

KAJIAN PENENTUAN NILAI CBR TANAH MENGGUNAKAN DYNAMIC CONE PENETROMETER PADA PEMBANGUNAN RUAS JALAN MAMBRUK-KADAMBER KABUPATEN FAKFAK

Muhammad Yunus^{1,*}, La Resky H. Narfafen¹, M. Afdal R. Rum¹

¹Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Fakfak

¹Jl. Imam Bonjol Atas Air Merah Desa Tanama, Kelurahan Wagom,
Kabupaten Fakfak, Propinsi Papua Barat

^{*}Email : muhammadyunus@polinef.id

Abstract

In the road planning, one of the parameters needed is the value of California Bearing Ratio (CBR). the value of CBR is used as a parameter to determine the condition of the subgrade. The study was conducted to determine the CBR value and the percentage of the subgrade bearing capacity criteria on the Mambruk-Kadamber road, Fakfak Regency, West Papua. The method used in this study is a field survey using a Dynamic Cone Penetrometer (DCP) on a 1,9 km long track and divided every 50 meters so that the number of test points is 40 points, then the test data are analyzed using the PUPR and Kleyn methods. From the results of the analysis, the largest CBR value is 31,43% and the smallest 4,66% if analyzed using the PUPR method and when using the Kleyn method the largest CBR value is 22,23% and the smallest 3,51% with the average difference between both method is 3,27%. It is also known that as many as 10% of points still have poor soil bearing capacity criteria.

Kata kunci : *California Bearing Ratio, Dynamic Cone Penetrometer, subgrade*

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan, yang berfungsi untuk memikul beban lalu lintas kemudian menyebarkan beban, baik ke arah horisontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar (*subgrade*) sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah yang diijinkan (Azwarman, 2015). Lapis perkerasan suatu jalan terdiri dari satu ataupun beberapa lapis material batuan dan bahan ikat. Bahan batuan dapat terdiri dari berbagai fraksi batuan yang direncanakan sedemikian sehingga

memenuhi persyaratan yang dituntut (Sukirman, 2010).

Pada umumnya perencanaan jalan di Indonesia menggunakan parameter nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dalam menentukan tebal perkerasan berdasarkan proyeksi lalu lintas dan umur rencananya (Arbianto, 2021). Data CBR dapat juga digunakan untuk mengevaluasi perlunya pemeliharaan dan peningkatan jalan (Wilchets, 2019). Dalam upaya mendapatkan data nilai CBR di lapangan, dapat dilakukan pengujian di tempat (*in situ*) secara konvensional, namun metode ini memerlukan waktu yang relatif lama

dan peralatan CBR yang relatif mahal. Cara lain yang relatif baru tetapi sudah diterapkan di lapangan adalah dengan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) (Lengkong, 2013).

Alat DCP terdiri atas tangkai baja yang di bagian ujung dipasang konus baja dengan ukuran dan sudut tertentu, dan di bagian atas dilengkapi dengan batang pengarah jatuh palu penumbuk. Metode DCP ini adalah cara pengujian kekuatan lapisan perkerasan jalan (tanah dasar, pondasi bahan berbutir) yang relatif cepat, yaitu dengan menekan ujung konus yang ditimbulkan oleh pukulan palu dengan beban dan tinggi jatuh tertentu menerus sampai kedalaman tertentu (Dachlan, 2005).

Kota Fakfak termasuk wilayah pedalaman yang menyebabkan terbatasnya transportasi dan penyediaan perangkat pengujian perhitungan nilai CBR di tempat (in situ) sehingga kondisi jalan di Kota Fakfak pada beberapa wilayah di luar pusat kota mengalami kerusakan yang cukup berat sebelum umur jalan yang direncanakan, dimana hal tersebut diperkirakan terjadi karena salah satu penyebabnya yaitu perhitungan nilai CBR yang kurang tepat.

Salah satu pembangunan jalan di kota Fakfak yang akan dilakukan yaitu pada ruas Jalan Mambruk Dalam sampai Jalan Kadamber Air Merah. Lokasi ini berjarak kurang lebih 3 kilo meter dari pusat kota, dengan kondisi lokasi yang berada di tengah-tengah hutan dan di beberapa titik bersampingan dengan kebun masyarakat sekitar. Jalan ini telah

dikerjakan sejak tahun 2020 namun baru dilakukan pembukaan trase jalannya dan hingga saat penelitian ini dilakukan, trase jalannya masih berupa tanah asli dan belum dilakukan perkerasan jalan.

Pada penelitian ini digunakan alat DCP untuk menentukan nilai CBR tanah dasar (*subgrade*), cara uji ini merupakan suatu prosedur yang cepat untuk melaksanakan evaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan atau lapangan terbang, dengan menggunakan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) (Sriharyani, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai CBR tanah dasar dari hasil pengujian DCP dan menentukan persentase titik yang memenuhi kriteria daya dukung tanah dasar pada ruas Jalan Mambruk-Kadamber, Kabupaten Fakfak, Papua Barat.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sepanjang ruas Jalan Mambruk-Kadamber, Kabupaten Fakfak. Jenis penelitian ini adalah penelitian di lapangan berupa pengujian kekuatan lapisan tanah dasar. Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei - Agustus 2021.

Peralatan Pengujian

- a. Alat dynamic cone penetrometer (DCP) dengan menggunakan sudut konus 60°
- b. Kunci 8 dan kunci 12
- c. Patok
- d. Meter roll
- e. Pena

- f. Form data
- g. Waterpass

Teknik Sampling

- a. Lokasi pengujian berada di ruas Jalan Mambruk-Kadamber yang terletak di Kelurahan Wagom Utara, Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat.
- b. Lokasi pengujian mempunyai lintasan dengan panjang 1,900 km.
- c. Dengan panjang 1,900 km, dibagi tiap titik pengujian dengan jarak antar titik yaitu sepanjang 50 meter sehingga jumlah titik pengujian sebanyak 40 titik.

- d. Antara satu titik dengan titik lainnya dilakukan secara zig-zag agar nilai CBR yang diperoleh bukan hanya dari salah satu bagian pada badan jalan.

Rancangan Sampling

Pengumpulan data primer untuk penelitian ini berupa hasil pengujian kekuatan tanah asli untuk perencanaan ruas Jalan Mambruk - Kadamber, Kabupaten Fakfak, Papua Barat. Lokasi yang diteliti adalah area tanah asli yang telah dilakukan pemadatan dan di atasnya akan dilakukan perkerasan jalan. Untuk daftar titik pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah rencana titik pengujian

No.	Titik STA	Jumlah Pengujian (titik)	Jarak (m)	No.	Titik STA	Jumlah Pengujian (titik)	Jarak (m)
1.	STA 0+000	1	33	21.	STA 0+950	1	50
2.	STA 0+033	1	27	22.	STA 1+000	1	50
3.	STA 0+060	1	40	23.	STA 1+050	1	50
4.	STA 0+100	1	50	24.	STA 1+100	1	50
5.	STA 0+150	1	50	25.	STA 1+150	1	50
6.	STA 0+200	1	50	26.	STA 1+200	1	50
7.	STA 0+250	1	50	27.	STA 1+250	1	50
8.	STA 0+300	1	50	28.	STA 1+300	1	50
9.	STA 0+350	1	50	29.	STA 1+350	1	50
10.	STA 0+400	1	50	30.	STA 1+400	1	50
11.	STA 0+450	1	50	31.	STA 1+450	1	50
12.	STA 0+500	1	50	32.	STA 1+500	1	50
13.	STA 0+550	1	50	33.	STA 1+550	1	50
14.	STA 0+600	1	50	34.	STA 1+600	1	50
15.	STA 0+650	1	50	35.	STA 1+650	1	50
16.	STA 0+700	1	50	36.	STA 1+700	1	50
17.	STA 0+750	1	50	37.	STA 1+750	1	50
18.	STA 0+800	1	50	38.	STA 1+800	1	50
19.	STA 0+850	1	50	39.	STA 1+850	1	50
20.	STA 0+900	1	50	40.	STA 1+900	1	50

Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini digunakan dua persamaan yang berbeda untuk mengolah data hasil pengujian di lapangan yaitu, persamaan dari

Kementerian PUPR dan persamaan dari Kleyn.

- a. Metode PUPR
Berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.

04/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP), ditetapkan dua rumusan Korelasi DCP-CBR seperti yang tertera dibawah ini.

1. $\text{Log}_{10} \text{ CBR} = 2.8135 - 1.313 \text{ Log}_{10} \text{ DCP (mm/tumbukan)}$ (1)
Untuk tanah berbutir halus, kelancipan konus 60^0

2. $\text{Log}_{10} \text{ CBR} = 1.3520 - 1.125 \text{ Log}_{10} \text{ DCP (mm/tumbukan)}$ (2)

Untuk tanah berbutir kasar, kelancipan konus 30^0

b. Metode Kleyn

Dalam penelitian kali ini jenis tanah dilokasi penelitian belum diketahui karena tidak dilakukan pengujian tanah di laboratorium, dengan begitu perhitungan menggunakan persamaan dari Kleyn dapat digunakan.

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,62 - \text{Log}\{(DCP_i)\} \text{ (mm/tumbukan)} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang dilaksanakan di lapangan diperoleh data nilai hasil pengujian DCP pada lokasi

perencanaan ruas Jalan Mambruk-Kadamber Kabupaten Fakfak Propinsi Papua Barat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian DCP di lapangan

No.	Titik STA	DCP (mm/tumbukan)	No.	Titik STA	DCP (mm/tumbukan)
1.	STA 0+000	17,40	21.	STA 0+950	18,24
2.	STA 0+033	26,52	22.	STA 1+000	15,78
3.	STA 0+060	17,73	23.	STA 1+050	20,22
4.	STA 0+100	24,12	24.	STA 1+100	20,79
5.	STA 0+150	10,06	25.	STA 1+150	22,52
6.	STA 0+200	25,45	26.	STA 1+200	20,91
7.	STA 0+250	40,94	27.	STA 1+250	28,81
8.	STA 0+300	28,10	28.	STA 1+300	37,63
9.	STA 0+350	18,08	29.	STA 1+350	37,65
10.	STA 0+400	11,25	30.	STA 1+400	22,92
11.	STA 0+450	16,35	31.	STA 1+450	17,36
12.	STA 0+500	23,33	32.	STA 1+500	24,82
13.	STA 0+550	12,35	33.	STA 1+550	40,67
14.	STA 0+600	23,46	34.	STA 1+600	29,29
15.	STA 0+650	25,19	35.	STA 1+650	16,94
16.	STA 0+700	32,74	36.	STA 1+700	13,43
17.	STA 0+750	20,87	37.	STA 1+750	42,69
18.	STA 0+800	11,94	38.	STA 1+800	27,95
19.	STA 0+850	26,48	39.	STA 1+850	43,00
20.	STA 0+900	40,00	40.	STA 1+900	41,33

Analisis Nilai CBR dengan Metode PUPR

Berdasarkan data hasil pengujian di lapangan pada Tabel 1 di atas, data dianalisis untuk menentukan nilai CBR pada tiap titik. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada contoh perhitungan nilai CBR tanah di STA 0+000 di bawah ini. Untuk perhitungan nilai CBR tiap titik dengan menggunakan metode Kementerian PUPR dapat dilihat pada Tabel 3. Dalam penentuan

kriteria CBR untuk tanah dasar jalan (*subgrade*) pada Tabel 3 mengacu pada Tabel 4.

Dari hasil analisis pada Tabel 3 dibuat grafik hubungan antara nilai DCP hasil pengujian dengan nilai CBR sesuai hasil analisis metode PUPR pada Gambar 1. Untuk grafik hubungan antara kriteria nilai CBR tanah dasar pada Tabel 4 dan persentase jumlah titik pengujian dapat dilihat pada Gambar 1.

$$DCP = \frac{\text{Kumulatif Penetrasi (mm)}}{\text{Kumulatif Tumbukan}} \quad (4)$$

$$DCP = \frac{150}{5} = 30 \text{ mm/tumbukan}$$

$$\text{Log}^{10} \text{CBR} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}^{10} \text{DCP}$$

$$\text{Log}^{10} \text{CBR} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}^{10} 30 = 0.87$$

$$\text{CBR} = 10^{\text{Log}^{10} \text{CBR}} = 15.30\%$$

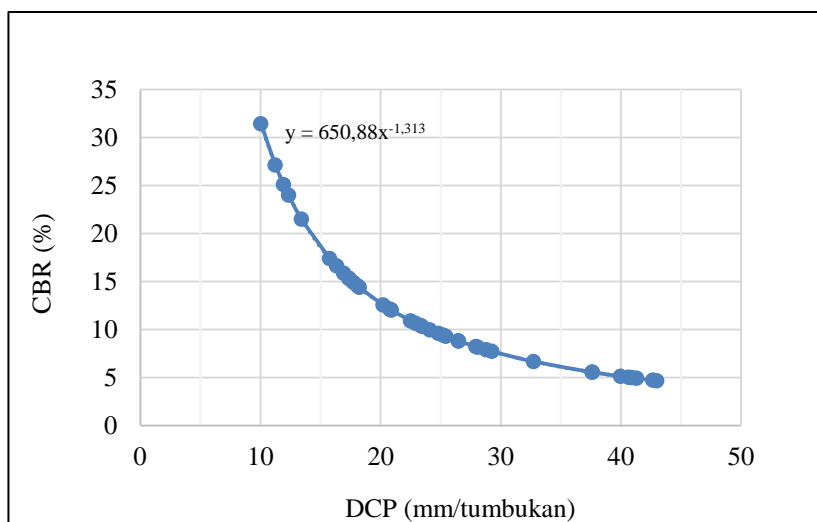
Tabel 3. Nilai CBR tanah hasil analisis dari metode PUPR

No.	Titik STA	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)	Kriteria CBR Untuk Tanah Dasar	Persentase Kriteria (%)
1	0+150	10,06	31,43	Sangat Baik	12,5
2	0+400	11,25	27,12	Sangat Baik	
3	0+800	11,94	25,08	Sangat Baik	
4	0+550	12,35	23,99	Sangat Baik	
5	1+700	13,43	21,50	Sangat Baik	
6	1+000	15,78	17,40	Baik	40
7	0+450	16,35	16,61	Baik	
8	1+650	16,94	15,85	Baik	
9	1+450	17,36	15,35	Baik	
10	0+000	17,40	15,30	Baik	
11	0+060	17,73	14,93	Baik	
12	0+350	18,08	14,55	Baik	
13	0+950	18,24	14,38	Baik	
14	1+050	20,22	12,56	Baik	
15	1+100	20,79	12,11	Baik	
16	0+750	20,87	12,05	Baik	
17	1+200	20,91	12,02	Baik	
18	1+150	22,52	10,90	Baik	
19	1+400	22,92	10,66	Baik	
20	0+500	23,33	10,41	Baik	
21	0+600	23,46	10,33	Baik	

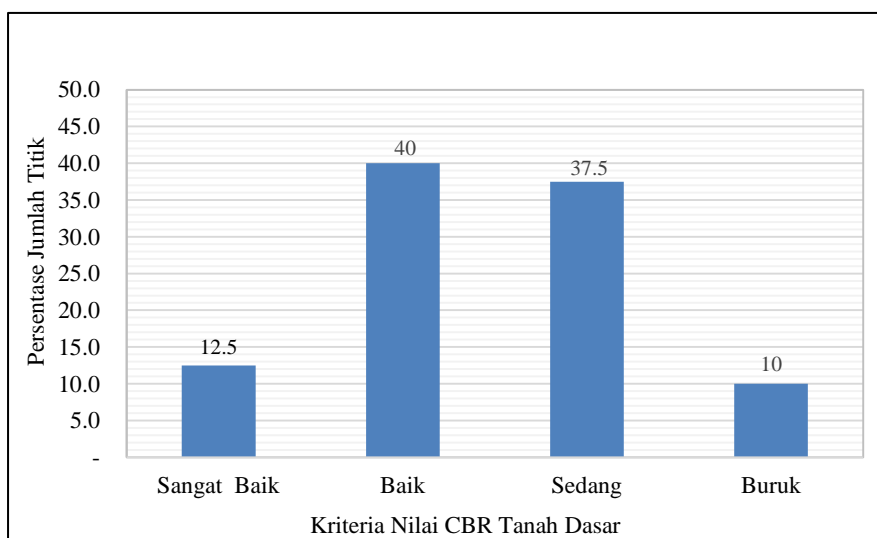
22	0+100	24,12	9,96	Sedang	
23	1+500	24,82	9,60	Sedang	
24	0+650	25,19	9,41	Sedang	
25	0+200	25,45	9,29	Sedang	
26	0+850	26,48	8,82	Sedang	
27	0+033	26,52	8,80	Sedang	
28	1+800	27,95	8,21	Sedang	
29	0+300	28,10	8,16	Sedang	37,5
30	1+250	28,81	7,89	Sedang	
31	1+600	29,29	7,72	Sedang	
32	0+700	32,74	6,67	Sedang	
33	1+300	37,63	5,56	Sedang	
34	1+350	37,65	5,55	Sedang	
35	0+900	40,00	5,13	Sedang	
36	1+550	40,67	5,02	Sedang	
37	0+250	40,94	4,97	Buruk	
38	1+900	41,33	4,91	Buruk	10
39	1+750	42,69	4,71	Buruk	
40	1+850	43,00	4,66	Buruk	

Tabel 4. Kriteria CBR untuk tanah dasar jalan (*subgrade*),

Bahan	Kriteria	Nilai CBR (%)
<i>Subgrade</i>	Sangat Baik	20 -30
	Baik	10 – 20
	Sedang	5 – 10
	Buruk	< 5



Gambar 1. Hubungan nilai DCP dan CBR pada tiap titik pengujian dengan metode PUPR



Gambar 2. Hubungan persentase titik pengujian dengan kriteria nilai CBR metode PUPR

Gambar 1 memperlihatkan hubungan antara nilai DCP (mm/tumbukan) dan nilai CBR (%) tanah dengan menggunakan analisa metode PUPR diperoleh bentuk persamaan garis $y = 650,88x^{-1,33}$. Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara kriteria nilai CBR tanah dasar dan persentase jumlah titik yang diuji. Untuk kriteria CBR tanah dasar kategori ‘sangat baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 12,5% atau sebanyak 5 (lima) titik pengujian, kriteria CBR tanah dasar kategori ‘baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 40,0% atau sebanyak 16 (enam belas) titik pengujian, kriteria CBR tanah dasar kategori ‘sedang’ diperoleh persentase

jumlah titik sebesar 37,5% atau sebanyak 15 (lima belas) titik pengujian dan kriteria CBR tanah dasar kategori ‘buruk’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 10% atau sebanyak 2 (dua) titik pengujian.

Analisis Nilai CBR dengan Metode Kleyn

Berdasarkan data hasil pengujian di lapangan pada Tabel 1, data dianalisis untuk menentukan nilai CBR pada tiap titik. Untuk metode analisis dapat dilihat pada contoh perhitungan nilai CBR tanah di STA 0+000 di bawah ini. Untuk perhitungan nilai CBR tiap titik dengan menggunakan metode Kleyn dapat dilihat pada Tabel 5.

$$DCP = \frac{\text{Kumulatif Penetrasi (mm)}}{\text{Kumulatif Tumbukan}} \quad (4)$$

$$DCP = \frac{150}{5} = 30 \text{ mm/tumbukan}$$

$$\text{Log}^{10} \text{CBR} = 2,73 - 1,3 \text{ Log}^{10} \text{DCP}$$

$$\text{Log}^{10}\text{CBR} = 2,8135 - 1,313 \text{Log}^{10} 30 = 0.81$$

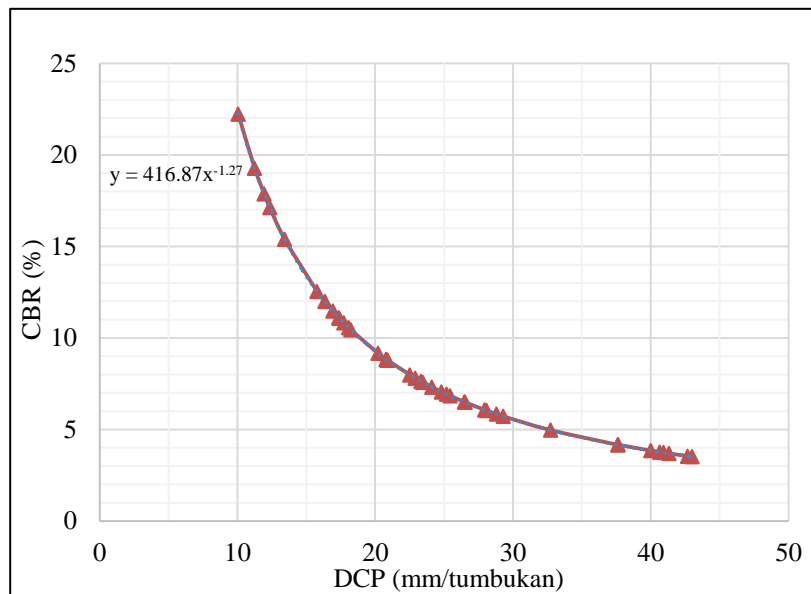
$$\text{CBR} = 10^{\text{Log}^{10}\text{CBR}} = 6.45\%$$

Tabel 5. Nilai CBR tanah hasil analisis dari metode Kleyn

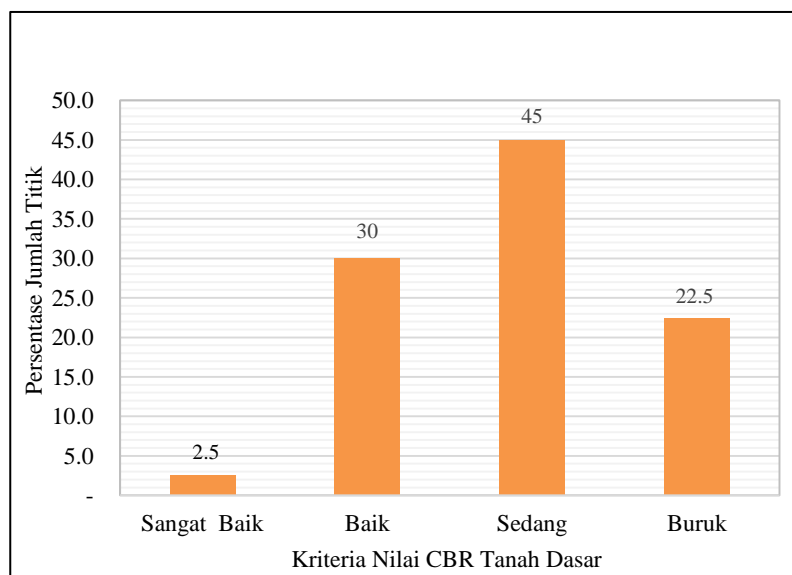
No.	Titik STA	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)	Kriteria CBR Untuk Tanah Dasar	Persentase Kriteria (%)
1	0+150	10,06	22,23	Sangat Baik	2,5
2	0+400	11,25	19,28	Baik	
3	0+800	11,94	17,87	Baik	
4	0+550	12,35	17,12	Baik	
5	1+700	13,43	15,40	Baik	
6	1+000	15,78	12,55	Baik	
7	0+450	16,35	11,99	Baik	30
8	1+650	16,94	11,47	Baik	
9	1+450	17,36	11,11	Baik	
10	0+000	17,40	11,08	Baik	
11	0+060	17,73	10,82	Baik	
12	0+350	18,08	10,55	Baik	
13	0+950	18,24	10,43	Baik	
14	1+050	20,22	9,16	Sedang	
15	1+100	20,79	8,84	Sedang	
16	0+750	20,87	8,79	Sedang	
17	1+200	20,91	8,77	Sedang	
18	1+150	22,52	7,98	Sedang	
19	1+400	22,92	7,81	Sedang	
20	0+500	23,33	7,63	Sedang	
21	0+600	23,46	7,58	Sedang	
22	0+100	24,12	7,32	Sedang	
23	1+500	24,82	7,06	Sedang	45
24	0+650	25,19	6,92	Sedang	
25	0+200	25,45	6,84	Sedang	
26	0+850	26,48	6,50	Sedang	
27	0+033	26,52	6,49	Sedang	
28	1+800	27,95	6,07	Sedang	
29	0+300	28,10	6,03	Sedang	
30	1+250	28,81	5,84	Sedang	
31	1+600	29,29	5,72	Sedang	
32	0+700	32,74	4,96	Buruk	
33	1+300	37,63	4,16	Buruk	
34	1+350	37,65	4,16	Buruk	
35	0+900	40	3,85	Buruk	
36	1+550	40,67	3,77	Buruk	22,5
37	0+250	40,94	3,74	Buruk	
38	1+900	41,33	3,69	Buruk	
39	1+750	42,69	3,54	Buruk	
40	1+850	43,00	3,51	Buruk	

Dari hasil analisis nilai CBR pada Tabel 5 dibuat grafik hubungan antara nilai DCP hasil pengujian dengan nilai CBR sesuai hasil analisis metode Kleyn pada Gambar 3. Untuk

grafik hubungan antara kriteria nilai CBR tanah dasar pada Tabel 4 dan persentase jumlah titik pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Hubungan nilai DCP dan CBR pada tiap titik pengujian dengan metode Kleyn



Gambar 4. Hubungan persentase titik pengujian dengan kriteria nilai CBR metode Kleyn

Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara nilai DCP (mm/tumbukan) dan nilai CBR (%) tanah dengan menggunakan analisa metode Kleyn diperoleh bentuk persamaan garis $y = 416,87x^{-1,27}$. Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara kriteria nilai CBR tanah dasar dan persentase jumlah titik yang diuji. Untuk kriteria CBR tanah dasar ‘sangat baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 2,5% atau sebanyak 1 (satu) titik, kriteria CBR tanah dasar ‘baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 30,0% atau sebanyak 12 (dua belas) titik, kriteria CBR tanah dasar ‘sedang’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 45% atau sebanyak 18 (delapan belas) titik dan kriteria CBR tanah dasar ‘buruk’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 22,5% atau sebanyak 9 (sembilan) titik.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis data yang dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengujian DCP sebanyak 40 titik diperoleh hubungan antara nilai DCP (mm/tumbukan) dan nilai CBR (%) tanah. Dari grafik hubungan antara nilai DCP (mm/tumbukan) dan CBR (%) tanah menggunakan analisis metode PUPR diperoleh persamaan garis $y = 650,88x^{-1,33}$ dengan kriteria CBR tanah dasar kategori ‘sangat baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 12,5%, kriteria CBR tanah dasar kategori ‘baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 40,0%, kriteria CBR tanah dasar kategori ‘sedang’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 37,5%,

kriteria CBR tanah dasar kategori ‘buruk’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 10%. Dengan menggunakan analisis metode Kleyn diperoleh persamaan garis $y = 416,87x^{-1,27}$ kriteria CBR tanah dasar kategori ‘sangat baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 2,5%, kriteria CBR tanah dasar kategori ‘baik’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 30,0%, kriteria CBR tanah dasar kategori ‘sedang’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 45% dan kriteria CBR tanah dasar kategori ‘buruk’ diperoleh persentase jumlah titik sebesar 22,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianto, R., Teguh Y., Gunarso, 2021, *Comparison of California Bearing Ratio (CBR) Value Based on Cone Penetration Test (CPT) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering, Vol. 4 No. 2, pp. 70-78.
- Azwarman, 2015, *Kajian Nilai Daya Dukung Tanah Dasar Menggunakan Dynamic Cone Penetrometer dan CBR in Place*, Jurnal ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol. 15 No. 1.
- Das, B.M., 1993, *Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1 & 2*, Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Dachlan, Tatang, 2005, *Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan*, Jurnal

- Standardisasi, Vol. 7 No. 3, pp. 126-134.
- Kementerian Pekerjaan Umum, No. 04/SE/M/2010, *Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) Dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*.
- Lengkong, 2017, *Korelasi Nilai CBR-DCP Persamaan Log Model*, Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 5, pp. 368-376 ISSN: 2337-6732.
- Lengkong. P., Sartje Monintja, O.B.A. Sompie, J.E.R. Sumampouw, 2013, *Hubungan Nilai CBR Laboratorium dan DCP Pada Tanah yang dipadatkan Pada Ruas Jalan Wori - Likupang Kabupaten Minahasa Utara*, Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No.5, April 2013 (368-376) ISSN: 2337-6732.
- Sriharyani, L., Diah Oktami, 2016, *Kajian Penggunaan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) untuk Uji Lapangan Pada Tanah Dasar Pekerjaan Timbunan Apron*, Jurnal : TAPAK, Vol. 5 No. 2, pp. 89-97.
- Sukirman, S., 2010, *Perkerasan Jalan Lentur*, Penerbit : Nova, Bandung.
- Wilchets, F.J., Rodrigo, G.H.A., Jhon, J.F.D., 2019, *Estimation of A Corelations Equation Between CBR and DCP fo Silty Soils From the MH Group in Sincelejo City Colombia*, International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), Vol. 10 No. 09, pp. 54-59.