penetration*

Mukti Maruddin*, Zaifuddin, Arqam Jaya Hamzah, Ahsya Ananda Amin

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

*mukti.mukti@umi.ac.id

Diajukan: 29 Mei 2026, Revisi: 15 Juni 2026, Diterima: 18 Juni 2026

Abstract

California Bearing Ratio and Dynamic Cone Penetration are static and dynamic penetration tests. The purpose megetahui influence of density and density differences CBR and DCP values, samples used Disturbed from the District Moncong Loe. Through testing the physical properties and mechanical properties of fine-grained soil. The water content of the cavity has the role of determining the density of the soil so that the water content determines the high and low density of the soil. Density 1,2924 gr/cm³, 1,2965 gr/cm³, 1,3219 gr/cm³, 1,4075 gr/cm³, 1,4239 gr/cm³ obtained CBR value California 1,430%, 6,180%, 12,821%, 11,160%, 3,966% CBR and DCP values 2%, 50,6%, 78,7%, 61,9%, 13,6%. Water content of 16,29% with CBR value of 12,821% CBR value decreases in water content of 23% niali CBR 11,160% of the lowest addition of water 10,61% CBR value of 6,180% and the lowest 38,26% of CBR value of 1,430%. Penetration value of CBR California and DCP density of 1.3219 gr / cm³ California resulted in penetration value of CBR 12,821% and DCP at the same penetration value of CBR 78,7%. CBR value at 10,66% moisture content with a density of 1.2965 gr/cm³ of 6,180%, DCP value at the same moisture content of the same compaction value of 50,6%. Density and water content have the effect of penetration CBR value creates a linear relationship but the linear value of CBR is greater than DCP

Keywords: density, penetration, CBR

Abstrak

California Bearing Ratio dan Dynamic Cone Penetration merupakan pengujian penetrasi secara statis dan dinamis. Tujuannya megetahui pengaruh tingkat kepadatan dan perbedaan kepadatan nilai CBR dan DCP, Sampel digunakan Disturbed dari Kecamatan Moncong Loe. Melalui pengujian sifat fisis dan sifat mekanis tanah berbutir halus. Kadar air bagian dari rongga memiliki peran menentukan kepadatan tanah sehingga kadar air menentukan tinggi rendahnya kepadatan tanah. Kepadatan 1,2924 gr/cm³, 1,2965 gr/cm³, 1,3219 gr/cm³, 1,4075 gr/cm³, 1,4239 gr/cm³ diperoleh nilai CBR California 1,430%, 6,180%, 12,821%, 11,160%, 3,966% dan nilai CBR DCP 2%, 50,6%, 78,7%, 61,9%, 13,6%. Kadar air 16,29 % dengan nilai CBR 12,821% nilai CBR menurun di kadar air 23% nilai CBR 11,160% dari penambahan air terendah 10,61% nilai CBR 6,180% dan terendah 38,26% dari nilai CBR 1,430%. Penetrasi nilai CBR California dan DCP hasil penelitian kepadatan 1,3219 gr/cm³ california menghasilkan penetrasi nilai CBR 12,821% dan DCP pada sama penetrasi nilai CBR 78,7%. Nilai CBR pada kadar air 10,66% dengan nilai kepadatan 1,2965 gr/cm³ sebesar 6,180%, nilai DCP pada kadar air yang sama nilai pemadatan yang sama 50,6%. Kepadatan dan kadar air memiliki pengaruh penetrasi nilai CBR menciptakan hubungan linear namun nilai linear pada CBR lebih besar di banding DCP.

Kata Kunci: Kepadatan, Penetrasi, CBR

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut para ahli geoteknik tanah terbentuk dari butir, air, dan udara. Berdasarkan tanah terbentuk dari tiga unsur tersebut maka tanah dinyatakan memiliki rongga atau pori yang di isi oleh udara dan air. Ketiga komponen tersebut menghasilkan suatu massa yang memiliki sifat kerapatan (γ). Kerapatan tanah di alam berbeda-beda nilainya pada setiap lapisan baik secara vertikal maupun horizontal. (Karim A, n.d.). Menurut tabel USCS tanah dinyatakan berbutir kasar apabila persentase butiran kasarnya lebih dari 50% tertahan saringan 200 begitupun sebaliknya dinyatakan berbutir halus apabila persentase ukuran butiran halusnya lebih dari 50% lolos saringan 200 (Holtz, 1981). Untuk mendapatkan kerapatan tanah yang sesungguhnya perlu dipadatkan terlebih dahulu, maka lahirlah teori pemadatan (*Compaction*). Dengan cara pemadatan, dapat diketahui pengaruh pori terhadap tingkat kepadatan (γ_{dry} . Perubahan tingkat kepadatan (γ_{dry}) pada tanah berpengaruh terhadap parameter sifat fisik maupun sifat mekanis tanah itu sendiri (Siregar et al., 2021). Tanah yang sudah di padatkan diberikan tekanan, tekanan inilah yang melahirkan penetrasi.

Maka dari itu dari setiap tekanan terhadap penetrasi dapat ditentukan nilai CBR nya. (Zumrawi, n.d.), berdasarkan beban standar yang dikeluarkan California. (Satria Nursar A, n.d.). Itulah sehingga Dynamic Cone Penetration dihasilkan dari perbandingan antara penetrasi dengan beban standar yang diberikan dengan tinggi jatuh yang ditetapkan. Pada prinsipnya *California Bearing Ratio* merupakan suatu pengujian penetrasi tanah secara statis, Sedangkan pengujian *Dynamic Cone Penetration* merupakan pengujian penetrasi tanah dengan menggunakan konis yang diberi gaya tumbuk (dimanis) sehingga menghasilkan perlawanan tanah terhadap luas permukaan konis (Mardianus et al., 2020)

Parameter tersebut baik kepadatan, CBR California Bearing ratio dan CBR dari alat Dynamic Cone Penetration dapat digunakan dalam subgrade perencanaan jalan. (Firman Hakim Wasis et al., n.d.). Dengan alasan tersebut, maka penulis mengangkat kasus ini dengan judul “Pengujian Parameter daya dukung (Bearing capacity) tanah berbutir halus dengan menggunakan alat California Bearing Ratio dan Dynamic Cone Penetration”.

1.2 Tujuan Penelitian

Tugas Akhir ini bermaksud untuk mengetahui parameter daya dukung tanah yang diperoleh dari pengujian California Bearing Ratio dan pengujian Dynamic Cone Penetration.

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh tingkat kepadatan terhadap nilai *California Bearing Ratio*
2. Untuk mengetahui pengaruh tingkat kepadatan terhadap nilai *Dynamic Cone Penetration*
3. Untuk mengetahui perbedaan *California Bearing Ratio* dan *Dynamic cone Penetration*.

2. METODE

2.1 Gambaran Umum

Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode eksperimen yang melibatkan bahan uji tanah untuk mendapatkan data tanah. Sebelum dilakukan penelitian dimulai meninjau literatur guna mendapatkan pemahaman mengenai penelitian ini. Penelitian ini berfokus pada penggabungan prinsip-prinsip seperti bukti, logika, pendalama, dan analisis dengan memperhatikan temuan dan hasil penelitian terbaru.

2.2 Lokasi Penelitian

Untuk melakukan penelitian ini, sejumlah pengujian laboratorium dikerjakan di Lab Mekanika Tanah Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia KM 5, Kampus 2, Makassar (Sulawesi Selatan).

2.3 Bahan dan Alat Penelitian

2.3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai di penelitian ini antara lain:

1. Sampel tanah yang telah di tentukan merupakan tanah terganggu (Disturbed Soil). Yang berasal dari kecamatan Moncong Loe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Tanah yang digunakan merupakan tanah berbutir halus.

2.3.2 Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat *California Bearing Ratio* (ASTM D 1882-21) dan *Dynamic Cone Penetration* (ASTM D 6951-03) di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.



Gambar 1. Pengujian menggunakan alat CBR dan DCP

2.4 Persiapan Sampel Tanah

Sampel tanah yang telah dikeringkan kemudian disaring dan dikelompokkan sesuai kebutuhan pengujian fisis dan mekanis.

2.5 Tahap Pengujian

2.5.1 Pengujian fisis

Sifat fisis dapat mempengaruhi daya dukung tanah. (Nurjannah et al., n.d.). Karakteristik tanah banyak tergantung pada butirannya (Wesley, 2012). Pada pengujian Analisa butir dilakukan untuk mengetahui persentase butir tanah

yang tertahan dan lolos saringan nomor 200. sehingga tanahnya dapat dikelompokkan kategori butiran kasar atau halus. (Holtz, 1981).

Untuk pengujian berat jenis menggunakan ASTM D-854-02. Berat jenis dianggap sebagai rasio berat solid dibagi volume terhadap berat air (Evert C. L., 1984). Pengujian Atterberg Limit Test dilakukan untuk mengetahui konsistensi tanah dimana batas cair (liquid limit), batas plastis (plastic limit), dan batas susut (shrinkage limit). (Hardiyatmo, 2012).

2.5.2 Pengujian Mekanis

Proses pemadatan dilakukan dengan cara menggilas atau menumbuk. Kemudian diuji dengan Alat California Bearing Ratio sehingga menghasilkan nilai CBR. Nilai CBR yaitu

perbandingan antara beban yang terjadi terhadap beban standar pada penetrasi 0,1 inch dan 0,2 inch. Masing masing dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi 0,1} = \frac{A}{\frac{1000}{B}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi 0,2} = \frac{B}{1500} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

A = Beban pada penetrasi 0,1 inch

B = Beban pada penetrasi 0,2 inch

Pada pengujian Dynamic Cone Penetration dilakukan dengan menentukan penetrasi terhadap jumlah tumbukan. (Pedoman Cara Uji Cbr Dengan DCP n.d.). Untuk menentukan nilai CBR menggunakan menacu pada SNI No. 04/SE/M/2010 dengan persamaan sebagai berikut:

$$CBR = 2.8135 - 1.313 \text{ Log (mm/tumbukan)} \dots\dots\dots (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai dari hasil pengujian sifat fisis dan mekanis secara berturut-turut tertera di tabel 1 dan Tabel 2:

Tabel 1. Nilai hasil dari pengujian sifat fisis

No.	Jenis Kegiatan	Satuan	Nilai Hasil
1.	Analisa Ukuran Butir		
a.	Butiran Kasar	%	11,98
b.	Butiran Halus	%	88,02
2.	Atterberg Limit		
a.	Batas Cair (LL)	%	47,89
b.	Batas Plastis (PL)	%	25,49
c.	Batas Susut (SL)	%	18,18
d.	Indeks Plastis (IP)		22,40
3.	Berat Jenis (Gs)		2,6329

Dari hasil penelitian di dapatkan tanah berbutir kasar sebanyak 15,84% dan butiran halus sebesar 84,16%. Sehingga dapat disimpulkan tanah yang digunakan tergolong tanah berbutir halus. Sistem pembagian jenis tanah yang digunakan pada penelitian ini yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*). Berdasarkan data dari nilai hasil sifat fisis terhadap tabel USCS dapat disimpulkan bahwa tanah yang dipakai termasuk golongan CL atau lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang. Dengan identifikasi apabila tanahnya lebih kecil saringan no.40 pada kondisi kering kekuatannya berada pada posisi sedang hingga tinggi.

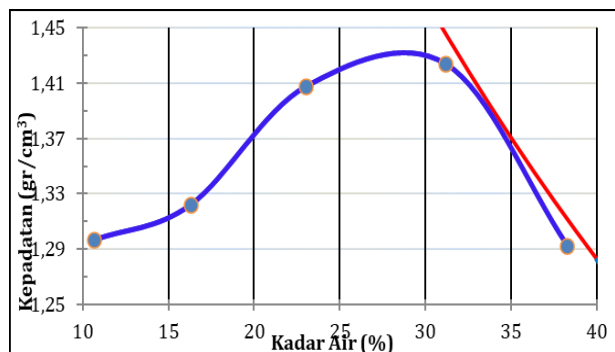
Tabel 2. Nilai hasil dari pengujian sifat mekanis

No	Jenis Kegiatan	Satuan	Sampel				
			1	2	3	4	5
1.			Pemadatan				
a.	Kerapatan	Kg/cm ³	1,4571	1,5372	1,7312	1,8826	1,7869
b.	Kepadatan (γ_d)	Kg/cm ³	1,2965	1,3219	1,4075	1,4239	1,2924

No	Jenis Kegiatan	Satuan	Sampel				
			1	2	3	4	5
2.	Kadar Air						
a.	Kadar air kepadatan (w)	%	10,66	16,29	23,00	31,18	38,26
3.	Nilai parameter California Bearing Ratio						
a.	Penetrasi	inc	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
b.	Load	lb	61,80	128,21	111,60	39,66	14,30
c.	CBR	%	6,180	12,821	11,160	3,966	1,430
4.	Nilai parameter Dynamic Cone Penetration						
a.	Tumbukan	lbs	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
b.	Konis	Ø	60	60	60	60	60
c.	Penetrasi	mm	7	5	6	19	82
d.	CBR	%	50,6	78,7	61,9	13,6	2,0
5.	Perbandingan parameter California Bearing Ratio dan Dynamic Cone Penetration						
a.	CBR California	%	6,180	12,821	11,160	3,966	1,430
b.	CBR DCP	%	50,6	78,7	61,9	13,6	2,0

3.1 Pengaruh Persentasi Pori Air (Kadar Air) Terhadap Nilai Pemadatan

Persentase pori air seiring dengan tingkat pemadatan, karena (pori air) kadar air ini adalah bagian daripada rongga, dimana rongga ada dua yaitu rongga udara dan air, rongga udara dan air ini memiliki peran untuk menentukan kepadatan suatu tanah. Jadi disitulah menggambarkan adanya angka pori yang mengimbangi persentase udara dan persentase air dalam kepadatan suatu tanah sehingga kepadatan tanah tersebut meningkat.



Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar air dengan kerapatan tanah

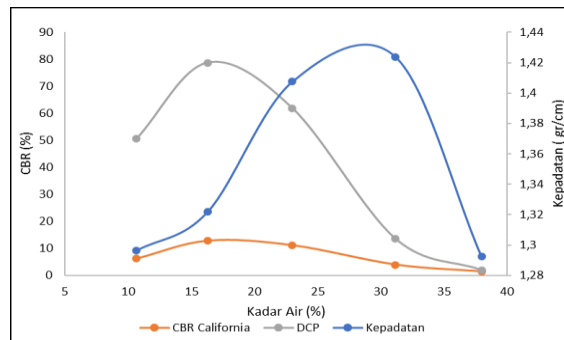
3.2 Pengaruh Kepadatan (γ_d) Terhadap Nilai CBR California dan DCP

Pada kepadatan 1,2924 gr/cm³, 1,2965 gr/cm³, 1,3219 gr/cm³, 1,4075 gr/cm³, 1,4239 gr/cm³ diperoleh nilai CBR dari alat California Bearing Ratio berturut-turut sebesar 1,43%, 6,18%, 12,821%, 11,160%, 3,966% dan nilai CBR dari alat Dynamic Cone Penetration berturut-turut sebesar 2,0%, 50,6%, 78,7%, 61,9%, 13,6%. Tingkat kepadatan suatu tanah dapat mempengaruhi nilai CBR dari alat

California Bearing Ratio maupun dari alat *Dynamic Cone Penetration*. Apabila kepadatan meningkat nilai CBR dari kedua alat ini juga ikut meningkat begitupun sebaliknya apabila kepadatan menurun nilai CBR juga ikut menurun.

Dari data tersebut menggambarkan bahwa dalam kondisi tertentu didapatkan nilai CBR justru lebih tinggi pada kepadatan dengan penambahan air rendah.

Hal ini disebabkan kadar airnya berada pada kondisi batas susut sehingga menyebabkan tanah menjadi kaku, kekakuan tanah ini disebabkan karena kohesifnya saling mengikat.



Gambar 3. Grafik hubungan kepadatan dan kadar air terhadap nilai CBR dan DCP

3.3 Pengaruh Kadar Air (W) Terhadap Nilai Parameter CBR dari alat California Bearing Ratio dan Dynamic Cone Penetration

Peningkatan nilai CBR sampai pada kadar air 16,29% dengan nilai CBR sebesar 12,821% dan DCP sebesar 78,7%, namun pada kondisi tertentu nilai CBR menurun dikarenakan persentase air yang terus bertambah. Penurunan terjadi di kadar air 23% dengan nilai CBR sebesar 11,160% dan DCP 61,9%. Dari hasil penelitian, dapat diketahui bahwa pada penambahan air terendah yaitu 10,66% dihasilkan nilai CBR sebesar 6,180% dan DCP 50,6%, dan pada penambahan air tertinggi yaitu sebesar 38,26% nilai CBR yang dihasilkan sebesar 1,430% dan DCP 2%.

Keadaan ini menunjukkan terjadi perbedaan nilai CBR pada penambahan air rendah dengan penambahan air tertinggi. Nilai CBR lebih besar pada penambahan air rendah dibanding dengan penambahan air tinggi. Hal ini disebabkan kadar airnya berada pada kondisi batas susut sehingga menyebabkan tanah menjadi kaku pada kondisi ini persentase udara lebih dominan daripada persentase air begitupula pada penambahan air tinggi nilai CBR rendah dikarenakan persentase air lebih dominan daripada persentase udara.

3.4 Hubungan Nilai Penetrasi Terhadap Nilai CBR

Dari hasil penelitian menggambarkan Pada kepadatan 1,3219 gr/cm³ California yang ditekan dengan piston sehingga menghasilkan penetrasi terhadap beban dengan nilai CBR sebesar 12,821%. Sedangkan pada DCP dengan kepadatan yang sama, penetrasi terjadi dengan menggunakan cone pada tumbukan dinamis sehingga menghasilkan nilai penetrasi terhadap beban dengan nilai CBR sebesar 78,7%.

3.5 Perbandingan Nilai CBR California Bearing Ratio dan Dynamic Cone Penetration

Nilai CBR pada kadar air 10,66% dengan nilai kepadatan 1,2965 gr/cm³ sebesar 6,180%, sedangkan nilai Dynamic Cone Penetration pada kadar air yang sama dengan nilai pemadatan yang sama sebesar 14,5%. Dari nilai hasil pengujian dapat disimpulkan untuk kadar air dan kepadatan yang sama nilai CBR California Bearing Ratio lebih besar dibanding dengan nilai CBR Dynamic Cone Penetration.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan, sehingga ada sebagian hal yang dapat disimpulkan, yaitu:

1. Perubahan tingkat kepadatan suatu tanah memiliki pengaruh terhadap nilai penetrasi terhadap beban, baik yang terjadi pada alat *California Bearing Ratio* maupun pada alat *Dynamic Cone Penetration*. Oleh karena itu dapat mempengaruhi nilai CBR dyang dihasilkan kedua alat ini.
2. Persentase kadar air dapat mempengaruhi nilai penetrasi terhadap beban yang terjadi sehingga dapat mempengaruhi nilai CBR baik dari alat *California Bearing Ratio* dan *Dynamic Cone Penetration*.

3. Nilai yang dihasilkan dari alat California Bearing Ratio dan alat Dynamic Cone Penetration menciptakan hubungan yang linier terhadap nilai CBR, namun nilai CBR dari alat California Bearing Ratio lebih rendah dibanding nilai CBR dari alat Dynamic Cone Penetration.

4.2. Saran

1. Disarankan dilakukan pengujian Hydrometer karena tanah yang digunakan berbutir halus.
2. Disarankan dilakukan CBR perendaman.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika tanah 1* (Edisi ke-6). Gadjah Mada University Press.
- Head, K. H. (1982). *Manual of soil laboratory testing: Vol. 2. Permeability, shear strength and compressibility tests*. Pentech Press.
- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An introduction to geotechnical engineering*. Prentice-Hall.
- Karim, A., Supardi, S., Alifuddin, A., & Maruddin, M. (2023). Karakteristik kekuatan geser tanah terhadap perubahan nilai kepadatan tanah. *Jurnal Flyover*, 3(2), 69–76. <https://doi.org/10.52103/jfo.v3i2.1532>
- Liu, C., & Evett, J. B. (1984). *Soil properties: Testing, measurement, and evaluation*. Prentice-Hall.
- Mardianus, Alwi, A., & Aprianto. (2020). Korelasi daya dukung tanah dasar yang didapat dari hasil uji sondir (Cone Penetration Test), Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dan Plate Bearing Test. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.26418/jelast.v7i1.40246>
- Nurjannah, Musdalifah, Karim, M. A., Aminuddin, M., & Maruddin, M. (2019). Analisis laju perubahan nilai *California Bearing Ratio* terhadap tingkat kepadatan tanah timbunan untuk subgrade. *JILMATEKS: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, 1(3). <https://doi.org/10.33096/bwamys19>
- Nursar, A. S., Iswan, & Setyanto. (2015). Komparasi nilai daya dukung tanah lempung ditinjau dari hasil uji skala penetrasi konus dinamis, uji CBR laboratorium dan uji kuat tekan bebas. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 3(2), 193–204. <https://doi.org/10.23960/jrsdd.v3i2.451>
- Siregar, R. D., Sarifah, J., & Tanjung, D. (2021). Analisa kepadatan tanah menggunakan metode sand cone pada pembangunan relokasi Jalan Bendungan Lau Simeme Paket II Kab. Deli Serdang Sumatera Utara. *Buletin Utama Teknik*, 16(3), 157–162. <https://doi.org/10.30743/but.v16i3.3776>
- Wasis, H. F. H., Utami, H. S., Purwanto, D., & Setiadji, B. H. (2012). Penggunaan Terrasil sebagai material modifier untuk perbaikan daya dukung subgrade. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 1(1), 1–10.
- Wesley, L. D. (2012). *Mekanika tanah untuk tanah endapan dan residu*. ANDI.
- Zumrawi, M. M. E., & Elnour, H. (2016). Predicting bearing strength characteristics from soil index properties. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 7(2), 266–277