

Analisis Daya Dukung Tanah Dasar Menggunakan Alat DCP Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi – Indrapura

Kibar M. Panjaitan¹, Jupriah Sarifah², Ahmad Bima Nusa³

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, FT Universitas Islam Sumatera Utara, Medan

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil, FT Universitas Islam Sumatera Utara, Medan

e-mail: ¹Kibarpanjaitan8@gmail.com, ²Jupriahsarifah@gmail.com, ³Ahmadbimanusa71@gmail.com

Abstrak

Nilai CBR merupakan nilai yang menunjukkan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan standar material berupa batu pecah yang memiliki nilai CBR 100% saat menopang beban jalan. Semakin tinggi nilai CBR, maka kondisi tanah dasar semakin baik. Jika tanah asal memiliki daya dukung CBR dengan kerapatan rendah, peraturan lalu lintas akan mudah dilakukan. Pada penelitian ini, metode pengujian lapangan dilakukan dengan metode zig-zag yaitu di kiri dan kanan pada saat pengujian lapangan. Ruas jalan yang ditinjau dengan mengambil 14 titik pengujian. Setiap segmen diberi jarak 25 meter sepanjang 425 meter untuk tata letak alat DCP. Hasil pengujian menunjukkan nilai-nilai CBR dari uji STA 93+550 – STA 106+575 untuk mendapatkan nilai DDT adalah sebagai berikut : CBR rata-rata 3.65% CBR maks 5.88% CBR min 1.46% Secara analitis CBR Segmen di dapat CBR segmen 2.27% Nilai Daya Dukung Tanah 3.23% Berdasarkan hasil nilai standar persyaratan CBR yang telah ditetapkan sebesar 6%. Nilai CBR lapangan yang di dapat belum memenuhi standar.

Kata kunci— Tanah, California, Dynamic

Abstract

The CBR value is a value that indicates the quality of the basic soil compared to the standard material in the form of crushed stone which has a CBR value of 100% when supporting road loads. The higher the CBR value, the better the basic soil condition. If the soil of origin has a low density CBR carrying capacity, traffic rules will be easy to do. In this study, the field testing method was carried out with the zigzag method, namely on the left and right during field testing. Road sections were reviewed by taking 14 testing points. Each segment is spaced 25 meters along 425 meters for the DCP tool layout. The test results show the CBR values from the STA 93+550 – STA 106+575 test to obtain DDT values are as follows: Average CBR 3.65% CBR max 5.88% CBR min 1.46% Analytically CBR Segment in CBR segment 2.27% Soil Carrying Capacity Value 3.23% Based on the results of the standard value of CBR requirements that have been set at 6%. The field CBR value obtained has not met the standard.

Keywords— Soil, California, Dynamic

1. PENDAHULUAN

Indrapura adalah jalan penghubung antara pelabuhan Kuala Tanjung dengan Kota Tebing tinggi dan juga jalan penghubung dengan kota Kisaran. Secara umum truk - truk yang mengangkut barang – barang kebutuhan berkapasitas penuh banyak melintasi jalan ini yang mengakibatkan sering terjadi kemacetan yang mana ini membuat waktu tempuh menjadi lambat serta menambah biaya ekonomis dari barang yang diangkut truk tersebut. Jalan seperti infrastruktur transportasi berperan penting dalam mencapai tujuan pembangunan. Pembangunan jalan sangat penting karena menjadi peluang untuk menghubungkan satu tempat dengan tempat lain, seperti akses jalan dan konstruksi lokasi.

Tanah dasar (*subgrade*) adalah dasar untuk menempatkan bahan perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan serta tebal konstruksi perkerasan jalan tergantung dari karakteristik dan daya dukung tanah dasar tersebut. Proses pekerjaan konstruksi teknik sipil selalu berdasarkan pada data survei lapangan, misalnya konstruksi jalan yang desainnya berdasarkan pada data tanah CBR (*California Bearing Ratio*) tanah [1]. Pada penelitian ini alat DCP digunakan untuk menentukan nilai CBR, metode pengujian ini merupakan metode cepat untuk mengetahui kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan, dengan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Pada pengujian DCP ini sistem kerjanya yaitu dengan cara dipukul, pengujian tersebut memberikan sebuah nilai dari kekuatan lapisan bahan sampai kedalaman 80 cm di bawah permukaan [2]. Penelitian ini mengambil data berdasarkan hasil percobaan di lapangan yang meliputi pengujian alat DCP di beberapa titik STA di pembangunan jalan Tol Tebing tinggi-Indrapura.

Tanah merupakan pondasi bagi perkerasan, salah satu masalah yang dihadapi oleh para pembangun dan kontraktor. Kekuatan struktur perkerasan jalan tol tergantung pada daya dukung tanah dan kepadatan maksimum. 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.

Tanah didefinisikan sebagai komposisi agregat (butiran) mineral padat yang tidak tersemen (ikatan kimia) satu sama lain dan dari bahan organik yang mengandung padatan disertai dengan cairan dan gas yang mengisi rongga antara padatan [3]. Tanah berguna sebagai bahan untuk berbagai pekerjaan sipil, selain itu tanah juga berfungsi sebagai penopang pondasi dari bangunan. Jadi seorang insinyur sipil harus mempelajari sifat-sifat dasar dari tanah, seperti asalnya, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (*compressibility*), kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban, dan lain-lain.

Beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapis perkerasan melalui roda-roda mobil belapis-lapis dibawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Jadi tingkat kerusakan struktur perkerasan selama masa kerja tidak hanya ditentukan dari ketahanan lapisan perkerasan tetapi juga dari tanah dasar. Daya dukung tanah jenis tanah dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi kelembaban dan lain-lain [4].

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan [5]. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi dengan CBR. Semakin besar nilai CBR tanah dasar pada sebuah konstruksi jalan semakin besar pula nilai Daya Dukung Tanah dari jalan tersebut. Yang dimaksud dengan CBR disini adalah nilai CBR lapangan atau nilai CBR laboratorium, CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambah (*overlay*) dan CBR laboratorium biasanya digunakan untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan pelebaran (*Widening*). Nilai CBR dapat ditentukan dengan mempergunakan cara grafis atau dengan cara analitis [6].

Pengujian menggunakan DCP menghasilkan data yang dapat dianalisis untuk memberikan informasi yang akurat tentang ketebalan dan kekuatan perkerasan atau permukaan udara. Pengujian dapat dilakukan dengan cepat dan lokasi pengujian dapat diperbaiki dengan cepat. Saat perkerasan atau landasan pacu dalam kondisi basah. Tes DCP tipikal dilakukan oleh 3 orang yang dapat melakukan 20 tes dalam satu hari dengan interval 50 dan 500 m [7].

Uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) digunakan untuk mengetahui kekuatan tanah dasar atau lapis perkerasan jalan tanpa pengikat, dapat dilakukan dengan cepat dan mudah. Pengujian ini dapat dilakukan hingga kedalaman 80 cm, dan dapat dilakukan hingga kedalaman 120 cm dengan menggunakan batang [8]. Hasil DCP yang berbeda dapat digabungkan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) sehingga hasil akhir dari pengujian DCP dinyatakan sebagai nilai CBR yang dapat digunakan untuk perkiraan ketebalan perkerasan.

1. Keuntungan menggunakan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) yaitu :
 - a. Menentukan kekerasan dalam mm/pukulan.
 - b. Perubahan tingkat tanah dapat diidentifikasi dengan perubahan kemiringan.
 - c. Meminimalisir gangguan permukaan tanah.
 - d. Informasi kekuatan dan desain dapat digabungkan dengan tes lain (CBR).
 - e. Harga jangka pendek dan mendesak.
2. Kekurangan menggunakan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) yaitu :
 - a. Tidak dapat digunakan pada batuan keras, aspal, atau beton.
 - b. DCP dapat rusak jika diterapkan berulang kali pada lantai keras atau mempertahankan penutup yang tidak lengkap.
 - c. Tidak dapat mengukur kelembapan atau kepadatan (hanya untuk mengukur kekakuan).

Untuk mengoperasikan perangkat DCP diperlukan 3 orang operator. Satu orang memegang perangkat secara vertikal. Satu orang akan dan memasang palu. Seseorang mencatat hasilnya. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Sambungkan semua peralatan dan pastikan bahwa sambungan poros dan landasan serta bagian bawah dan jarum logam tersambung dengan kokoh.
2. Pegang alat yang telah dirakit secara vertikal pada alas yang vertikal dan stabil dan catat angka nol sebagai angka pertama pada penggaris.
3. Cara menaikkan dan menurunkan palu serta jumlah pukulan :
 - a. Angkat palu pada tangkai bagian atas dengan hati-hati sehingga menyentuh batas handel.
 - b. Biarkan palu jatuh bebas dan jatuh ke landasan.
 - c. Lakukan langkah – langkah point 1 dan 2 dengan ketentuan sebagai berikut:
 1. Untuk perkerasan biasa, catatan dibuat masing-masing perkerasan kedalaman 10 mm; namun, masih mungkin bahwa memvariasikan jumlah goresan antara pembacaan saat isolasi resistensi menjadi kuat.
 2. Untuk fondasi bahan granular yang cukup padat, diperlukan ambil hitungan dalam setiap 5-10 pukulan.
 3. Untuk pondasi bawah atau tanah dasar yang terbuat dari bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman cukup untuk setiap 1 atau 2 pukulan.

Bila laju input kurang dari 0,5 mm/pukulan, pembacaannya normal memungkinkan jika setelah 20 pembacaan, tidak ada penarikan yang ditampilkan, maka pengujian harus dihentikan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan untuk studi penelitian pada proyek pekerjaan jalan tol Tebing tinggi – Indrapura PT. Utama Karya (Persero) dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Jenis dan Tahapan Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, penulis melakukan beberapa tahapan pelaksanaan agar tercapai tujuan dari penelitian. Untuk mencapai target yang diinginkan dalam penelitian maka dilakukan beberapa tahapan pelaksanaan penelitian yang mencakup langkah-langkah penelitian dari awal sampai akhir. Dalam mencapai tujuan tersebut, maka dilakukan tahapan sebagai berikut :

1. Tahap pertama mengumpulkan berbagai jenis literatur dalam bentuk buku maupun tulisan ilmiah yang berhubungan dengan skripsi ini.
2. Tahap kedua yaitu meninjau langsung ke lokasi proyek dan menentukan lokasi pengambilan data DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*).
3. Tahap ketiga melakukan analisis antara data yang diperoleh dari lapangan menggunakan buku dan jenis literatur lainnya yang berhubungan.
4. Tahap keempat Pada tahap ini dilakukan perhitungan CBR lapangan dari hasil uji DCP dan korelasi CBR dengan DDT sesuai dengan teori yang di bahas di Tinjauan Pustaka dengan data yang diperoleh dari pengujian di lapangan.
5. Tahap kelima membuat kesimpulan dan saran pada lokasi penelitian dan peneliti lanjutan.

2.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini penulis melakukan pengolahan data-data yang diperoleh dari hasil penelitian dilapangan diolah menurut klasifikasi data dengan menggunakan persamaan-persamaan dan rumus-rumus yang berlaku. Hasil dari pengolahan data tersebut diuraikan dalam bentuk tabel dan grafik.

2.4 Analisis Data

Pada tahapan ini semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan di tampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta dideskripsikan berdasarkan data yang didapat dari hasil pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer).

2.5 Prosedur Uji DCP

A. Peralatan

Pengujian penetrasi alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) menggunakan alat langsung dengan kekuatan tumbukan dan indikator pemantauan. Alat yang digunakan dalam proses pengujian penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu set alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer).
2. Alat Palu digunakan sebagai alat dalam pengaplikasian alat DCP untuk meratakan tanah untuk dilakukan penetrasi.

B. Pelaksanaan

Merakit seluruh bagian peralatan dan memastikan tiap sambungan baik tangkai atas dengan anvil serta tangkai bawah dan konus baja benar terpasang dengan baik. Pegang alat pada handel bagian atas pada posisi tetap tegak terhadap dasar sampel titik uji tanah. Lakukan penandaan atau pencatatan angka referensi pembacaan awal pada mistar pengukur penetrasi.

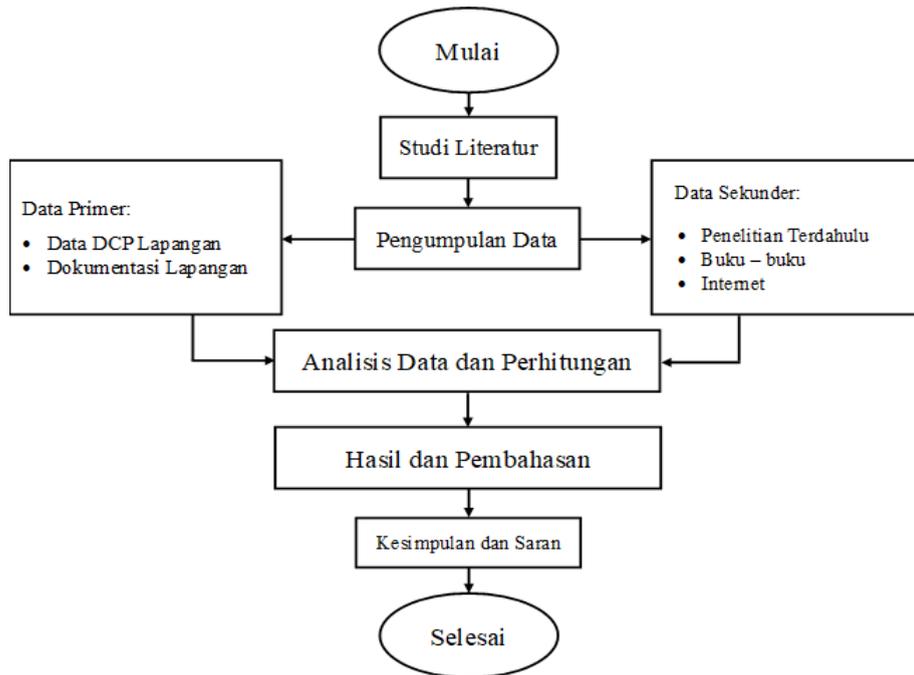
Cara mengangkat dan menjatuhkan palu serta jumlah pukulan :

1. Angkat palu dengan hati-hati pada pegangan atas hingga mencapai ketinggian maksimum pegangan.
2. Melepaskan palu hingga jatuh bebas dan tertahan pada landasan anvil, untuk tiap pukulan harus dilakukan dengan jeda sekitar dua detik.
3. Catat pembacaan pada mistar penetrasi untuk setiap pukulan, penetrasi dihentikan hingga kedalaman tertentu.
4. Untuk mengangkat tangkai bagian perangkat uji DCP dapat digunakan dongkrak khusus atau dengan memukul tangkai hendel dengan palu perlahan.

2.6 Menentukan nilai CBR

1. Pencatatan hasil pengujian dilakukan menggunakan formulir.
 2. Periksa hasil pengujian lapangan yang terdapat pada formulir dan hitung akumulasi jumlah pukulan dan akumulasi penetrasi setelah dikurangi pembacaan awal pada formulir.
 3. Gunakan formulir berbentuk sumbu tegak dan sumbu datar, di mana pada bagian tegak menunjukkan kedalaman penetrasi dan arah horizontal menunjukkan jumlah pukulan.
 4. Plotkan hasil pengujian lapangan pada salib sumbu di atas.
 5. Tarik garis yang mewakili titik-titik koordinat tertentu yang menunjukkan lapisan yang relatif seragam.
 6. Hitung kedalaman lapisan yang mewakili titik-titik tersebut, yaitu selisih antara perpotongan garis-garis yang dibuat pada Butir 4, dalam satuan mm.
 7. Hitung kecepatan penetrasi untuk setiap pukulan (mm/pukulan).
 8. Gunakan gambar grafik pada Formulir dengan cara menarik nilai kecepatan penetrasi pada sumbu horizontal ke atas sehingga memotong garis tebal untuk sudut konus 600 atau garis patah-patah untuk sudut konus 300.
 9. Tarik garis dari titik potong tersebut ke arah kiri sehingga nilai CBR dapat diketahui.
-

Adapun bagan alir penelitian ini ditunjukkan di Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menghitung Waktu Konsolidasi Tanpa Menggunakan PVD

Tabel 3.1. Nilai DCP Test Terhadap CBR di STA 93+550 RS.2

Size of Conus : 60°
 Location : 93+550RS.2
 Kondisi : Kering

No	Blows	Reading		Penetration (cm) C = (B1-B2)*10	CBR (%) D = 10 ^{(2.8135-(1.313 log C))}	hi x CBR ^(1/3) E = C x D ^{1/3}
		A	B (cm) (mm)			
1	0	0	0		0	
2	1	2.0	20.0	20.00	12.74	46.71
3	1	6.0	60.0	40.00	5.13	68.98
4	1	10.0	100.0	40.00	5.13	68.98
5	1	17.0	170.0	70.00	2.46	94.49
6	1	28.0	280.0	110.00	1.36	121.84
7	1	38.0	380.0	100.00	1.54	115.48
8	1	45.0	450.0	70.00	2.46	94.49
9	1	51.0	510.0	60.00	3.01	86.65
10	1	55.0	550.0	40.00	5.13	68.98
11	1	61.0	610.0	60.00	3.01	86.65
12	1	66.0	660.0	50.00	3.83	78.20
13	1	70.0	700.0	40.00	5.13	68.98
14	1	75.0	750.0	50.00	3.83	78.20
15	1	80.0	800.0	50.00	3.83	78.20
16	1	87.0	870.0	70.00	2.46	94.49

17	1	93.0	930.0	60.00	3.01	86.65	
18	1	100.0	1000.0	70.00	2.46	94.49	
SUM				1.000.000		1,432.46	

- 4
- 5 $CBR^* = 2,94\%$
- 6 $CBR \text{ Desain } (\%) = (\text{total CBR} / \text{total penetrasi})$
- 7 $CBR = (CBR / Penetration)^{1/3}$
- 8 $CBR = (1432.46 / 1000)^3$
- 9 Nilai CBR lapangan = 2.94%

3.2 Perhitungan DCP Terhadap CBR Pada STA 93+575 LS.2

Tabel 3.2. Nilai DCP Test Terhadap CBR di STA 93+575 LS.2

Size of Conus : 60°
 Location : 93+575 LS.2
 Kondisi : Kering

No	Blows	Reading		Penetration (cm)	CBR (%)	hi x CBR ^(1/3)
	A	B (cm)	(mm)	C = (B1-B2)*10	D = 10 ^{(2.8135-(1.313 log C))}	E = C x D ^{1/3}
1	0	0	0		0	
2	1	6.0	60.0	60.00	3.01	86.65
3	1	10.0	100.0	40.00	5.13	68.98
4	1	14.0	140.0	40.00	5.13	68.98
5	1	18.0	180.0	40.00	5.13	68.98
6	1	23.0	230.0	50.00	3.83	78.20
7	1	28.0	280.0	50.00	3.83	78.20
8	1	32.0	320.0	40.00	5.13	68.98
9	1	37.0	370.0	50.00	3.83	78.20
10	1	42.0	420.0	50.00	3.83	78.20
11	1	47.0	470.0	50.00	3.83	78.20
12	1	54.0	540.0	70.00	2.46	94.49
13	1	62.0	620.0	80.00	2.06	101.86
14	1	68.0	680.0	60.00	3.01	86.65
15	1	75.0	750.0	70.00	2.46	94.49
16	1	84.0	840.0	90.00	1.77	108.84
17	1	93.0	930.0	90.00	1.77	108.48
18	1	100.0	1000.0	70.00	2.46	94.49
SUM				1,000,000		1,443.23

- $CBR^* = 3,01\%$
 $CBR \text{ Desain } (\%) = (\text{total CBR} / \text{total penetrasi})$
 $CBR = (CBR / Penetration)^{1/3}$
 $CBR = (1432.46 / 1000)^3$
 Nilai CBR lapangan = 3.01%

3.3 Perhitungan DCP Terhadap CBR Pada STA 93+600 RS.1

Tabel 3.3. Nilai DCP Test Terhadap CBR di STA 93+600 RS.1

Size of Conus : 60°
 Location : 93+575 LS.2
 Kondisi : Kering

No	Blows	Reading		Penetration (cm)	CBR (%)	hi x CBR ^(1/3)
	A	B (cm)	(mm)	C = (B1-B2)*10	D = 10 ^{(2.8135-(1.313 log C))}	E = C x D ^{1/3}

1	0	0	0	0		
2	1	7.0	70.0	70.0	2.46	94.49
3	1	13.0	130.0	60.0	3.01	86.65
4	1	19.0	190.0	60.0	3.01	86.65
5	1	27.0	270.0	80.0	2.06	1101.86
6	1	36.0	360.0	90.0	1.77	108.84
7	1	43.0	430.0	70.0	2.46	94.49
8	1	53.0	530.0	100.0	1.54	115.48
9	1	63.0	630.0	100.0	1.54	115.48
10	1	71.0	710.0	80.0	2.06	101.86
11	1	78.0	780.0	70.0	2.46	94.49
12	1	82.0	820.0	40.0	5.13	68.98
13	1	87.0	870.0	50.0	3.83	78.20
14	1	92.0	920.0	50.0	3.83	78.20
15	1	96.0	960.0	40.00	5.13	68.98
16	1	100.0	1000.0	40.00	5.13	68.98
SUM				1,000,000		1,363.62

CBR* = 2,54%

CBR Desain (%) = (total CBR / total penetrasi)

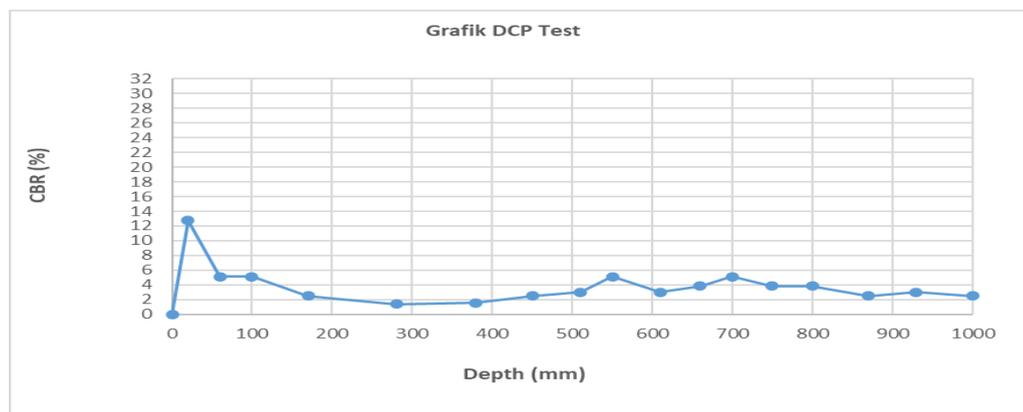
CBR = $(CBR / Penetration)^{1/3}$

CBR = $(1432.46 / 1000)^{1/3}$

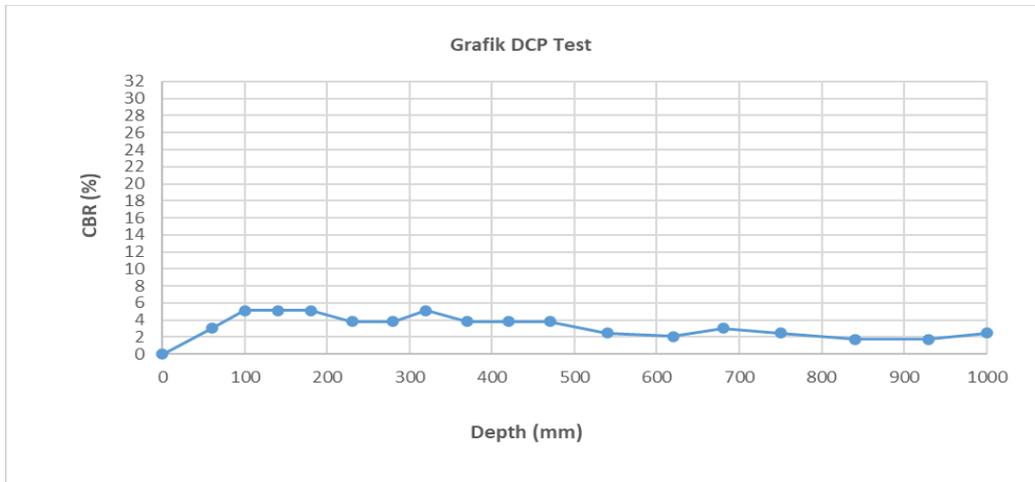
Nilai CBR lapangan = 2.54%

3.4 Hubungan Kedalaman dan Nilai CBR (%)

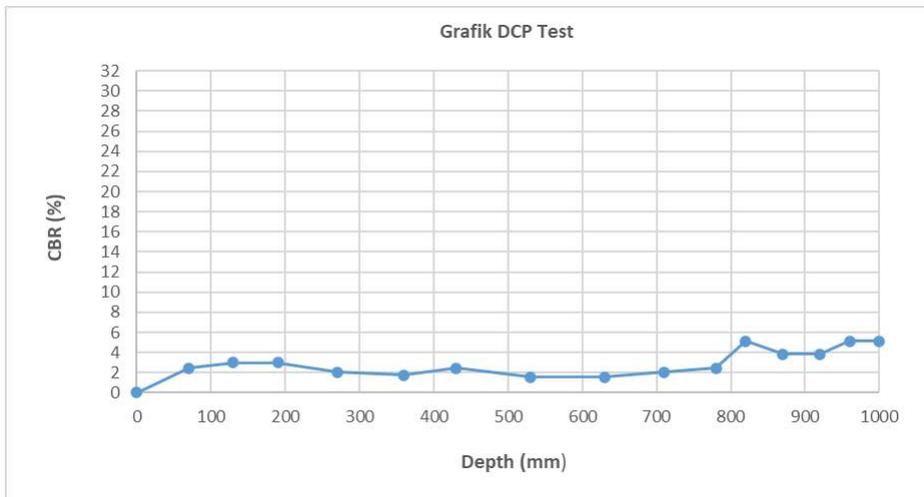
Berikut ditampilkan grafik hubungan nilai kedalaman dan nilai CBR (%) pada STA 93+550 RS.2, STA 93+575 LS.2 dan 93+600 RS.1



Gambar 3.1. Grafik Hubungan Kedalaman dan nilai CBR Pada STA 93+550 RS.2



Gambar 3.2. Grafik Hubungan Kedalaman dan nilai CBR Pada STA 93+575 LS.2



Gambar 3.3. Grafik Hubungan Kedalaman dan nilai CBR Pada STA 93+600 RS.1

3.5 Hasil Korelasi Nilai CBR Dengan DCP

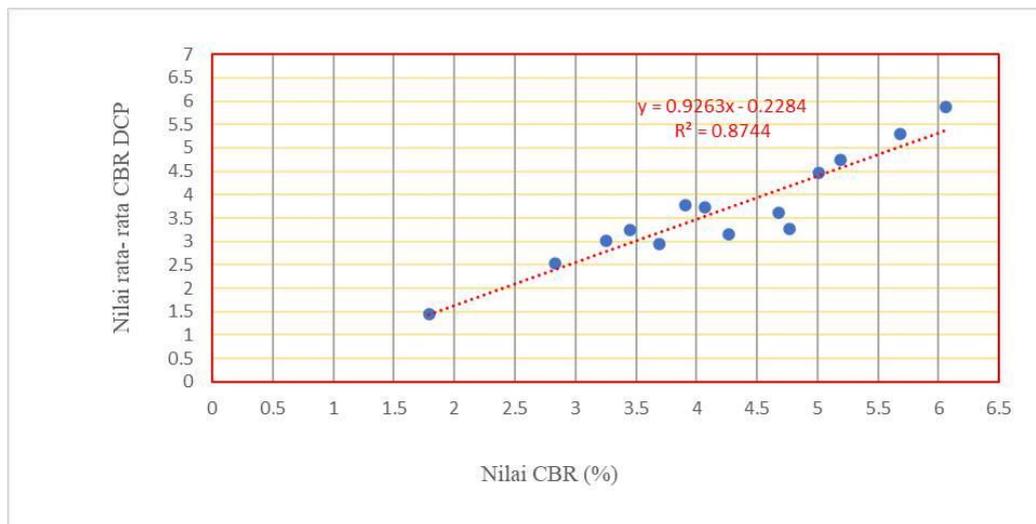
Dalam penelitian ini menggunakan analisis regresi linier sederhana untuk mendapatkan nilai korelasi dengan aplikasi microsoft excel. Sumbu -X sebagai nilai CBR dan sumbu -Y adalah nilai rata-rata DCP. Adapun perhitungan regresi linier untuk mendapatkan nilai korelasi dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Korelasi CBR dan DCP

No	Stasiun (STA)	CBR DCP	
		Xi	Yi
1	93+550	3.69	2.94
2	93+575	3.25	3.01
3	93+600	2.83	2.54
4	93+675	4.07	3.73
5	93+725	4.68	3.62
6	93+800	3.91	3.77
7	93+825	4.77	3.27
8	93+850	4.27	3.16

9	93+875	3.45	3.25
10	93+900	1.79	1.46
11	93+925	5.01	4.47
12	93+950	6.06	5.88
13	106+550	5.19	4.74
14	106+575	5.68	5.29

Dari tabel 4.4 diatas, nilai CBR (%) dan nilai CBR rata-rata DCP yang digunakan untuk mengetahui korelasi nilai CBR dengan DCP dapat dilihat pada gambar grafik 6 sebagai berikut :



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Nilai CBR dan DCP

Dari Gambar 6 grafik hubungan nilai CBR rata-rata DCP (sumbu Y) dengan nilai CBR (%) (sumbu X) didapat persamaan regresi linier $Y = 0.9263X - 0.2284$. Dengan koefisien determinasi (R^2) = 0.8744. Sehingga didapat koefisien korelasi (r) = $\sqrt{R^2}$ = 0.9350 menunjukkan adanya hubungan positif baik.

3.6 Hasil Korelasi Nilai CBR Dengan Daya Dukung Tanah

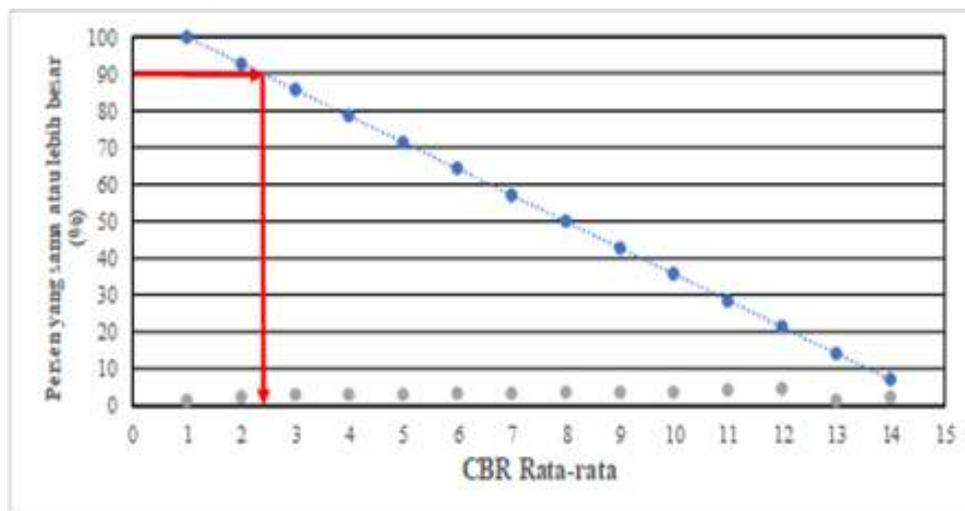
Cara penentuan kekuatan tanah dasar yang umum dipakai adalah menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Dengan menggunakan alat DCP (*Dyanmic Cone Penetrometer*) diperoleh hasil nilai CBR lapangan sebagai berikut:

Tabel 4.5. Nilai CBR Lapangan Hasil Pengujian Dengan Alat DCP

No	Titik Pengujian (STA)	CBR (%)	Nilai CBR dari Kecil ke Besar	Persen Yang Sama Atau Lebih Besar	Persen (%)
1	106+575	5.29	1.46	$14/14 \times 100 = 100\%$	100%
2	106+550	4.74	2.54	$13/14 \times 100 = 92.85\%$	92.85%
3	93+950	5.88	2.94	$12/14 \times 100 = 85.71\%$	85.71%
4	93+925	4.74	3.01	$11/14 \times 100 = 78.57\%$	78.57%
5	93+900	1.46	3.16	$10/14 \times 100 = 71.42\%$	71.42%
6	93+875	3.25	3.25	$9/14 \times 100 = 64.28\%$	64.28%
7	93+850	3.16	3.27	$8/14 \times 100 = 57.14\%$	57.14%
8	93+825	3.27	3.62	$7/14 \times 100 = 50.00\%$	50%
9	93+800	3.77	3.73	$6/14 \times 100 = 42.85\%$	42.85%
10	93+725	3.62	3.77	$5/14 \times 100 = 35.71\%$	35.71%

11	93+675	3.73	4.47	$4/14 \times 100 = 28.57\%$	28.57%
12	93+600	2.54	4.74	$3/14 \times 100 = 21.42\%$	21.42%
13	93+575	3.01	5.29	$2/14 \times 100 = 14.28\%$	14.28%
14	93+550	2.94	5.88	$1/14 \times 100 = 7.14\%$	7.14%
	Rata-rata	3.65%			

Dari tabel 4.5 diatas, nilai CBR yang digunakan untuk mengetahui nilai CBR rencana atau CBR desain adalah CBR pada kondisi 90% . Adapun nilai CBR 90% dapat dilihat pada gambar 4.5 sebagai berikut :



Gambar 4.5. Grafik Desain 90%

Berdasarkan hasil CBR dengan cara grafis didapat nilai CBR desain/ rencana untuk STA 93+550 - STA 93+550,106+555 – STA106+575 sebesar 2.54%.

CBR rata-rata = 3.65%

CBR maks = 5.88%

CBR min = 1.46%

Jumlah titik lokasi penelitian = 14, maka besarnya nilai R dapat di lihat pada tabel 2.7 adalah 3.18.

Secara analitis di dapatkan bahwa

$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - ((CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}) / R)$

$$= 3.65 - ((5.88 - 1.46) / 3.18)$$

$$= 2.27\%$$

Nilai CBR desain/rencana yang didapat belum memenuhi standar nilai CBR yang sudah ditetapkan yaitu 6%. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai CBR desain/rencana pada pembangunan jalan tol ruas Tebing tinggi-Indrapura di STA 93+550 - STA 93+550, 106+555 – STA 106+575 kekuatan nilai subgrade jalan masih jelek sehingga diperlukannya pemadatan kembali pada tanah dasar karena tidak memenuhi standar nilai CBR yang sudah ditetapkan dan sebaiknya ditambahkan perkerasan jalan.

Data CBR tanah dasar diketahui yaitu 2.27% maka dapat diketahui DDT dengan cara menarik garis horizontal pada garis gambar korelasi CBR dan DDT. Cara perhitungannya dapat digunakan persamaan seperti dibawah ini:

Nilai CBR tanah dasar juga dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$DDT = 4.3 \log CBR + 1.7$$

Dengan:

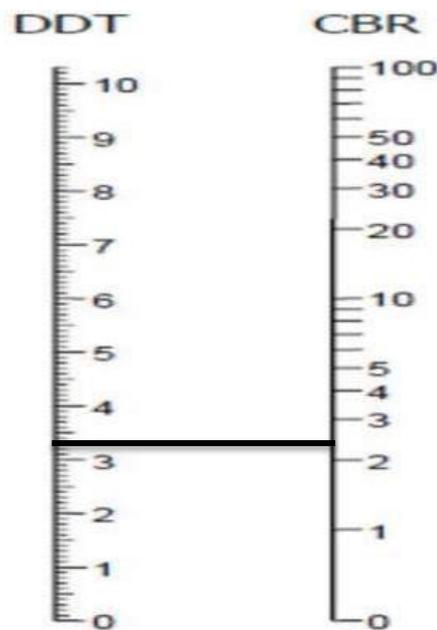
DDT = Nilai daya dukung tanah

CBR = Nilai CBR tanah dasar

Dengan persamaan diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4.3 \log \text{CBR} + 1.7 \\ &= 4.3 \log (2.27) + 1.7 \\ &= 3.23\% \end{aligned}$$

Secara grafik maka akan di dapat hubungan nilai DDT dan CBR dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.6. Grafik hubungan nilai DDT dan CBR

Garis yang dibentuk dari kedua diagram menunjukkan korelasi antara CBR (2.27%) dengan DDT (3.23%). Hasil ini diperoleh berdasarkan perhitungan dengan metode analitis.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kepadatan tanah dasar yang dilakukan pada ruas Tebing tinggi – Indrapura menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dengan metode zig-zag, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan data dari DCP diperoleh nilai CBR lapangan STA 93+550 sebesar 2.94%, STA 93+575 sebesar 3.01%, STA 93+600 sebesar 2.54%, STA 93+675 sebesar 3.73 %, STA 93+755 sebesar 3.62 % STA 93+800 sebesar 3.77%, STA 93+825 sebesar 3.27%, STA 93+850 sebesar 3.16%, STA 93+875 sebesar 3.25%, STA 93+900 sebesar 1.46%, STA 93+925 sebesar 4.47%, STA 93+950 sebesar 5.88%, STA 106+550 sebesar 4.74%, STA 106+575 sebesar 5.29%.
2. Nilai CBR Rata-rata adalah 3.65%, sedangkan CBR maks adalah 5.88% dan CBR min adalah 1.46%.
3. Dari hasil analisis regresi linier antara CBR dengan DCP didapat persamaan $y = 0.9263x - 0.2284$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0.8744 dan nilai koefisien korelasi (r) = 0.9350, menunjukkan adanya hubungan positif baik.

4. Dari hasil nilai CBR desain/rencana dengan cara grafik didapat 2.54% sedangkan cara analitis didapat 2.27%. Nilai CBR desain/rencana yang didapat belum memenuhi standar nilai CBR yang sudah ditetapkan yaitu 6%.
5. Berdasarkan hasil perhitungan korelasi CBR dengan Daya Dukung Tanah nilai DDT yang di dapat adalah 3.23%.

5. SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya dilakukan pemadatan kembali pada tanah dasar agar nilai CBR memenuhi standar yang ditetapkan.
2. Penelitian ini perlu ditingkatkan lagi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
3. Saat pengujian DCP di lapangan sebaiknya harus selalu memperhatikan penetrasi tumbukan agar pada saat pengolahan data yang didapat maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anai, B., Ali, S., Putra, F., Email, P., Padang, P. N., & Firdausputragmailcom, P.E. (2019). *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metoda Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 , Pada Ruas Jalan Padang.* 474-484.
- [2] Sumarna, T., 2015. Pengujian Daya Dukung Lapis Tanah Dasar (Subgrade) Pada Tanah Timbunan Untuk Lapisan Jalan Dengan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Jurnal Potensi Vol.17 No.1, Maret 2015, Volume 17, pp. 37-42.
- [3] Amran, Y., 2016. Analisis Daya Dukung Tanah (DDT) Pada Subgrade/Tanah Dasar. TAPAK Vol. 5 No. 2 Mei 2016, Volume 5, pp. 154-161
- [4] Dachlan , A. T., 2005. Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan. Vol. 7 No. 3, November 2005, Volume 7, pp. 126-134.
- [5] Helmi, H., Aprianto, A., & Bachtiar, V. (2016). Korelasi nilai california bearing ratio (CBR) lapangan dengan menggunakan alat dynamic cone penetrometer (DCP) dan california bearing ratio (CBR) mekanis (Doctoral dissertation, Tanjungpura University).
- [6] Bowles, J.E. (1991) : Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah oleh Hainim J.K edisi 2 : Erlangga. Jakarta
- [7] Sumarna, T., 2015. Pengujian Daya Dukung Lapis Tanah Dasar (Subgrade) Pada Tanah Timbunan Untuk Lapisan Jalan Dengan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Jurnal Potensi Vol.17 No.1, Maret 2015, Volume 17, pp. 37-42.