

# Evaluasi Daya Dukung Tanah Dasar Jalan Poros Neto Kampung Ivimahad

Dewi Sriastuti Nababan<sup>1</sup>, Muh. Akbar<sup>1\*</sup>, Daniel Tambun<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus  
Merauke, Indonesia  
\*Correspondent Author: [akabr@unmus.ac.id](mailto:akabr@unmus.ac.id)

**Abstrak** - Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas kendaraan. Jalan yang rusak dapat menyebabkan kecelakaan, ketidaknyamanan para pengemudi, keamanan, dan meningkatkan biaya operasional kendaraan. Selain itu jalan yang rusak juga sangat berdampak pada bertambahnya waktu tempuh. Jenis-jenis kerusakan jalan cukup banyak, salah satu yang umum terjadi yaitu retak. Pada penelitian ini jalan yang menjadi objek pada penelitian ini ialah jalan Neto. Jalan Neto merupakan akses penghubung ke beberapa distrik yang ada di Merauke yang melayani mobilisasi masyarakat. Perjalanan masyarakat cukup terganggu akibat kerusakan yang terjadi di jalan Neto yang berupa retak memanjang dan penurunan. Penulis menduga penyebab kerusakan jalan Neto ialah daya dukung tanah yang kurang baik. Parameter yang paling umum dipakai dalam menilai daya dukung tanah untuk perkerasan jalan adalah nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang dapat diperoleh baik melalui uji CBR laboratorium atau uji *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) langsung dilapangan. Dalam penelitian ini akan dievaluasi bagaimana aplikasi dari kedua metode ini untuk menilai daya dukung tanah dasar. Berdasarkan uji sifat mekanis tanah menggunakan DCP pada titik 1 sampai 4 didapatkan nilai CBR 11,23%, 14,44%, 13,61%, dan 11,06%. Kemudian CBR laboratorium pada titik 1 sampai 4 didapatkan nilai CBR 7,05%, 9,66%, 10,10%, dan 6,64%. Nilai CBR dari kedua pengujian tersebut lebih tinggi dari standar nilai CBR untuk jalan dimana nilai CBR untuk jalan ialah 6%.

**Kata Kunci** : Tanah dasar, *CBR laboratorium*, *DCP*

*Abstrak* - Roads are land transportation infrastructure that includes all parts of the road, including complementary buildings and equipment intended for vehicle traffic. Damaged roads can cause accidents, inconvenience drivers, safety, and increase vehicle operating costs. Apart from that, damaged roads also have a big impact on increasing travel time. There are quite a lot of types of road damage, one of the common ones is cracking. In this research, the road that is the object of this research is the Neto road. Jalan Neto is a connecting access to several districts in Merauke which serves community mobilization. People's travel was quite disrupted due to the damage that occurred on Jalan Neto, in the form of longitudinal cracks and subsidence. The author suspects that the cause of the damage to the Neto road is the poor bearing capacity of the soil. The most commonly used parameter in assessing the bearing capacity of soil for road pavement is the *California Bearing Ratio* (CBR) value which can be obtained either through a laboratory CBR test or a *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) test directly in the field. In this research, we will evaluate the application of these two methods to assess the bearing capacity of subgrade soil. Based on soil mechanical properties tests using DCP at points 1 to 4, CBR values were obtained at 11.23%, 14.44%, 13.61% and 11.06%. Then the laboratory CBR at points 1 to 4 obtained CBR values of

7.05%, 9.66%, 10.10% and 6.64%. The CBR value from both tests is higher than the standard CBR value for roads where the CBR value for roads is 6%.

**Keywords**: *Basic soil*, *CBR laboratory*, *DCP*

## 1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas kendaraan [1]. Jalan yang rusak dapat menyebabkan kecelakaan, ketidaknyamanan para pengemudi, keamanan, dan meningkatkan biaya operasional kendaraan.

Selain itu jalan yang rusak juga sangat berdampak pada bertambahnya waktu tempuh perjalanan[2]. Adapun penyebab kerusakan jalan, seperti beban kendaraan yang melebihi kapasitas muatan, muka air tanah yang tinggi, dan peningkatan volume lalu lintas sebelum usia rencana jalan tercapai, dan juga daya dukung tanah dasar yang kurang baik[3].

Pada Jalan Poros Neto terdapat kerusakan yang terlihat secara visual, seperti retak memanjang, amblas, berlobang, kerusakan tekstur permukaan dan kondisi butiran permukaannya lepas[4-5]. Oleh karena secara visual terlihat adanya retak memanjang dan penurunan. Maka hipotesis awal penyebab kerusakan Jalan Poros Neto ialah daya dukung tanah yang kurang baik. Jalan ini juga merupakan akses penghubung untuk ke beberapa distrik yang ada di Merauke[6-7].

Untuk mencari nilai daya dukung tanah dasar berdasarkan hasil uji nilai *Dynamic Cone Penetrometer Test* (DCP) lapangan dan *California Bearing Ratio* (CBR) lab terhadap tanah tersebut[8]. Dengan mengambil empat titik dimana setiap titik dibuat benda uji sebanyak empat sampel agar mendapat nilai yang lebih akurat[9]. Dan melakukan pengujian kadar air, berat jenis, *atterberg*, analisa saringan untuk mengetahui jenis tanah pada ruas jalan tersebut[10-13].

Akan tetapi pada penelitian ini mengkombinasikan pengujian *Dynamic Cone Penetrometer Test* (DCP) dan *California Bearing Ratio* (CBR) dengan melakukan pengambilan sampel sebanyak empat titik yang memungkinkan untuk mendapatkan hasil yang lebih spesifik dan akurat dalam penelitian yang di lakukan[14-15].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jenis tanah dasar ruas jalan poros neto dan mengetahui nilai daya

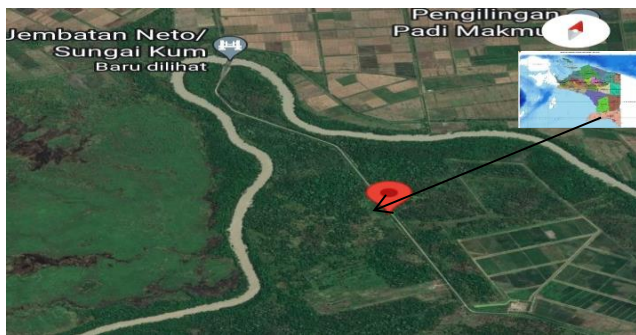
dukung tanah dasar berdasarkan hasil uji nilai *california bearing ratio* (CBR) terhadap tanah tersebut.

**2. METODE PENELITIAN**

Pengunaan Metode dalam penelitian ini, merupakan metode deskriptif kuantitatif. Metode yang digunakan untuk menghitung dan mejabarkan hasil data yang didapatkan dalam menganalisis data. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui jenis klasifikasi tanah dan CBR laboratorium, serta pengujian DCP untuk mengetahui nilai CBR lapangan.

**2.1 Lokasi pengambilan sampel**

Lokasi pengujian lapangan terletak di Ruas Jalan poros Neto Kabupaten Merauke, Provinsi Papua. Secara geografis terletak pada titik 8017'40"S, 140024'33"E. Lokasi pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tanah Jalan Poros Neto

**2.2 Sifat fisis tanah**

Sampel tanah yang telah diambil dilakukan pengujian sifat tanah dengan pengujian sebagai berikut:

**a. Pengujian kadar air**

Pengujian kadar air adalah perbandingan antara berat air dan butiran tanah kering yang dinyatakan dalam persen. dapat dilihat pada persamaan 1 :

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 10 \tag{1}$$

**b. Pengujian berat jenis**

Berat jenis / *Specific Gravity* ( $G_s$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ), hasil dari pengujian ini digunakan untuk menentukan jenis tanah. dapat dilihat pada persamaan 2 :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \tag{2}$$

**c. Pengujian *atterberg***

Batas *atterberg* adalah pertimbangan sifat-sifat tanah termasuk penentuan batas cair, batas plastis, dan batas susut, data hasil pengujian digunakan untuk penggolongan kedalam klasifikasi tanah. dapat dilihat pada persamaan 3:

$$IP = LL - PL (\%) \tag{3}$$

**d. Pengujian analisa saringan**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi butir tanah yang di letakan dalam saringan dengan cara digeratkan atau di goyangkan, hasil pengujian digunakan untuk menggolongkan jenis butiran tanah.

**2.3 Sifat mekanis tanah**

**a. Pengujian Pemadatan**

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Berikut ini adalah persamaan berat volume kering tanah.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+W} 100 \text{ (gram/cm}^3\text{)} \tag{4}$$

**b. Pengujian CBR laboratorium**

CBR laboratorium ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (SNI 03-1744-1989). CBR menurut RSNI3 1738:2008 didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan penetrasi suatu lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap tegangan penetrasi bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (dinyatakan dalam persen). Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam mencari nilai CBR.

$$CBR = \frac{P_t}{P_s} \times 100\% \tag{5}$$

**2.4 Pengujian DCP**

DCP adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah dasar yang dilakukan secara langsung. Daya dukung tanah dihitung berdasarkan pengolahan hasil pengujian DCP lapangan berdasarkan kedalaman (mm). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung pengujian DCP ialah:

$$\text{Log (CBR)} = 2.555 - 1.145 \text{ Log DCP} \tag{6}$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Hasil**

a. Pengujian sifat fisis dan mekanis

Untuk pengujian fisis dan mekanis tanah dari jalan poros Neto Kampung Ivimahad terdiri dari kadar air, atterberg limit, berat jenis, analisa saringan, dan pemadatan tanah (*standar protocor*) yang dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus Merauke hasil analisa dapat di lihat pada tabel 1 sebagai berikut :

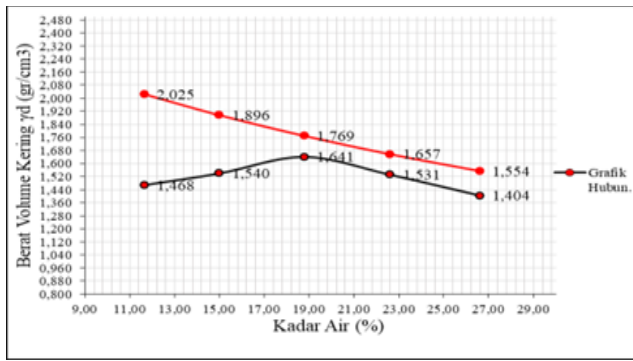
Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisis

Rekapitulasi Hasil Uji Laboratorium				
No	Pengujian	Simbol	Nilai	Satuan
1	Kadar Air	Wc	18,6	%
	Titik 1	Wc	7	%
	Titik 2	Wc	27,7	%
	Titik 3	Wc	9	%
	Titik 4	Wc	24,6	%
	Titik 3	Wc	7	%
	Titik 4	Wc	17,6	%
2	<b>Atterberg Limit</b>			
	Batas Cair			
	Titik 1	LL	52,13	%
	Titik 2	LL	55,76	%
	Titik 3	LL	51,51	%
	Titik 4	LL	52,29	%
	Batas Plastis			
	Titik 1	PL	34,95	%
	Titik 2	PL	38,19	%
	Titik 3	PL	33,48	%
	Titik 4	PL	34,59	%
	Plastisitas Indeks			
	Titik 1	PI	17,17	%
	Titik 2	PI	17,50	%
	Titik 3	PI	18,03	%
	Titik 4	PI	17,70	%
3	<b>Berat Jenis (Gs)</b>			
	Titik 1		2,65	%
	Titik 2		3,65	%
	Titik 3		4,65	%
	Titik 4		5,65	%
4	<b>Analisa Saringan(Lolos Komulatif saringan no 200 )</b>			
	Titik 1		86,42	%
	Titik 2		81,01	%
	Titik 3		86,48	%
	Titik 4		87,30	%
5	<b>Pemadatan Tanah (Proctor Standard)</b>			
	Kadar Air Optimum			
	Titik 1	Wopt	18,78	%
	Titik 2	Wopt	17,51	%
	Titik 3	Wopt	17,87	%
	Titik 4	Wopt	15,40	%

No	Pengujian	Simbol	Nilai	Satuan
6	Berat Volume Kering			
	Titik 1	$\gamma_d$	1,641	gr/c m3
	Titik 2	$\gamma_d$	1,643	gr/c m3
	Titik 3	$\gamma_d$	1,729	gr/c m3
	Titik 4	$\gamma_d$	1,649	gr/c m3
Pengklasifikasian Tanah				
No	Sistem Klasifikasi	Kelompok	Material Dominan	
1	Sistem Klasifikasi AASHTO	A-7-5	Tanah Berlempung (Dari Tabel AASHTO)	

- Pengujian kadar air tanah asli dilakukan dengan cara memasukan sampel uji ke dalam oven hingga didapat berat konstan, sehingga rata-rata dari 3 benda uji diperoleh nilai kadar air (w) untuk titik 1 18,67%, titik 2 7,79%, titik 3 24,67%, dan untuk titik 4 17,60%.
- Nilai *liquid limit* dilakukan dengan cara mencampurkan tanah dengan air sehingga mencapai keadaan cair dan diletakan pada alat *Casagrande* kemudian di dibuat alur membelah menjadi dua bagian dan di ketuk dengan kecepatan 2 putaran per detik sampai sampel uji akan bertemu atau bersentuhan. Sehingga didapat nilai *liquid limit* (LL) untuk titik 1 53,13%, titik 2 55,76%, titik 3 51,51%, titik 4 52,29%.
- Nilai *plastis limit* dilakukan dengan cara tanah yang sudah diberi air kemudian di gindingkan atau di guling-gulingkan sampe mengalami retak-retak rambut, sampel satu didapat nilai *plastis limit* (PL) untuk titik 1 34,95%, titik 2 38,19%, titik 3 33,48%, titik 4 34,59%. Nilai indeks plastis (IP) dapat ditentukan dengan nilai dari *liquid limit* dikurangi nilai dari platisitas limit pada hasil pengujian, sehingga diperoleh nilai indeks plastis (IP) untuk titik 1 didapat 17,17%, titik 2 17,50%, titik 3 18,03%, dan titik 4 17,70%.
- Pengujian berat jenis tanah dilakukan dengan memasukan tanah kedalam dua *picnometer* yang kemudian di masukan air suling dan di didihkan hingga gelembung udaranya keluar selanjutnya di timbang dan di catat hasilnya, sehingga rata-rata dari 2 benda uji diperoleh nilai berat jenis (Gs) untuk titik 1 sampai 4 didapatkan nilai 2,65 dimana tanah tersebut masuk kedalam golongan tanah lempung menurut tabel berat jenis tanah.
- Berdasarkan hasil dari pengujian analisa saringan basah yang lolos saringan no 200 untuk titik 1 sebesar 86,42%, titik 2 81,01%, titik 3 86,48%, dan titik 4 87,30%, maka dapat diketahui bahwa tanah tersebut memiliki butiran tanah yang halus.

• Pengujian pemadatan

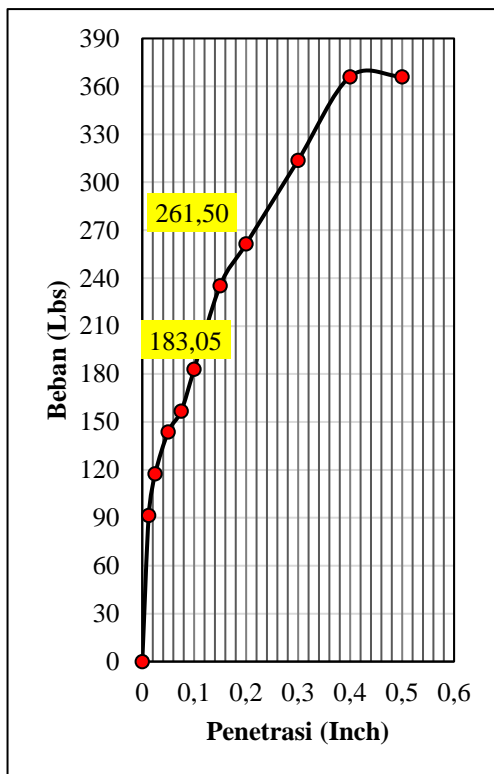


Gambar 2. Kurva pemadatan tanah

Berdasarkan grafik hasil pemadatan diatas maka dapat ditentukan nilai maksimum *dry density* sebesar 1,641 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai kadar air optimum sebesar 18,78 %. *Dry density* dan kadar air optimum sebesar. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan proporsi campuran antara air dan tanah pada pengujian CBR laboratorium.

b. Pengujian CBR laboratorium

CBR didefinisikan sebagai perbandingan antara beban percobaan (*Test Load*) dengan beban standar (*Standard Load*) dan dinyatakan dalam persentase. sampel yang dilakukan pengujian ini adalah sampel tanah pada semua titik pengambilan sampel atau sebanyak 4 titik. Berikut ini adalah hasil uji CBR pada titik 1 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengujian CBR

Tabel 2. Hasil pengujian CBR di laboratorium

Titik	Sampel Uji	Nilai CBR (%)		CBR Rata-Rata (%)		CBR (%)
		0,1 inchi	0,2 inchi	0,1 inchi	0,2 inchi	
1	1	6,10	5,81			
	2	7,41	7,26	7,12	6,97	7,05
	3	7,85	7,85			
2	1	12,20	11,04			
	2	9,15	8,43	10,02	9,30	9,66
	3	8,72	8,43			
3	1	10,00	9,88			
	2	6,97	6,97			
	3	13,95	12,78	10,31	9,88	10,1
4	1	6,10	5,52			
	2	6,10	5,81	6,68	6,59	6,64
	3	7,85	8,43			

Berdasarkan tabel 2 hasil pengujian CBR laboratorium pada keempat sampel didapat CBR rata rata pada pengujian titik 1 adalah 7,05%, titik 2 9,66%, titik 3 10,1%, dan titik 4 6,64%

c. Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer Test* (DCP)  
 Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan alat DCP dilapangan akan diperoleh hasil CBR lapangan tanah dasar. Berikut ini adalah rekapitulasi pengujian DCP dari keempat titik pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian DCP

No	Titik Pengujian	Kedalaman Penetrasi (mm)	Nilai CBR	CBR Rata-Rata (%)
1	Titik 1	335	11,23	
2	Titik 2	405	14,44	
3	Titik 3	355	13,61	12,59
4	Titik 4	415	11,06	

Pada tabel 3 didapat nilai CBR rata-rata dari keempat titik pengujian sebesar 12,59%.

3.2 Hasil pengujian CBR dan sifat fisis

Berdasarkan pengujian sifat fisis tanah yang telah dilakukan, maka keempat sampel tanah yang di ambil pada jalan Poros Neto tersebut dapat diklasifikasikan dengan sistem klasifikasi tanah yakni klasifikasi tanah menurut AASHTO. Pengujian Untuk sistem klasifikasi AASHTO berdasarkan tabel AASHTO, sampel tanah tersebut masuk kedalam A-5 sampai A-7-5 yaitu tanah lempung kategori tanah berbutir halus lempung atau lanau. Dari hasil rekapitulasi pengujian DCP pada tabel 3 didapat nilai CBR

untuk titik 1 sebesar 11,23%, titik 2 sebesar 14,44%, titik 3 sebesar 13,61% dan untuk titik 4 sebesar 13,61%, dan didapat nilai CBR rata-rata sebesar 12,59% dimana nilai tersebut memenuhi dalam kriteria nilai CBR untuk *subgrade* jalan. Dilihat dari tabel 2 nilai dari pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) pada tiap sampel uji pada pemeraman selama 1 hari, untuk sampel pada titik 1 diperoleh nilai CBR sebesar 7,05%, untuk sampel pada titik 2 diperoleh nilai CBR sebesar 9,66%, untuk sampel pada titik 3 diperoleh nilai CBR sebesar 10,1%, dan untuk sampel pada titik 4 diperoleh nilai CBR sebesar 6,64%. Bahwa nilai CBR laboratorium maksimum terdapat pada titik 3 sebesar 10,1 %, dan nilai DCP maksimum terdapat pada titik 2 sebesar 14,44%. Nilai DCP lebih besar dari CBR laboratorium dikarenakan terjadi kepadatan oleh beban kendaraan dan faktor alam.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian uji sifat fisis tanah di laboratorium teknik sipil menunjukkan hasil bahwa tanah yang diambil pada jalan Poros Neto. Titik 1 sampai 4 dapat diklasifikasikan menurut sistem klasifikasi tanah AASTHO masuk kedalam jenis tanah berlempung. Berdasarkan pengujian CBR menggunakan DCP didapatkan nilai CBR 11,06% sampai 14,44%, Kemudian CBR laboratorium pada titik 1 sampai 4 didapatkan nilai CBR 6,64% sampai 10,10%. Kesimpulannya nilai CBR dari kedua pengujian tersebut masih memenuhi kriteria untuk *subgrade* jalan dengan nilai CBR minimal untuk *subgrade* jalan ialah 6%.

#### REFERENSI

- [1] Priana, S. E. (2018). Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang). *Rang Teknik Journal*, 1(1).
- [2] Lampur, A., & Kuswara, K. M. (2021). Analisis Kerusakan Jalan Di Ndajang Desa Lungar Terhadap Arus Lalu Lintas Mocok-Ruteng Kabupaten Manggarai: Analysis Of Road Damage In Ndajang Lungar Villages Against Mocok-Ruteng Traffic Flow Manggarai Regency Route. *Batakarang*, 2(1), 1-10.
- [3] Gumelar, R. A., & Susetyaningsih, A. (2023). Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Kenyamanan Pengguna Jalan Di Jalan Raya. *Jurnal Konstruksi*, 21(2), 265-274.
- [4] Abolanuha, Y., Kuswara, K. M., & Deku, A. (2022). Identifikasi Kondisi Perkerasan Jalan Di Ruas Jalan Trans Adonara Desa Tobilotawaiwadan Kabupaten Flores Timur: Identification Of Road Pavement Conditions On The Trans Adonara Road Tobilotawaiwadan, East Flores Regency. *Batakarang*, 3(2), 48-54.
- [5] Safitri, A., & Najimuddin, D. (2021). Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lintas Plampang-Labangka. *Jurnal Sainteka*, 2(1), 1-7.
- [6] Feriska, Y., Pramono, H., Khamid, A., & Apriliano, D. D. (2023). Analisa Kerusakan Jalan Kabupaten Ruas Klampok-Pg Banjartma Kabupaten Brebes. *Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknik dan Informatika*, 1(1), 10-18.
- [7] Yuni Millati Azka, Y. M. A., & Nabilla Ardhia Pramesti, N. A. P. (2023). *Perkuatan Lereng Menggunakan Metode Soil Nailing Dengan Material Geobrugg (Studi Kasus: Bendungan Cacaban, Kabupaten Tegal, Jawa Tengah)* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- [8] Kartika, D., Santosa, A., & Iskandar, T. (2020). Pendampingan Perencanaan Perkerasan Jalan Desa Tirtomoyo Kabupaten Malang Desa Tirtomoyo. *Infomanpro*, 9(1), 1-6.
- [9] Afrida, M. F. D., & Priyanto, B. (2023). Pengendalian Mutu Tanah Dasar Dan Lapis Pondasi Agregat Pada Pekerjaan Akses Jalan Bandara Internasional Doho Kediri. *Journal Of Comprehensive Science (Jcs)*, 2(5), 1067-1076.
- [10] Daga, W., Bria, M., Muda, A., & Dumin, L. (2017). Evaluasi Daya Dukung Tanah Dasar Untuk Mendukung Penanganan Kerusakan Ruas Jalan Weeluli-Fulur Kabupaten Belu-Ntt. *Juteks: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 1-9.
- [11] Kusuma, A. P. (2006). Studi Perbandingan Dcp (Dynamic Cone Penetrometer), Hcp (Hand Cone Penetrometer) Dengan Cbr Empat Berpori Dan Tidak Berpori Dalam Mempercepat Proses Laju Infiltrasi.
- [12] Darwis, F., & Mulya, E. R. (2021). Analisis Daya Dukung Tanah Dasar Berdasarkan Uji Cbr Laboratorium Dan Uji Cbr Lapangan Pada Ruas Jalan Kampus Unipas Morotai. *Journal Of Science And Engineering*, 4(2), 97-105.
- [13] Farhan, M. (2022). Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Lintas Pantai Timur Sumatera). *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(2).
- [14] Manihuruk, R. P. (2023). Analisa Daya Dukung Tanah Pada Lapisan Subgrade Menggunakan Metode Dynamic Cone Penetrometer Di Jalan Tiga Runggu Kabupaten Simalungun.
- [15] Ikhwan, M. Z., Santoso, T. B., & Jabar, R. R. A. (2024). Study Perbandingan Tanah Lempung Bojonegoro Dan Blora Untuk Konstruksi Jalan Fleksibel Pavement. *Jurnal Cahaya Mandalika Issn 2721-4796 (Online)*.