

# Analisa Daya Dukung Tanah Dasar (*Sub Grade*) Di Kecamatan Wolowa Dusun Waole I Jalan Kaulea Menggunakan Alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

\*Nina Haryati<sup>1</sup>, Anna Irada La Ode Malim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia

<sup>\*</sup>[ninaharyatist@gmail.com](mailto:ninaharyatist@gmail.com)

Dikirim: 10 September 2022, Revisi: 26 September 2022, Diterima: 27 September 2022

## Abstrak

Nilai adalah aspek utama yang perlu diperhitungkan saat merencanakan jalan. CBR (*California Bearing Ratio*) dari tanah tersebut karena akan berdampak pada ketebalan atau daya dukung tanah dasar. Untuk menemukan nilai CBR didapatkan dari pengujian lapangan yaitu DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*). Metode untuk pengujian DCP ini dilakukan di titik kiri, tengah, dan kanan setiap jarak 100 meter dengan menggunakan metode zig-zag. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tentang daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada ruas jalan kaulea, desa waole kecamatan Wolowa, Kabupaten buton sehingga pengguna lalu lintas dapat lebih mudah mengakses jalan dan agar akses jalan menjadi lebih mudah untuk dilalui. Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata DCP adalah 22,02 mm, sedangkan rata-rata nilai CBR sebesar 8,88%. Nilai korelasi CBR-DDT terkecil 5,76 %, dengan DDT sebesar 8,8%. Nilai CBR untuk desain / plan yang diperoleh memenuhi standar persyaratan nilai CBR yang telah ditetapkan sebesar 6%. Tidak perlu dilakukan pemadatan kembali di lapangan karena tidak memenuhi standar nilai CBR yang telah ditentukan dan disetujui untuk menambah perkerasan jalan.

**Kata kunci:** Analisa Daya Dukung tanah dasar, DCP, CBR Lapangan

## Pendahuluan

Jalan merupakan bagian vital dari prasarana transportasi masyarakat, sehingga jumlah mobil yang melewati suatu ruas jalan berpengaruh terhadap daya dukungnya. Daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi kekuatan dan umur konstruksi perkerasan jalan.

Informasi tentang kekuatan tanah dasar, kualitas material, komposisi, dan ketebalan lapis perkerasan eksisting merupakan pertimbangan penting saat merencanakan pemeliharaan dan peningkatan jalan. Kekuatan tanah dasar lapangan saat ini, seperti nilai California Bearing Ratio (CBR) berdasarkan keadaan pada saat implementasi dan pada saat layanan diberikan.

Jalan Kaulea Desa Waole terdapat di Kecamatan Wolowa Kabupaten Buton merupakan akses utama menuju desa waole yang didominasi tanah lunak, dan beberapa titik pada jalan tersebut mengalami penurunan ketinggian, sebagai mana diketahui tanah sangat mempengaruhi dalam kontruksi perkerasan jalan. Maka penelitian ini dilakukan agar mengetahui nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dasar (*Subgrade*).

Berdasarkan uraian diatas kami tertarik dan berkeinginan untuk mempelajari dan meneliti nilai kepadatan tanah pada ruas jalan Kaule Desa Waole dengan judul Penelitian

**“Analisa Daya Dukung Tanah Dasar (*Sub-Grade*) Kecamatan Wolowa Desa Waole Jalan Kaulea Menggunakan Alat DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*)”**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah Untuk mengetahui hasil dari analisa kepadatan tanah dalam Bentuk nilai korelasi CBR-DDT dengan menggunakan alat DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*) pada Jalan Kaulea Desa Waole terdapat di Kececamatan Wolowa Kabupaten Buton.

Manfaat yang dapat dimabil dari temuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan pemahaman tentang mekanika tanah, khususnya hubungan antara nilai CBR dan DCP
2. Dengan memanfaatkan fungsi logaritmik untuk membuat grafik korelasi nilai CBR dan DCP, temuan penelitian ini dapat digunakan untuk menghitung nilai CBR dan DCP.

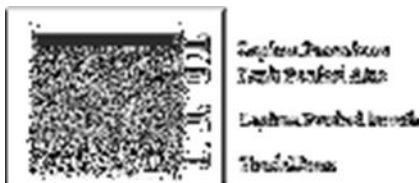
## Kepadatan Daya Dukung Tanah

Ketebalan perkerasan sangat dipengaruhi oleh kekuatan dukung tanah dasar dalam hal perencanaan jalan raya; semakin tinggi kekuatan dukung tanah, semakin tipis ketebalan perkerasan yang dibutuhkan untuk menahan beban lalu lintas. Jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, dll, semuanya mempengaruhi daya dukung subgrade. (Hendarsin, 2000)

Sukirman (1999) menegaskan bahwa bobot kendaraan yang disalurkan ke lapisan perkerasan melalui roda kemudian disebarkan ke lapisan di bawahnya hingga akhirnya diserap oleh tanah dasar. Akibatnya, kekuatan tanah dasar serta lapisan perkerasan menentukan tingkat kerusakan struktur perkerasan selama umur layanan

### Lapisan Tanah Dasar

Tujuan perkerasan lentur adalah untuk menampung beban lalu lintas dan menimbulkan lapisan-lapisan di bawahnya. Dalam prakteknya, perkerasan lentur menerima beban lalu lintas terlebih dahulu dari lapisan permukaan/penutup (surface course), kemudian menyebarkannya ke lapisan-lapisan di bawahnya, terutama lapisan pondasi, lapisan subbase, dan lapisan tanah dasar. Berikut adalah ilustrasi gambar lapisan perkerasan jalan: Contoh gambar lapisan perkerasan jalan terdapat pada Gambar 1 sebagai berikut:



**Gambar 1.** Lapisan perkerasan

### *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Prinsip kerja DCP adalah memungkinkan untuk menembus material dengan cepat saat dipanaskan hingga suhu tertentu serta saat dipanaskan hingga suhu tinggi. Jika kekuatan masing-masing lapis perkerasan jalan atau lapangan terbang berbeda, lingkungan lapisan-lapisan disekitarnya dapat diketahui, dan ketebalan lapisan dapat ditentukan. Korelasi Pengukuran Kekuatan CBR Penetrometer Tanah oleh Harison, J.R. Ada banyak teknik yang dapat digunakan untuk menentukan dan memperkirakan nilai CBR bahan granular, menurut *Australian Road Research* 16 (2), Juni 1987. Namun, penetrasi kerucut dinamis, juga dikenal sebagai Dynamic Cone Penetrometer, adalah yang saat ini paling akurat dan paling murah (DCP). Selain itu, DCP

adalah salah satu uji tak merusak (NDT) yang digunakan untuk tanah dasar, stabilisasi tanah dengan semen atau kapur, lapisan pondasi batu pecah, dan pondasi dasar sirt.

1. Manfaat Penggunaan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)
  - a. Memberikan informasi kekakuan dalam mm/punch.
  - b. Perubahan kemiringan dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan lapisan tanah.
  - c. Mengurangi gangguan pada permukaan tanah.
  - d. Data kekuatan dan desain dapat dihubungkan dengan hasil pengujian lainnya (CBR).
  - e. Biaya murah Sedikit waktu dan yang dibutuhkan (cepat).
2. Kelemahan Penggunaan Penetrometer Kerucut Dinamis (DCP)
  - a. Tidak dapat diaplikasikan pada aspal, beton, atau hard rock.
  - b. DCP dapat dirugikan oleh aplikasi berulang pada lapisan tanah yang tebal dan keras atau dengan pemindahan lapisan yang tidak memadai.
  - c. Tidak mampu mengukur kerapatan atau kelembapan (hanya untuk mengukur kekakuan).
3. Alat DCP, atau *Dynamic Cone Penetrometer*, terdapat tiga komponen penting dari *dynamic cone penetrometer* (DCP) harus terhubung satu sama lain, antara lain:
  - a. Bagian terdiri dari:
    - 1) Pemegang
    - 2) Batang atas memiliki diameter 16 mm dan tinggi 575 mm.
    - 3) Palu beratnya 8 kg dan berbentuk seperti silinder berongga.
  - b. Bagian tengah terdiri dari :
    - 1) Landasan Penahan penumbuk yang terbuat dari baja.
    - 2) Cincin anti guncangan
    - 3) Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk ke dalam
  - c. Bagian bawah terdiri dari :
    - 1) Batang bagian bawah, panjang 90 cm diameter 16 mm.
    - 2) Batang penyambung, panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam

- bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya.
- 3) Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja.
  - 4) Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung diameter 20 mm, sudut 60 atau 300.
  - 5) Cincin pengaku.

Adapun contoh alat uji DCP, bisa dilihat pada Gambar 2 berikut :



**Gambar 2.** Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP).

4. Hasil penggunaan alat DCP  
Secara umum, hasil tes DCP dapat dinyatakan dengan :
  - a. Skala penetrasi, yang menunjukkan apakah mudah atau sulit untuk menembus tanah (Skala Penetrasi Penetrometer, atau SPP), diberikan dalam cm/tumbukan
  - b. Tahanan Skala penetrasi (Skala Of Penetration Resistance = SPR), yang menyatakan sukar atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah dinyatakan dalam tumbukan/cm.

Jumlah rata-rata penetrasi per tumbukan (mm/blow), yang menjadi dasar nilai DCP, ditentukan dari data lapangan, yang sering tercatat dalam SPP. Namun, analisis data juga menggunakan SPR dan korelasi dilakukan pada kertas tembus pandang. Nilai CBR dapat dihitung dari nilai DCP yang ada; semakin tinggi nilai CBR maka semakin kecil nilai penetrasi DCP (mm/blow).

### California Bearing Ratio (CBR)

CBR (California Bearing Ratio), merupakan percobaan daya dukung tanah yang dikembangkan oleh California State Highway Department, prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dengan cara memasukkan suatu benda ke dalam benda uji. Pengujian CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu material terhadap material standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

Nilai CBR dihitung pada penetrasi 0,1 inchi dan penetrasi 0,2 inchi kemudian hasil dari kedua perhitungan tersebut dibandingkan menurut SNI 03-1744-1989 dan diambil hasil yang terbesar.

### Kegunaan CBR

Pendekatan empiris, yang sering dikenal dengan CBR, adalah metode yang digunakan saat ini untuk mengembangkan perkerasan jalan (California Bearing Ratio). Ketebalan perkerasan jalan ditentukan oleh nilai perkerasan. Klasifikasi Nilai CBR pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi Nilai CBR

CBR (%)	Keterangan
0 – 3	Sangat buruk
3 – 7	Buruk
7 – 20	Sedang
20 – 50	Baik
>50	Sangat Baik

### Metode Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan pengumpulan data sekunder yang berasal langsung dari lapangan, diantaranya data pembacaan dari alat DCP dan CBR di lapangan

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan dan Pengujian penetrasi dengan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) ini berada di Jalan Kaulea Desa Waole Kecamatan Wolowa berdasarkan hasil survey dilokasi memiliki panjang 1 km merupakan tipe jalan Kelas III C, Seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini, survei ini dilakukan secara langsung dengan membagi beberapa segmen.



**Gambar 3.** Lokasi penelitian

### Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pengujian penetrasi alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) menggunakan alat langsung

dengan kekuatan tumbukan dan indikator pemantauan. Proses pengujian memerlukan:

**Peralatan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



**Gambar 4.** Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Berikut bagian alat DCP bisa dilihat pada Tabel 2 berikut.

- a. Alat palu

Alat palu digunakan sebagai alat dalam mengaplikasikan alat DCP dalam hal ini digunakan untuk meratakan tanah untuk dilakukan penetrasi.

**Tabel 2.** Alat-alat pengukuran DCP

Nama Alat	Keterangan
Konus	baja yang diperkeras diameter 20 mm, sudut kemiringan 30 <sup>0</sup> dan 60 <sup>0</sup>
Palu Penumbuk	Berat 8 kg, tinggi jatuh 575 mm
Mistar	100 cm
Tangkal atas pengarah palu	Diameter 16 mm, Panjang 575 mm
Tangkal bawah	Diameter 16 mm, Panjang 900 mm

**Persyaratan Pengujian**

Untuk 1 daerah bukit percobaan dan 1 lembah percobaan, lokasi pemeriksaan dilakukan dengan kecepatan 1 percobaan per 100 m secara horizontal atau sesuai kebutuhan. Biasanya hal ini dilakukan sebagai Quality Control dalam pekerjaan konstruksi jalan.

**Metode Pengambilan Titik**

Metode zigzag digunakan untuk mengambil titik pada saat proses pengujian lapangan. Nilai DCP diambil pada tiga ruas yang berbeda yaitu ruas jalan tengah di STA (0 000), jalan kanan di STA ambil (0 + 100), dan jalan kiri di STA (0 + 200), secara berkala hingga STA terakhir diambil dengan panjang jalan 1 km dengan mengambil 11 titik uji DCP, setiap titik dihitung per 100 m untuk tata letak alat DCP metode zigzag.

**Cara Pengujian Lapangan**

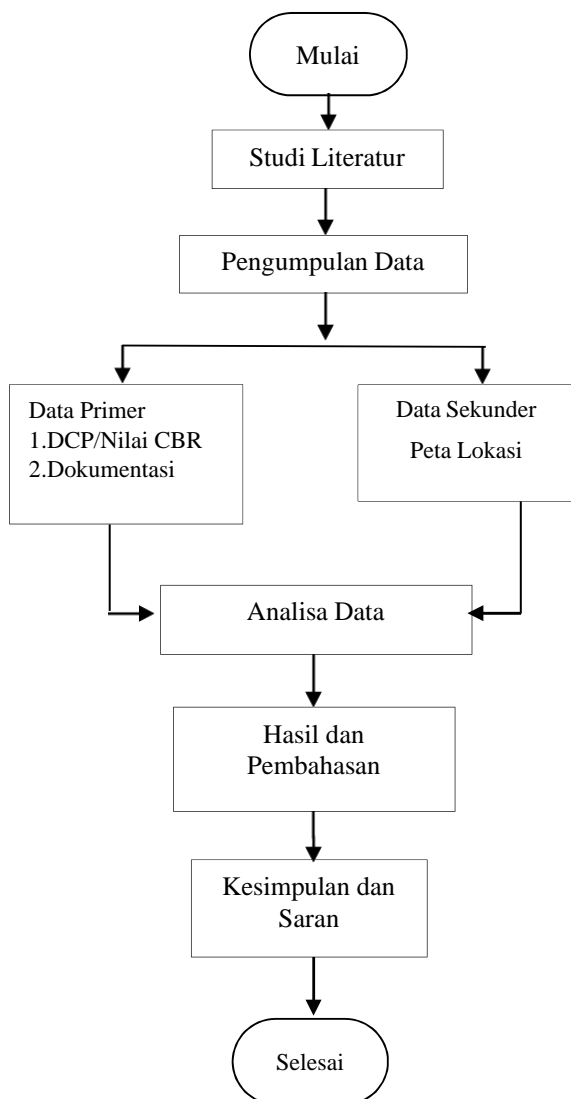
- a. Pasang peralatan sepenuhnya, berikan perhatian khusus pada sambungan antara pipa bawah dan jarum baja dan pipa pondasi yang lebih tinggi.
- b. Atur alat yang dibangun tegak lurus pada permukaan yang kokoh dan rata, dan catat pembacaan nol seperti yang ditunjukkan untuk mengukur kedalaman
- c. Cara mengangkat dan menurunkan palu dan berapa banyak pukulan yang harus dilakukan:
  - 1) Angkat palu dengan hati-hati pada pegangan atas hingga mencapai ketinggian maksimum pegangan.
  - 2) Bebaskan palu agar dapat jatuh secara alami ke landasan.
  - 3) Lakukan langkah-langkah diatas pada poin 1 dan 2 diatas sesuai dengan ketentuan- ketentuan sebagai berikut :
    - a) Pencatatan dilakukan setiap 10 mm untuk perkerasan lapisan normal. Terlepas dari itu masih mungkin. jika kekuatan lapisan yang sedang diuji menjadi lebih keras.
    - b) Untuk pondasi yang terbuat dari bahan berbutir yang cukup keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5 sampai 10 pukulan.
    - c) Pembacaan kedalaman satu atau dua langkah cukup untuk sub-base atau subgrade yang terdiri dari bahan lunak. Pembacaan masih sah jika

kecepatan penetrasi kurang dari 0,5 mm/pukulan, tetapi pengujian harus dihentikan jika terus meningkat setelah 20 pukulan. Pengeboran atau penggalian kemudian harus dilakukan di area tersebut hingga mencapai area yang tidak diuji lagi.

- 4) Cara mengangkat tangkai dan peralatan DCP :
  - a) Siapkan bahwa peralatan akan diangkat atau dicabut keatas.
  - b) Angkat dan pukulkan beberapa kali dengan arah keatas sehingga menyentuh handel dan bawah terangkat ke atas permukaan tanah.

Berikut langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis koefisien reaksi tanah dasar pada jalan Moko di Kelurahan Sulaa:

- a. Dengan menggunakan alat DCP, bagilah banyak titik uji untuk mendapatkan nilai CBR lapangan.
- b. Pengambilan nilai DCP dilapangan menggunakan metode zig-zag pada ruas jalan. Dengan jarak 100 m/STA dan diulang hingga STA terakhir diambil, sisi kiri jalan, serta bagian kanan dan tengah, berbeda.
- c. Setiap titik uji yang memiliki nilai CBR diperiksa dengan menggunakan metode garis dan analisis, sehingga diperoleh nilai CBR yang diberikan dalam persentase (%) yang menunjukkan daya dukung tanah.
- d. Menggunakan pendekatan bersama untuk menghitung nilai CBR desain.



**Gambar 5.** Bagan alir penelitian.

### Data DCP (Dynamic Cone Penetrometer)

Berdasarkan hasil dari menganalisis kepadatan tanah di Jalan Moko Kelurahan Sulaa Kecamatan Betoambari yaitu dengan metode zig-zag dan setiap segmen diberi jarak 100 m, sepanjang 1 km dengan jumlah titik uji sebanyak 10, sehingga dari sumber (analisis data) diperoleh nilai CBR untuk tiap STA dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai CBR lapangan hasil pengujian dengan alat DCP

Nomor	Stasiun (STA)	Nilai CBR (%)
1	0+000	10,12%
2	0+100	8,88%
3	0+200	9,03%
4	0+300	10,03%
5	0+400	10,41%
6	0+500	9,51%
7	0+600	9,76%
8	0+700	9,51%
9	0+800	9,94%
10	0+900	9,85%
11	0+1000	9,02%

Dari hasil Tabel 3 di atas dapat dilihat untuk nilai-nilai CBR dari uji STA 0+000 sampai dengan STA 0+1000 yang bersumber dari (analisis data) dengan penjelasan seperti pada Tabel 4 berikut :



**Tabel 4.** Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+000.

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
	0	0	0	0			
	5	5	320	320			
<b>0+00</b>	5	10	395	395			
	5	15	466	466	24	1,01	10,12
	5	20	505	505			
	5	25	600	600			
	5	30	715	715			

Di Tabel 4 menunjukkan formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada STA 0+000.

Menghitung DCP

$$\text{DCP} = (\text{penetrasi akhir} - \text{penetrasi awal}) / \text{kumulatif tumbukan}$$

$$= (715 - 0) / 30$$

= 24 mm/tumbukan Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{Log}_{10}(\text{mm/tumbukan})$$

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,3131 \text{Log}_{10} \times 20$$

$$= 10,12 \%$$

Tabel 4 menunjukkan temuan nilai CBR uji DCP (Dynamic Cone Penetrometer) pada STA 0+000 berdasarkan sumber (analisis data). Hal Ini menunjukkan bahwa setiap segmen dengan jarak 100 m memiliki angka *California Bearing Ratio* (CBR) yang berbeda beda, hal tersebut dikarenakan pengaruh letak dan kondisi tanah.

**Tabel 5.** Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+100

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
	0	0	0	0			
	5	5	350	350			
<b>0+100</b>	5	10	400	400			
	5	15	480	480	26	0,95	8,88
	5	20	575	575			
	5	25	675	675			
	5	30	790	790			

Di Tabel 5 menunjukkan formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada STA 0+100.

Menghitung DCP

$$\text{DCP} = (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan}$$

$$= (790 - 0) / 30$$

= 26 mm/Tumbukan

Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

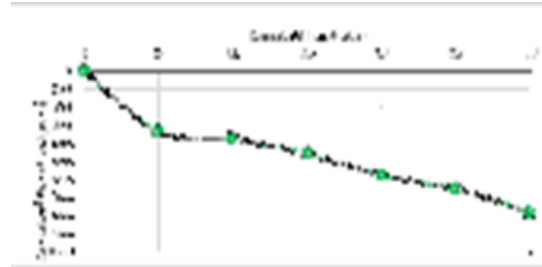
$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{Log}_{10}(\text{mm/tumbukan})$$

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{Log}_{10} \times 25$$

$$= 8,88 \%$$

Dari Tabel 5 di atas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone*

*Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+100. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah dengan penjelasan seperti pada Gambar 6 berikut :



**Gambar 6.** Grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+100

Di Gambar 7 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+100. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi penurunan nilai kumulatif penetrasi.

**Tabel 6.** Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+200.

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
	0	0	0	0			
	5	5	334	334			
<b>0+200</b>	5	10	377	377			
	5	15	458	458	26	0,96	9,03
	5	20	576	576			
	5	25	654	654			
	5	30	780	780			

Dari Tabel 6 menunjukkan formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada STA 0+200.

Menghitung DCP

$$\text{DCP} = (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan}$$

$$= (780 - 0) / 30$$

= 26 mm/Tumbukan Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

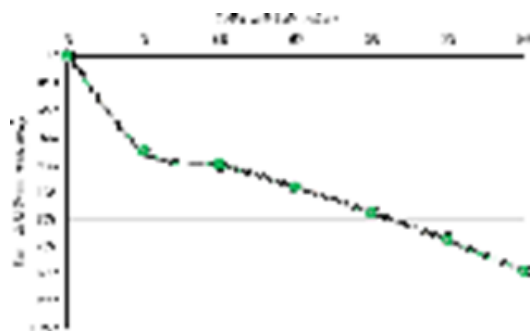
$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{Log}_{10}(\text{mm/tumbukan})$$

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{Log}_{10} \times 23$$

$$= 9,03 \%$$

Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) untuk uji Dynamic Cone Penetrometer (DCP) ditunjukkan pada STA 0+200 pada Tabel 6 di atas berdasarkan sumber (analisis data). Mengingat lokasi dan karakteristik tanah di lokasi penelitian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap CBR (*California Bearing Ratio*), maka setiap penampang yang dipisahkan sejauh 100 m memiliki nilai yang berbeda. Nilai

California Bearing Ratio (CBR) direpresentasikan pada grafik penetrasi dampak dengan penjelasan seperti yang diberikan pada Gambar 7 di bawah ini untuk informasi tambahan:



**Gambar 7.** Grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+200

Di Gambar 7 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+200. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi.

**Tabel 7.** Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+400.

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0	0	0	0	0			
5	5	5	280	280			
0+400	5	10	321	321			
5	5	15	421	421	23	1,02	10,4
5	5	20	500	500			
5	5	25	620	620			
5	5	30	700	700			

Pada Tabel 7 menunjukkan formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada STA 0+400.

Menghitung DCP

$$DCP = (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan}$$

$$= (700 - 0) / 30$$

$$= 23 \text{ mm/Tumbukan}$$

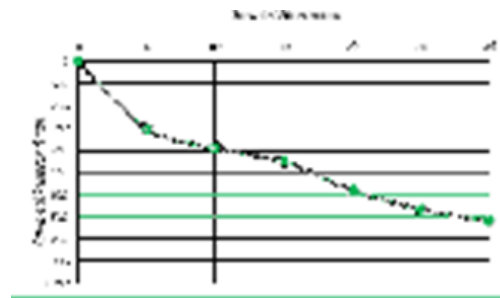
Ukuran konus 60°

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan})$$

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \times 27 = 10,41\%$$

Hasil uji *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) ditunjukkan pada Tabel 7 di atas berdasarkan sumber (analisis data) dan nilai CBR pada STA 0+400. Karena lokasi dan kondisi tanah di lokasi penelitian berpengaruh signifikan terhadap CBR (*California Bearing Ratio*), maka setiap ruas yang berjarak 100 m memiliki nilai yang berbeda. Gambar 8 di bawah ini

memberikan penjelasan dan representasi angka CBR (*California Bearing Ratio*) pada grafik penetrasi benturan.



**Gambar 8.** Grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+400

Di Gambar 8 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+400 Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi penurunan nilai kumulatif penetrasi.

**Tabel 8.** Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+600

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0	0	0	0	0			
5	5	5	310	310			
0+600	5	10	421	421			
5	5	15	500	500	25	0,99	9,76
5	5	20	567	567			
5	5	25	630	630			
5	5	30	735	735			

Di Tabel 8 menunjukkan formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada STA 0+600.

Menghitung DCP

$$DCP = (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan}$$

$$= (735 - 0) / 30$$

$$= 25 \text{ mm/Tumbukan}$$

Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

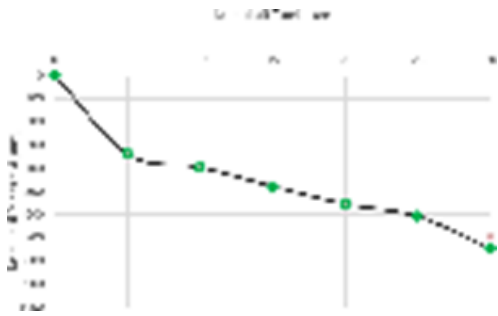
$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan})$$

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \times 25 = 9,76 \%$$

$$= 9,76 \%$$

Hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) ditunjukkan pada Tabel 9 di atas berdasarkan sumber (analisis data) dan nilai CBR pada STA 0+600. Karena lokasi dan kondisi tanah di lokasi penelitian berpengaruh signifikan terhadap CBR (*California Bearing Ratio*), maka setiap ruas yang berjarak 100 m memiliki nilai yang berbeda. Gambar 9 di bawah ini memberikan penjelasan dan representasi

angka CBR (California Bearing Ratio) pada grafik penetrasi benturan.



**Gambar 9.** Grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+600

Di Gambar 9 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+600. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi.

**Tabel 10.** Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+800.

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0	0	0	0	0			
5	5	5	296	296			
0+800	5	10	397	397			
5	15	15	470	470	24	1,00	9,94
5	20	20	549	549			
5	25	25	640	640			
5	30	30	725	725			

Pada Tabel 10 menunjukkan formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada STA 0+800.

Menghitung DCP

$$\begin{aligned} \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan} \\ &= (725 - 0) / 30 \\ &= 24 \text{ mm/Tumbukan} \end{aligned}$$

Menghitung CBR

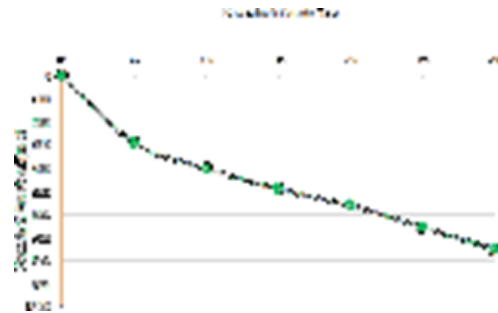
Ukuran konus 60°

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan})$$

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \times 25 \\ &= 9,94 \% \end{aligned}$$

Temuan uji Dynamic Cone Penetrometer (DCP) ditunjukkan pada Tabel 10 di atas berdasarkan sumber (analisis data) yang menempatkan nilai CBR pada STA 0+800. Mengingat lokasi dan karakteristik tanah di lokasi penelitian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap CBR (*California Bearing Ratio*), maka setiap penampang yang dipisahkan sejauh 100 m memiliki nilai yang berbeda.

Gambar 10 di bawah ini memberikan penjelasan dan representasi angka CBR (*California Bearing Ratio*) pada grafik penetrasi benturan.



**Gambar 10.** Grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+800

Di Gambar 10 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+800. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi penurunan nilai kumulatif penetrasi.

**Tabel 11.** Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 1+000

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0	0	0	0	0			
5	5	5	320	320			
1+800	5	10	395	395			
5	15	15	493	493	26	0,96	9,03
5	20	20	560	560			
5	25	25	630	630			
5	30	30	780	780			

Di Tabel 11 menunjukkan formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada STA 1+000.

Menghitung DCP

$$\begin{aligned} \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan} \\ &= (780 - 0) / 30 \\ &= 26 \text{ mm/Tumbukan} \end{aligned}$$

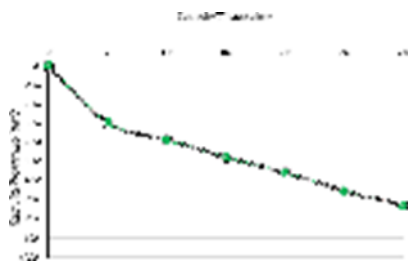
Ukuran konus 60°

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan})$$

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \times 24 \\ &= 9,03 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan sumber (analisis data) dan hasil uji *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP), Tabel 11 di atas menunjukkan bahwa nilai CBR berada pada STA 1+000. Karena nilai *California Bearing Ratio* (CBR) sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah, seperti yang dijelaskan pada Gambar 11 berikut, maka setiap ruas yang berjarak 100 m memiliki nilai CBR yang berbeda-beda.

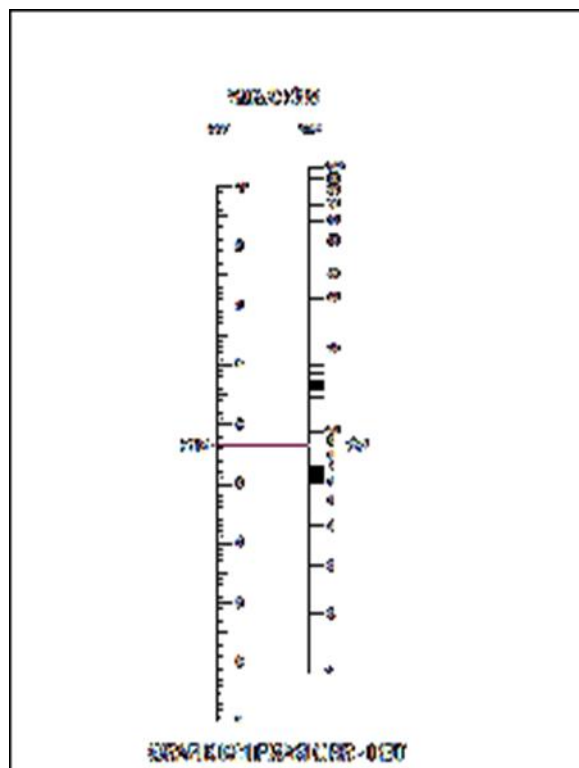




**Gambar 11.** Grafik kumulatif penetrasi Tumbukan STA 1+000.

Di Gambar 11 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 1+000. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi.

Kemudian dari hasil CBR pada STA 1+000 berdasarkan sumber (analisis data) diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 5,76 dan nilai CBR 8,88 % yang dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini :



**Gambar 12.** Grafik korelasi CBR-DDT pada STA 0+100

Rumus hubungan CBR dan DDT =  $(4,3 \log \text{ CBR}) + 1,7$  atau dapat pula menggunakan grafik korelasi hubungan DDT dan CBR dengan cara menarik garis mendatar dari nilai CBR seperti gambar diatas

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari kepadatan tanah dasar jalan Kaulea Desa Waole terdapat di Kecamatan Wolowa Kabupaten Buton menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer dengan metode zig-zag dan setiap ruas diberi jarak 100 m, dapat diambil kesimpulan yaitu CBR jalan Kaulea Desa Waole terdapat di Kecamatan Wolowa Kabupaten Buton 9,64% dan memenuhi standar nilai CBR tanah dasar adalah 6%.

## Daftar Pustaka

- ASTM D - 1883 Tabel penetrasi bahan standar. Country Road Board Australia (1969). Mengkorelasikan pula DCP dengan CBR untuk nilai CBR sampai 50%.
- SNI 03- 4153, (n.d.). Metode pengujian penetrasi dengan SPT (standar penetration tests).
- SNI 1738- 2011. (n.d.). Metode pengujian California Bearing Ratio (CBR). Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1744-1989, 1989, Metode Pengujian CBR Laboratorium
- Sukirman. (1999). Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat di tentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar (subgrade). Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhadiyah Malang.
- Harison, J.R., (1987). Correlation Between California Bearing Ratio And Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement Of Soils. Proceedings Of Institution Of Civil Engineers, London, Part 283, 83–87.
- Hendarsin, S.L., 2000, Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.