

**EVALUASI DAYA DUKUNG TANAH DASAR (*SUBGRADE*)  
PADA PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN  
ALAT *DYNAMIC CONE PENETROMETER*  
(Studi Kasus: Jl Koto Tuo, Kec. Koto Tangah, Kota Padang)**

Chintya Aprilia<sup>1</sup>, Fithriyah Patriotika<sup>2</sup>, Ilham Wahyudi<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: [chintyaaprilias5@gmail.com](mailto:chintyaaprilias5@gmail.com)

**Abstrak:** Proyek Akhir ini bertujuan untuk mengevaluasi daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perkerasan jalan di Jl. Koto Tuo, Kec. Koto Tangah, Kota Padang menggunakan metode *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Proyek Akhir ini memfokuskan pada pengujian lapangan dengan pengambilan 10 titik di sepanjang jalan sejauh  $\pm 1$  km secara zig-zag. Selain pengujian DCP, dilakukan pula pengujian sifat fisik tanah asli seperti kadar air, berat jenis, analisis saringan, dan hidrometer untuk memperoleh gambaran karakteristik tanah *subgrade* secara menyeluruh. Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR lapangan berkisar antara 1,46% sampai 2,04% yang menunjukkan daya dukung tanah dasar relatif rendah dan belum memenuhi standar minimum CBR 6% sesuai standar SNI. Karakteristik tanah di lokasi pengambilan data diklasifikasikan sebagai tanah lempung lanauan non organik dengan plastisitas rendah (CL-ML) dan termasuk kelompok A-2-4 menurut klasifikasi AASHTO. Hasil pengujian sifat fisik tanah memperlihatkan kadar air rata-rata 15,87% dan berat jenis rata-rata 2,614 yang turut mempengaruhi kekuatan tanah dasar. Berbagai rekomendasi teknis antara lain perlunya pemadatan ulang tanah dasar, penggunaan material perkuatan seperti *geotextile*, serta peningkatan pemeliharaan jalan untuk mengurangi kerusakan lebih lanjut.

**Kata Kunci:** Daya Dukung Tanah, *Dynamic Cone Penetrometer*; Tanah Dasar.

*Abstract:* This Final Project aims to evaluate the bearing capacity of the subgrade on road pavement on Jl. Koto Tuo, Koto Tangah District, Padang City using the *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) method. This Final Project focuses on field testing by taking 10 points along the road for  $\pm 1$  km in a zigzag manner. In addition to the DCP test, tests on the physical properties of the original soil such as water content, specific gravity, sieve analysis, and hydrometer were also carried out to obtain a comprehensive picture of the subgrade soil characteristics. The test results showed that the field CBR value ranged from 1.46% to 2.04%, indicating that the bearing capacity of the subgrade was relatively low and did not meet the minimum CBR standard of 6% according to SNI standards. The characteristics of the soil at the data collection location were classified as non-organic silty clay with low plasticity (CL-ML) and included in the AASHTO classification group A-2-4. The results of the soil physical properties test showed an average water content of 15.87% and an average specific gravity of 2.614 which also affected the strength of the subgrade. Various technical recommendations include the need for re-compacting the subgrade, using reinforcement materials such as *geotextiles*, and improving road maintenance to reduce further damage.

*Keyword:* Soil Bearing Capacity, *Dynamic Cone Penetrometer*; Subgrade.

## PENDAHULUAN

Jalan merupakan fasilitas penting dalam sistem transportasi yang menghubungkan berbagai tempat demi kelancaran aktivitas masyarakat dan perekonomian. Jalan memiliki peran penting dalam menunjang mobilitas penduduk, distribusi barang dan jasa, serta pertumbuhan ekonomi wilayah. Keberadaan dan kondisi jalan yang baik sangat menentukan kelancaran aktivitas transportasi dan konektivitas antar wilayah. Jalan itu terdiri dari beberapa lapisan yaitu: *subgrade* atau tanah dasar, lapisan pondasi, lapisan permukaan seperti aspal atau semen. (Ditjen Bina Marga, 2020).

Dari penjelasan lapisan tersebut, *subgrade* merupakan komponen penting pada struktur untuk mendukung lapisan perkerasan jalan. Fungsi utama *subgrade* adalah sebagai penopang dan pemberi daya dukung bagi lapisan-lapisan perkerasan yang berada di atasnya. Kualitas dan sifat tanah dasar sangat mempengaruhi kekuatan dan keawetan jalan. *Subgrade* yang memiliki daya dukung yang baik akan mampu menahan beban berat perkerasan dan muatan kendaraan, sehingga struktur jalan menjadi stabil dan tahan lama. Sebaliknya jika tanah dasar kurang padat atau memiliki daya dukung rendah, maka bagian atas jalan akan mudah rusak.

Penurunan pada tanah dasar atau *subgrade* dapat terjadi karena pergerakan tanah, kurangnya daya dukung tanah akibat kelembaban yang tinggi, dan seringnya muatan berlebih (*overloading*) pada jalan. Curah hujan yang tinggi juga dapat menyebabkan longsor dan penurunan struktur tanah di bawah permukaan jalan. Faktor-faktor ini menimbulkan penurunan (*settlement*) yang menyebabkan ketidakstabilan lapisan perkerasan jalan di atasnya sehingga jalan mengalami deformasi dan kerusakan. Dampaknya adalah menurunnya tingkat pelayanan jalan serta risiko gangguan keselamatan pengguna jalan. (IBM PKS, 2023).

Hal tersebut juga terjadi pada Jalan Koto Tuo Kec. Koto Tangah Kota Padang, kondisi permukaan jalannya banyak mengalami kerusakan berupa retak-retak, berlubang, hingga gelombang pada lapisan perkerasan. Menurut hasil wawancara warga setempat, minimnya pemeliharaan rutin dari pemerintah setempat menyebabkan kondisi kerusakan semakin meluas dan berakibat pada penurunan kenyamanan serta keselamatan pengguna jalan. Selain itu, genangan air pada musim hujan memperburuk keadaan karena

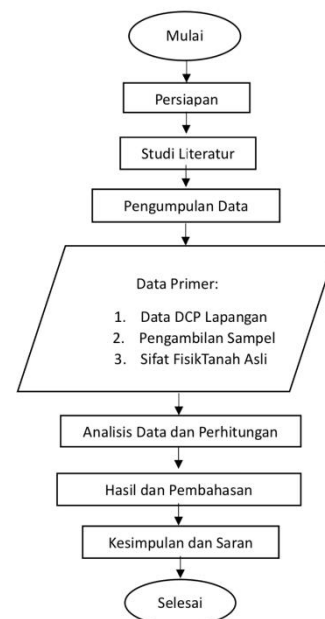
meresap ke dalam tanah dasar dan menurunkan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah.

Jalan ini memiliki peranan penting karena penghubung antara Desa Koto Tuo, Desa Balai Gadang, Desa Sungai Bangek, Desa Tanjung Aur dengan jalan utama Bypass. Selain digunakan oleh kendaraan pribadi, Jalan Koto Tuo juga menjadi lintasan bagi kendaraan berat seperti truk sampah, truk angkutan material, serta kendaraan konstruksi, yang mempercepat terjadinya penurunan pada tanah dasar. Berdasarkan hasil pengukuran terlihat adanya penurunan setinggi sekitar 5,5 cm dari permukaan acuan. Pengukuran ini menggunakan mistar baja dan besi lurus sebagai acuan permukaan asli.

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan diatas, perlunya melakukan analisis daya dukung tanah dengan judul “**Evaluasi Daya Dukung Tanah Dasar (*Subgrade*) pada Perkerasan Jalan Menggunakan Alat *Dynamic Cone Penetrometer* (Studi Kasus Jl. Koto Tuo, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang)**”.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian tanah *subgrade* pada ruas Jalan Koto Tuo, Kelurahan Koto Pulai, Kecamatan Koto Tangah, Padang dan menggunakan metode *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dilakukan setiap 100 meter secara zig-zag di jalan sepanjang 1 km dan dilakukan pula pengujian sifat fisik tanah asli yang meliputi kadar air, berat jenis, analisis saringan, hidrometer. Gambar 1 menampilkan alur proses tahapan perencanaan penelitian secara sistematis.



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

Penelitian ini secara garis besar terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

**1. Studi Literatur**

Studi literatur adalah proses pengumpulan dan analisis berbagai sumber relevan seperti buku, jurnal, dan laporan untuk memahami perkembangan teori, menemukan celah penelitian, serta memperkuat dasar penelitian baru. Kegiatan ini juga membantu menghindari pengulangan serta memperkaya perspektif dalam penelitian yang dilakukan.

**2. Survey Lapangan dan Pengambilan Sampel**

Sampel tanah diambil langsung dari lapangan sebagai objek uji yaitu di Jalan Koto Tuo yang terletak di Kelurahan Koto Pulai, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang.

**3. Pengumpulan Data**

Pengumpulan Data mulai dari data DCP lapangan, pengambilan sampel untuk pengujian sifat fisik tanah yang mengidentifikasi sifat dan tipe tanah asli yang akan digunakan dalam penelitian. Beberapa jenis pengujian yang umum dilakukan untuk mengevaluasi sifat fisik tanah meliputi hal-hal berikut ini:

a. Kadar Air

Kadar air tanah dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\omega = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

b. Berat Jenis

Berat jenis dapat dihitung menggunakan Persamaan (3) dan (4).

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_2 - W_1) + (W_4 - W_3)} \dots\dots\dots (2)$$

$$G_s \text{ 27,5} = G_s \times \frac{\text{Bj air pada suhu T}}{\text{Bj air pada suhu 27,5}} \dots\dots (3)$$

- GS = Berat jenis tanah (gram/cm<sup>3</sup>)
- W1 = Berat alat piknometer (gram)
- W2 = Piknometer + Berat tanah (gram)
- W3 = Piknometer + Berat tanah + air (gram)
- W4 = Piknometer + air (gram)

c. Analisis Saringan dan Hidrometer

Pengujian analisis saringan dan hidrometer dapat dihitung menggunakan Persamaan (4) dan (6).

$$\% \text{ Tertahan} = \left( \frac{\text{Komulatif tertahan}}{W_{\text{total}}} \right) \times 100\% \dots\dots (4)$$

$$\% \text{ Lolos} = 100\% - \% \text{ Tertahan} \dots\dots (5)$$

$$N = \frac{a(Rh+tm)}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

- % Tertahan = Jumlah berat tanah yang tidak melewati saringan (%)
- % Lolos = Jumlah berat tanah yang melewati ukuran saringan (%)
- a = Faktor koreksi meniskus
- Rh = Rekasi hidrometer
- tm = Koreksi suhu
- WS = Berat contoh tanah

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Pengujian Sifat Fisik Tanah**

Sampel tanah dalam penelitian ini diuji di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Pengujian sifat fisik tanah dilakukan untuk menentukan karakteristik dan jenis dari tanah asli yang akan digunakan.

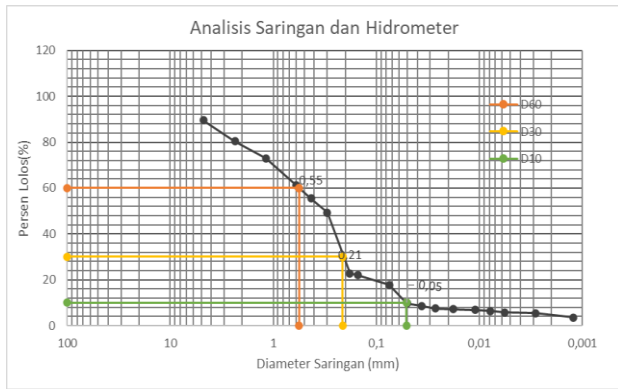
Pengujian terhadap sifat fisik tanah mencakup penentuan kadar air pada sampel tanah, pengukuran berat jenis partikel tanah, analisis distribusi ukuran butiran menggunakan metode saringan dan hidrometer, Data yang diperoleh dari pengujian ini kemudian digunakan untuk mengevaluasi kondisi dasar dan mengklasifikasikan jenis tanah yang ada.

Seluruh hasil pengujian tanah asli yang dijadikan bahan dasar dalam penelitian ini kemudian dikumpulkan dan disajikan secara detail dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Rekap Hasil Pengujian Parameter Fisik dan Mekanik Tanah Asli**

No	Parameter Tanah	Hasil Pengujian
1	Kadar air lapangan	15,87%
2	Berat jenis	2,614
3	Lolos saringan no 200	17,85%
4	Klasifikasi Tanah	
	Klasifikasi USCS	CL+ML
	Klasifikasi AASHTO	A-2-4

Berdasarkan data yang tercantum pada tabel tersebut, rata-rata kadar air lapangan yang didapatkan adalah 15,87%, berat jenis partikel tanah mencapai 2,614. Metode analisis saringan dan hidrometer diaplikasikan untuk menentukan distribusi ukuran butiran tanah. Grafik hasil analisis saringan dan hydrometer yang menggambarkan penyebaran ukuran butiran tanah disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Grafik Analisis Saringan dan Hidrometer**

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sifat fisik tanah, selanjutnya dilakukan proses klasifikasi tanah. Mengacu pada sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification system*), tanah ini tergolong dalam kategori CL+MH, yaitu tanah lempung lanauan non organik dengan plastisitas rendah.

**2. Hasil Pengujian CBR dengan DCP**

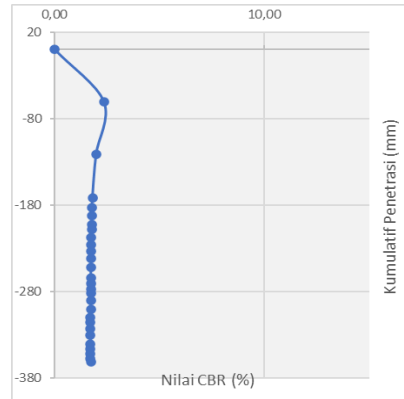
Berdasarkan hasil dari menganalisis kepadatan tanah di Jalan Koto Tuo Kec. Koto Tengah Kota Padang dengan metode zig-zag dan setiap segmen diberi jarak 100 m, sepanjang ±1 km dengan jumlah titik uji sebanyak 10 titik, bersumber dari (analisis data) dengan penjelasan seperti pada Tabel 2 berikut :

**Tabel 2. Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+000**

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)	
	A	B	C	D	E = C/B	$F = \frac{2,8135 - 1,313 \cdot \text{LOG}_{10}(E)}$	
0+000	0	0	0				
	1	27	60	60	2,22	2,36	
	1	28	121	61	4,32	1,98	
	1	29	171	50	5,90	1,80	
	1	30	183	12	6,10	1,78	
	1	31	192	9	6,19	1,77	
	1	32	202	10	6,31	1,76	
	1	33	208	6	6,30	1,76	
	1	34	217	9	6,38	1,76	
	1	35	226	9	6,46	1,75	
	1	36	233	7	6,47	1,75	
	1	37	241	8	6,51	1,74	
	1	38	252	11	6,63	1,73	
	1	39	264	12	6,77	1,72	
	1	40	270	6	6,75	1,72	
	1	41	277	7	6,76	1,72	
	1	42	282	5	6,71	1,73	
	1	43	290	8	6,74	1,73	
	1	44	300	10	6,82	1,72	
	1	45	310	10	6,89	1,71	
	1	46	315	5	6,85	1,72	
	1	47	323	8	6,87	1,71	
	1	48	330	7	6,88	1,71	
	1	49	340	10	6,94	1,71	
	1	50	346	6	6,92	1,71	
	1	51	352	6	6,90	1,71	
	1	52	357	5	6,87	1,71	
	1	53	361	4	6,81	1,72	
	RATA - RATA						1,77

Dari Tabel 2 diatas berdasarkan hasil (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+000. 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 Gambar 3 berikut :



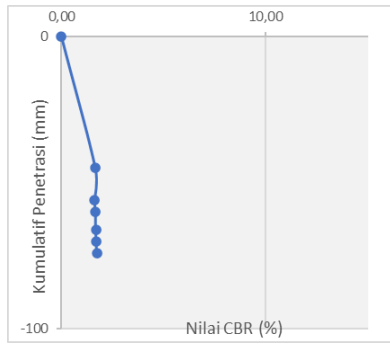
**Gambar 3. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+000**

Pada Gambar 3 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+000. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 27 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 361 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+000 diperoleh nilai CBR 1,77%.

**Tabel 3. Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+100**

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)	
	A	B	C	D	E = C/B	$F = \frac{2,8135 - 1,313 \cdot \text{LOG}_{10}(E)}$	
0+100	0	0	0				
	1	6	45	45	7,50	1,66	
	1	7	56	11	8,00	1,63	
	1	8	60	4	7,50	1,66	
	1	9	66	6	7,33	1,68	
	1	10	70	4	7,00	1,70	
	1	11	74	4	6,73	1,73	
	RATA - RATA						1,68

Dari Tabel 3 di atas yang bersumber dari analisis data, diperoleh hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) mengenai nilai CBR pada STA 0+100. Ini menunjukkan bahwa setiap bagian yang berjarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang bervariasi, karena hal ini sangat tergantung pada posisi dan keadaan tanah, dengan penjelasan sebagai berikut pada Gambar 4:



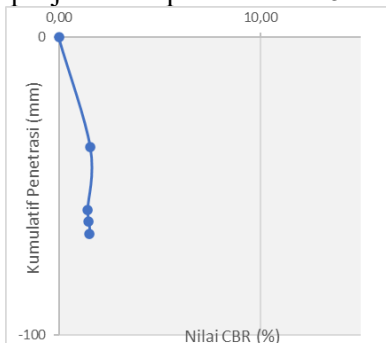
**Gambar 4. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+100**

Pada Gambar 16 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+100. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 6 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 74 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+100 diperoleh nilai CBR 1,68%.

**Tabel 4. Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+200**

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 \cdot \text{LOG}_{10}(E))$
0+200	0	0	0			
	1	4	37	37	9,25	1,54
	1	5	58	21	11,60	1,42
	1	6	62	4	10,33	1,48
	1	7	66	4	9,43	1,53
RATA - RATA						1,49

Dari Tabel 4 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+200. 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 Gambar 5 berikut :



**Gambar 5. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+200**

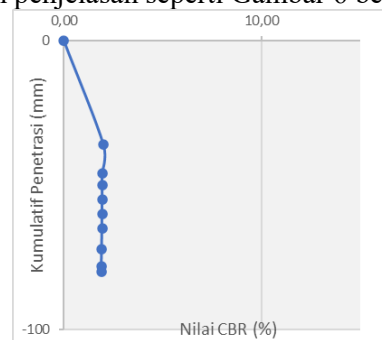
Pada Gambar 5 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+200. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 4 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 66 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan

nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+200 diperoleh nilai CBR 1,49%.

**Tabel 5. Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+300**

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 \cdot \text{LOG}_{10}(E))$
0+300	0	0	0			
	1	9	36	36	4,00	2,02
	1	10	46	10	4,60	1,94
	1	11	50	4	4,55	1,95
	1	12	55	5	4,58	1,95
	1	13	60	5	4,62	1,94
	1	14	65	5	4,64	1,94
	1	15	72	7	4,80	1,92
	1	16	78	6	4,88	1,91
	1	17	80	2	4,71	1,93
RATA - RATA						1,94

Dari Tabel 5 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+300. 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 Gambar 6 berikut :



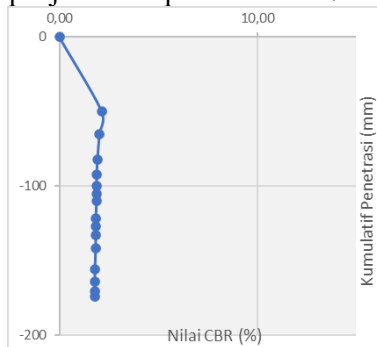
**Gambar 6. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+300**

Pada Gambar 6 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+300. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 9 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 80 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+300 diperoleh nilai CBR 1,94%.

**Tabel 6. Formulir pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) 0+400**

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 * \text{LOG}_{10}(E))$
0+400	0	0	0			
	1	15	50	50	3,33	2,13
	1	16	65	15	4,06	2,01
	1	17	82	17	4,82	1,92
	1	18	92	10	5,11	1,88
	1	19	100	8	5,26	1,87
	1	20	105	5	5,25	1,87
	1	21	110	5	5,24	1,87
	1	22	122	12	5,55	1,84
	1	23	127	5	5,52	1,84
	1	24	133	6	5,54	1,84
	1	25	142	9	5,68	1,82
	1	26	156	14	6,00	1,79
	1	27	164	8	6,07	1,78
	1	28	171	7	6,11	1,78
1	29	174	3	6,00	1,79	
RATA - RATA						1,87

Dari Tabel 6 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+400. 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 Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+400

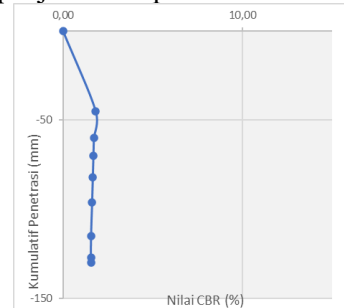
Pada Gambar 7 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+400. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 15 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 174 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+400 diperoleh nilai CBR 1,87%.

Tabel 7. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+500

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)	
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 * \text{LOG}_{10}(E))$	
0+500	0	0	0				
	1	8	45	45	5,63	1,83	
	1	9	60	15	6,67	1,73	
	1	10	70	10	7,00	1,70	
	1	11	82	12	7,45	1,67	
	1	12	96	14	8,00	1,63	
	1	13	115	19	8,85	1,57	
	1	14	127	12	9,07	1,56	
	1	15	130	3	8,67	1,58	
	RATA - RATA						1,66

Dari Tabel 7 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic*

*Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+500. 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 Gambar 8 berikut :



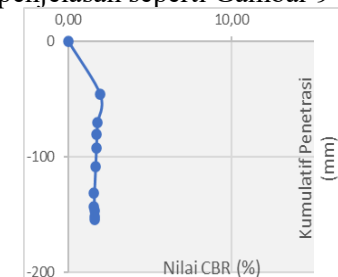
Gambar 8. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+500

Pada Gambar 8 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+500. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 8 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 130 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+500 diperoleh nilai CBR 1,66%.

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

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)	
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 * \text{LOG}_{10}(E))$	
0+600	0	0	0				
	1	8	45	45	5,63	1,83	
	1	9	60	15	6,67	1,73	
	1	10	70	10	7,00	1,70	
	1	11	82	12	7,45	1,67	
	1	12	96	14	8,00	1,63	
	1	13	115	19	8,85	1,57	
	1	14	127	12	9,07	1,56	
	1	15	130	3	8,67	1,58	
	RATA - RATA						1,66

Dari Tabel 8 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+600. 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 Gambar 9 berikut :



Gambar 9. Grafik kumulatif penetrasi

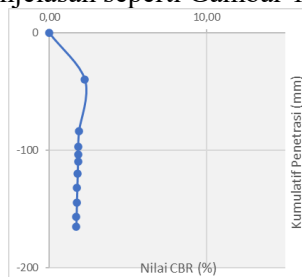
### STA 0+600

Pada Gambar 9 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+600. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 10 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 154 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+600 diperoleh nilai CBR 1,67%.

**Tabel 9. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+700**

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 * \text{LOG}10(E))$
0+700	0	0	0			
	1	15	40	40	2,67	2,25
	1	16	84	44	5,25	1,87
	1	17	97	13	5,71	1,82
	1	18	104	7	5,78	1,81
	1	19	110	6	5,79	1,81
	1	20	120	10	6,00	1,79
	1	21	132	12	6,29	1,77
	1	22	145	13	6,59	1,74
	1	23	157	12	6,83	1,72
	1	24	165	8	6,88	1,71
	1	25	170	5	6,80	1,72
	1	26	177	7	6,81	1,72
	1	27	183	6	6,78	1,72
	1	28	190	7	6,79	1,72
	1	29	192	2	6,62	1,74
RATA - RATA						1,79

Dari Tabel 9 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+700. 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 Gambar 10 berikut :



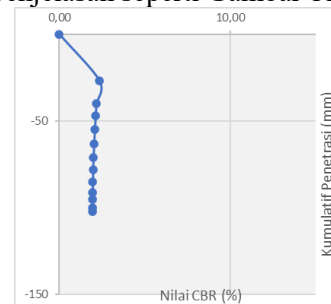
**Gambar 10. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+700**

Pada Gambar 10 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+700. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 15 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 192 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+700 diperoleh nilai CBR 1,79%.

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

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 * \text{LOG}10(E))$
0+800	0	0	0			
	1	12	27	27	2,25	2,35
	1	13	40	13	3,08	2,17
	1	14	47	7	3,36	2,12
	1	15	55	8	3,67	2,07
	1	16	63	8	3,94	2,03
	1	17	71	8	4,18	2,00
	1	18	78	7	4,33	1,98
	1	19	85	7	4,47	1,96
	1	20	91	6	4,55	1,95
	1	21	95	4	4,52	1,95
	1	22	100	5	4,55	1,95
	1	23	102	2	4,43	1,96
RATA - RATA						2,04

Dari Tabel 10 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+800. 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 Gambar 11 berikut :



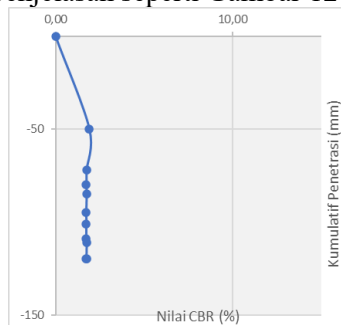
**Gambar 11. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+800**

Pada Gambar 11 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+800. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 12 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 102 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+800 diperoleh nilai CBR 2,04%.

**Tabel 11. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+900**

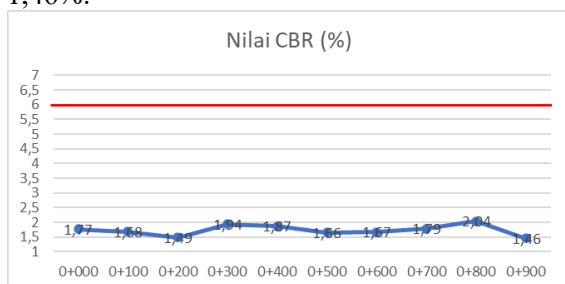
STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif Penetrasi (mm)	Penetrasi Antar Bacaan (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
	A	B	C	D	E = C/B	$F = (2,8135 - 1,313 * \text{LOG}10(E))$
0+900	0	0	0			
	1	10	50	50	5,00	1,90
	1	11	72	22	6,55	1,74
	1	12	80	8	6,67	1,73
	1	13	85	5	6,54	1,74
	1	14	95	10	6,79	1,72
	1	15	101	6	6,73	1,73
	1	16	109	8	6,81	1,72
	1	17	111	2	6,53	1,74
	1	18	120	9	6,67	1,73
	1	19	120	0	6,32	1,76
RATA - RATA						1,46

Dari Tabel 11 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+900. 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 Gambar 12 berikut :



**Gambar 12. Grafik kumulatif penetrasi STA 0+900**

Pada Gambar 12 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi STA 0+900. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 10 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 120 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan. Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di Jalan Koto Tuo, Koto Tengah, Kota Padang, diperoleh nilai CBR pada STA 0+900 diperoleh nilai CBR 1,46%.



**Gambar 13. Grafik Seluruh Nilai CBR**

Pada grafik ini, ditandai garis batas pada nilai 6% untuk menunjukkan kriteria kekuatan minimum. Grafik ini membantu memvisualisasikan apakah nilai CBR tanah uji memenuhi atau berada di bawah standar yang diharapkan.

## KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian laboratorium dan pengujian lapangan yang dilakukan di Jalan Koto Tuo, Kec. Koto Tengah, Kota Padang dalam Proyek Akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah dasar (*subgrade*) di lokasi pengujian termasuk ke dalam kelompok tanah lempung

lanauan dengan pasir non organik dengan plastisitas rendah (CL-ML) berdasarkan klasifikasi USCS dan kelompok A-2-A menurut AASHTO.

2. Nilai California Bearing Ratio (CBR) hasil pengujian lapangan dengan metode Dynamic Cone Penetrometer (DCP) bervariasi di sepanjang ruas jalan, dengan nilai rata-rata CBR lapangan berkisar antara 1,46% sampai 2,04%, yang menunjukkan daya dukung tanah dasar relatif rendah dan belum memenuhi standar minimum SNI ( $CBR \geq 6\%$ )
3. Kerusakan permukaan jalan berupa retak, berlubang, dan penurunan permukaan diperparah oleh genangan air dan beban kendaraan berat yang melewati jalan tersebut.
4. Hasil pengujian sifat fisik tanah memperlihatkan kadar air sekitar 15,87% dan berat jenis rata-rata 2,614, yang berkontribusi pada karakteristik daya dukung tanah.
5. Pengambilan data dilakukan pada saat kondisi cuaca cerah namun juga pada saat musim hujan, sehingga kadar air tanah sedikit meningkat dan dapat mempengaruhi nilai CBR yang diperoleh di lapangan.
6. Proyek Akhir ini menekankan pentingnya pengujian daya dukung tanah menggunakan DCP sebagai metode cepat dan representatif untuk evaluasi kondisi *subgrade* sebagai dasar perencanaan perbaikan dan pemeliharaan jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Keberadaan dan kondisi jalan: Struktur lapisan jalan dan pengaruhnya terhadap kelancaran transportasi. *Jurnal Jalan-Jembatan*, 40(1). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Petrane. (2025). Analisis daya dukung tanah pada perkerasan jalan menggunakan alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Universitas Andalas.
- Darwis, F., & Mulya, E. R. (2022). Analisis daya dukung tanah dasar berdasarkan uji CBR laboratorium dan uji CBR lapangan pada ruas jalan Kampus Unipas Morotai. Universitas Pasifik Morotai.
- Panjaitan, K. M., Sarifah, J., & Nusa, A. B. (2024). Analisis daya dukung tanah dasar menggunakan alat DCP pada proyek jalan tol Tebing Tinggi-Indrapura. Universitas Islam Sumatera Utara.

Nasrullah. (2024). Analisis daya dukung tanah lapisan pondasi jalan pada proyek jalan tol Tebing Tinggi–Parapat tahap I (Zona 1) [Skripsi, Universitas Medan Area]. Repositori Universitas Medan Area.