

# STUDI PENGGUNAAN *DYNAMIC CONE PENETROMETER* UNTUK MENDUKUNG PERENCANAAN PERKERASAN JALAN DI LINGKUNGAN UM JEMBER

Galih Alnabawi Putra Amelinda Setia Budi<sup>1\*</sup>, Amri Gunasti<sup>2</sup>, M. Rifki Alfaries<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Universitas Muhammadiyah Jember

\*Email : galihalnabawi@gmail.com

## Abstract

*This study aims to analyze the bearing capacity of the subgrade in the vicinity of Muhammadiyah University of Jember using the Dynamic Cone Penetrometer Test (DCPT) method as a basis for planning road pavement thickness. The testing was conducted at several locations by recording the cone penetration values due to falling loads (mm/impact) and converting them into California Bearing Ratio (CBR) values through an empirical approach. The test results showed that the average DCP value at point 1 was 76.58 mm/impact with a CBR of 2.19%, while at point 2 it was 79.67 mm/impact with a CBR of 2.08%. Both values indicate that the subgrade is classified as soft to very soft soil with low bearing capacity. Linear regression analysis between the DCP and CBR values produced a correlation coefficient (R) of 0.974 and a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.948, indicating a very strong and significant relationship between the two parameters. Based on these results, it can be concluded that the DCPT method is effective for quickly and economically determining field CBR values and can serve as a reference in planning pavement thickness at the University of Muhammadiyah Jember.*

**Keywords :** *Dynamic Cone Penetrometer; Pavement; CBR; Soil Bearing Capacity; Subgrade*

## 1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan salah satu komponen infrastruktur transportasi yang memiliki peran penting dalam mendukung mobilitas dan aktivitas masyarakat. Kualitas perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh kekuatan tanah dasar (*subgrade*) sebagai lapisan penopang utama (Daga et al., 2017). Tanah dengan daya dukung rendah dapat menyebabkan kerusakan dini pada perkerasan seperti retak, macet, maupun penurunan permukaan jalan. Oleh karena itu, evaluasi kondisi tanah dasar secara akurat menjadi tahap penting dalam perencanaan dan desain perkerasan jalan (Trisnawati & Erny, 2024).

Salah satu metode praktis dan efisien untuk mengukur kekuatan tanah di lapangan adalah dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCPT). Alat ini bekerja dengan prinsip penekanan konus ke dalam tanah akibat tumbukan beban jatuh, kemudian hasilnya dinyatakan dalam nilai DCPT per pukulan (mm/tumbukan) (Kong, 2025). Nilai tersebut

dapat dikonversi menjadi parameter kekuatan tanah seperti *California Bearing Ratio* (CBR) yang umum digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan jalan (Noor Dhani, 2024). Kelebihan metode DCPT antara lain adalah waktu pengujian yang singkat, biaya yang relatif rendah, serta kemampuan untuk digunakan di berbagai kondisi lapangan, baik di area datar maupun berbukit (Sulandari et al., 2024).

Universitas Muhammadiyah Jember (UM Jember) sebagai institusi pendidikan yang terus mengembangkan fasilitas dan infrastruktur kampus, memerlukan perencanaan jalan lingkungan yang memiliki daya tahan dan efisiensi biaya konstruksi. Dalam konteks tersebut, penggunaan metode DCPT menjadi sangat relevan untuk mengetahui variasi daya dukung tanah di lingkungan kampus secara cepat dan akurat, guna mendukung desain tebal perkerasan yang sesuai dengan kondisi aktual lapangan (Studi et al., 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, metode DCPT semakin banyak digunakan sebagai alternatif pengujian cepat (*rapid test method*) dalam bidang geoteknik dan perkerasan jalan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa nilai CBR hasil konversi dari pengujian DCP memiliki korelasi yang baik dengan hasil uji laboratorium, sehingga dapat dijadikan acuan dalam penentuan tebal perkerasan tanpa memerlukan proses uji yang kompleks. Maka dari itu, metode ini mampu meningkatkan efisiensi waktu dan biaya dalam tahap investigasi tanah awal proyek pembangunan jalan (Srihandayani & Adiya Putra, 2022).

Selain itu, karakteristik tanah di wilayah Jember yang bervariasi — mulai dari tanah lempung, lanau, hingga pasir berdebu — menjadikan penelitian ini penting untuk memahami sebaran daya dukung tanah di area kampus UM Jember. Informasi tersebut dapat digunakan tidak hanya untuk perencanaan jalan lingkungan, tetapi juga untuk pengembangan fasilitas lain di masa mendatang (Tarigan & Franchitika, n.d.).

Melalui penelitian ini, dilakukan pengujian *Dynamic Cone Penetrometer Test* (DCPT) di beberapa titik lokasi di lingkungan UM Jember. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan nilai CBR lapangan dan memancarkan kebutuhan lapisan perkerasan tebal berdasarkan kondisi tanah dasar yang ada (Dyah Ayu P, 2023). Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam perencanaan perkerasan jalan yang efisien, ekonomis, dan berkelanjutan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Jember, serta menjadi referensi bagi studi sejenis di wilayah lain (Pratomo et al., 2021).

## 2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, metode yang dipilih adalah pendekatan kuantitatif, ini adalah metode penelitian yang memerlukan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk statistik atau angka yang dapat diukur secara objektif. Penelitian ini, pengumpulan data dibagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merujuk pada data yang didapatkan secara langsung di lokasi penelitian, yang meliputi data DCPT Sedangkan data sekunder didapatkan dari

peraturan Bina Marga dan peta lokasi penelitian yang didapatkan dari *Google Earth*.

### Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data secara langsung di lokasi penelitian yaitu di lingkungan Universitas Muhammadiyah Jember, dengan meliputi beberapa titik lokasi jalan kampus yang akan direncanakan atau diperbaiki. Pemilihan titik pengujian ditentukan berdasarkan variasi kondisi tanah dan kebutuhan akses jalan di area kampus. Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh data daya dukung tanah menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer Test* (DCPT) sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan jalan (Alihudien et al., 2025). Data hasil pengujian di lapangan kemudian dianalisis untuk menentukan *nilai California Bearing Ratio* (CBR) dan dikonversikan menjadi parameter perencanaan perkerasan (Nababan et al., 2024).

### Peralatan Penelitian

*Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) – untuk pengujian daya dukung tanah di lapangan. Pita ukur – untuk mengukur jarak dan kedalaman penetrasi. GPS atau peta lokasi – untuk menentukan posisi titik uji. Peralatan tulis dan kamera – untuk pencatatan serta dokumentasi lapangan.

### Prosedure Penelitian

1. Studi Pendahuluan, meliputi pengumpulan data sekunder dan penentuan lokasi titik uji DCP.
2. Persiapan Alat dan Lokasi, memastikan alat DCP dalam kondisi baik dan lokasi pengujian siap.
3. Pelaksanaan Pengujian DCP, yaitu melakukan penetrasi konus ke dalam tanah dengan tumbukan beban jatuh. Setiap

- kedalaman tertentu dicatat jumlah tumbukan dan jarak penetrasi.
4. Pencatatan Data Lapangan, hasil pengujian dicatat dalam tabel berupa nilai kedalaman (mm) dan jumlah pukulan (N).
  5. Analisis Data, dilakukan konversi data penetrasi menjadi nilai CBR

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

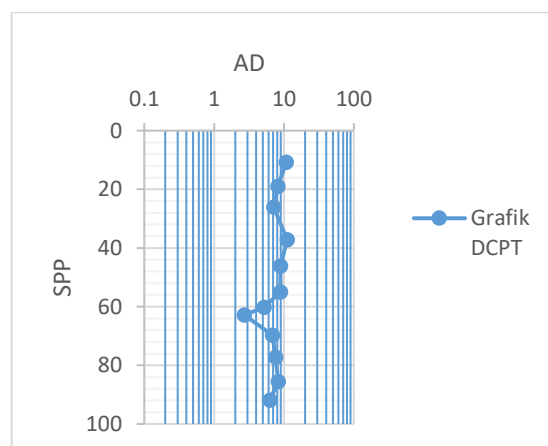
Pengujian lapangan dilakukan di beberapa titik di lingkungan Universitas Muhammadiyah Jember menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) untuk mengetahui daya dukung tanah dasar (*subgrade*). Dari hasil pengukuran diperoleh nilai penetrasi rata-rata per tumbukan (DCP) pada tiap titik dengan satuan mm/blow. Tabel 1 Data Titik 1 DCPT

n	D (cm)	Cum.no nf.Blow	AD (cm)	SPP (cm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	log CBR	CBR %
1	0	0	0	0	0			
1	10,8	1	10,8	10,8	108			
1	19	2	8,2	19	190			
1	26,1	3	7,1	26,1	261			
1	37,2	4	11,1	37,2	372			
1	46,1	5	8,9	46,1	461			
1	55	6	8,9	55	550	76,58333	0,34	2,19
1	60,2	7	5,2	60,2	602			
1	62,9	8	2,7	62,9	629			
1	69,7	9	6,8	69,7	697			
1	77,3	10	7,6	77,3	773			
1	85,6	11	8,3	85,6	856			
1	91,9	12	6,3	91,9	919			

Tabel 1 Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai penetrasi kumulatif mencapai 919 mm dengan 12 kali pukulan, menghasilkan nilai DCP sebesar 76,58 mm/blow. Berdasarkan hubungan empiris antara DCP dan CBR, diperoleh nilai log CBR sebesar 0,34, yang ekuivalen dengan nilai CBR 2,19%. Nilai ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi uji memiliki daya dukung rendah hingga sedang, yang perlu diperhatikan dalam perencanaan fondasi atau struktur jalan (I Gede et al., 2024).

Semakin kecil nilai DCP yang diperoleh, menunjukkan bahwa tanah semakin padat dan memiliki daya dukung yang tinggi. Sebaliknya, nilai DCP yang besar menunjukkan bahwa tanah lebih lunak dan memiliki CBR yang rendah (Imran & Alamsyah, 2017).

Untuk mendapatkan data tersebut, dilakukan pengujian menggunakan metode *Dynamic Cone Penetration Test* (DCPT). Data hasil pengujian ini kemudian digunakan untuk menghitung nilai penetrasi rata-rata per pukulan (mm/blow), yang selanjutnya dikorelasikan dengan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) menggunakan rumus empiris. Dalam pengujian dcpt dilakukan 2 titik untuk mengetahui hasil CBR. Berikut hasil data dari pengujian DCPT tersebut:



Gambar 2. Grafik DCPT titik 1

Hasil pengujian *Dynamic Cone Penetration Test* (DCPT) ditampilkan pada Gambar 2. yang menunjukkan hubungan antara nilai Angka DCP per pukulan (AD) terhadap kedalaman penetrasi (SPP). Sumbu horizontal menggambarkan nilai AD dalam skala logaritmik, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan kedalaman tanah uji dalam satuan sentimeter.

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat bahwa nilai AD berfluktuasi seiring bertambahnya kedalaman, yang mengindikasikan adanya variasi karakteristik tanah pada setiap lapisan. Pada kedalaman sekitar 0–30 cm, nilai AD berada pada kisaran 5–10, menunjukkan bahwa lapisan tanah bagian atas memiliki tingkat kepadatan yang relatif sedang hingga lunak. Kondisi ini umumnya merepresentasikan lapisan lempung

atau lanau berlempung dengan konsistensi lembek hingga sedang.

Memasuki kedalaman sekitar 30–60 cm, nilai AD mengalami penurunan, yang berarti penetrasi cone menjadi lebih sulit. Hal ini menandakan bahwa lapisan tanah pada kedalaman tersebut memiliki kepadatan lebih tinggi atau daya dukung yang lebih baik, kemungkinan terdiri dari lanau padat atau pasir berlanau padat.

Selanjutnya, pada kedalaman 60–90 cm, nilai AD kembali meningkat, menunjukkan bahwa cone kembali menembus lapisan tanah yang lebih lunak. Kondisi ini mengindikasikan adanya lapisan tanah lunak di bagian bawah, yang dapat berupa lempung plastis tinggi atau material organik.

n	D (cm)	Cum.no nf.Blow	AD (cm)	SPP (cm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	log CBR	CBR %
1	0	0	0	0	0			
1	9,6	1	9,6	9,6	96			
1	17,3	2	7,7	17,3	173			
1	24,1	3	6,8	24,1	241			
1	30,2	4	6,1	30,2	302			
1	39,6	5	9,4	39,6	396			
1	47,8	6	8,2	47,8	478	79,66667	0,317124	2,08
1	57	7	9,2	57	570			
1	64,9	8	7,9	64,9	649			
1	74,3	9	9,4	74,3	743			
1	81,9	10	7,6	81,9	819			
1	89,6	11	7,7	89,6	896			
1	95,6	12	6	95,6	956			

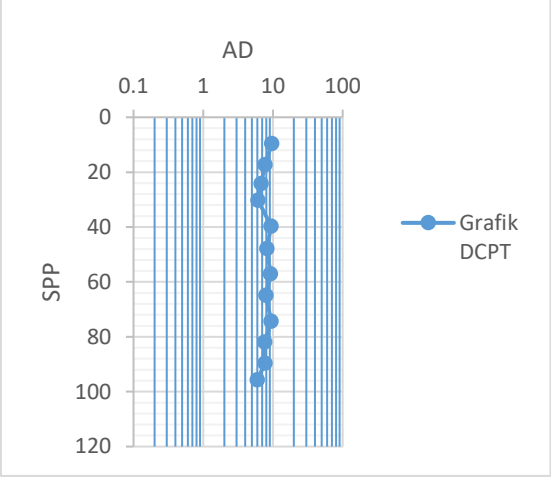
Tabel 2 hasil Uji *Dynamic Cone Penetration Test* (DCPT) pada titik 2 dilakukan hingga kedalaman sekitar 95,6 cm dengan total 13 kali pukulan (blow). Berdasarkan hasil pengujian, nilai rata-rata penetrasi per pukulan (AD) berkisar antara 6,0 cm/pukulan hingga 9,6 cm/pukulan. Nilai DCP rata-rata yang diperoleh adalah 79,67 mm/pukulan, dengan nilai log CBR sebesar 0,317 yang setara dengan CBR sebesar 2,08%.

Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang relatif kecil menunjukkan bahwa tanah pada lokasi pengujian memiliki daya dukung

yang rendah. Berdasarkan klasifikasi umum, tanah dengan nilai CBR < 6% termasuk dalam kategori tanah sangat lunak hingga lunak, yang biasanya didominasi oleh lempung plastis tinggi atau lanau berlempung dengan kadar air tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanah memiliki resistansi penetrasi yang rendah, sehingga cone dapat menembus lapisan tanah dengan relatif mudah.

Secara keseluruhan, hasil uji DCPT pada titik 2 menunjukkan bahwa tanah di lokasi tersebut memiliki daya dukung yang rendah dan termasuk kategori tanah lunak.

Oleh karena itu, dalam perencanaan konstruksi di area ini, disarankan untuk melakukan perbaikan tanah (*Soil Improvement*) atau mempertimbangkan penggunaan pondasi dalam untuk menghindari penurunan berlebih (*settlement*) dan memastikan stabilitas struktur (Steven Paul et al., 2024).



Gambar 3. Grafik DCPT titik 2

Hasil pengujian *Dynamic Cone Penetration Test* (DCPT) ditampilkan pada Gambar 3 memperlihatkan hasil *Dynamic Cone Penetration Test* (DCPT) pada titik 2 yang menggambarkan hubungan antara nilai *Average Depth per Blow* (AD) terhadap kedalaman penetrasi (SPP). Sumbu horizontal menunjukkan nilai AD dalam skala logaritmik, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan kedalaman penetrasi cone (SPP) dalam satuan sentimeter.

Berdasarkan grafik, nilai AD pada titik 2 berkisar antara 6 cm/pukulan hingga 10 cm/pukulan. Secara umum, grafik menunjukkan pola fluktuatif namun tidak terdapat perubahan signifikan terhadap kedalaman, yang mengindikasikan bahwa karakteristik tanah relatif homogen hingga kedalaman sekitar 110 cm. Nilai AD yang cenderung besar (mendekati 10 cm/pukulan) menunjukkan bahwa cone menembus tanah dengan relatif mudah, menandakan bahwa tanah di lokasi ini memiliki kepadatan rendah dan daya dukung yang lemah.

Hasil perhitungan menunjukkan nilai DCP rata-rata sebesar 79,67 mm/pukulan, yang setara dengan nilai CBR (California Bearing Ratio) sebesar 2,08%. Nilai CBR yang rendah ini menandakan bahwa tanah di titik 2 tergolong tanah lunak, kemungkinan terdiri

dari lempung plastis tinggi atau lanau berlempung dengan kadar air tinggi. Tanah dengan nilai CBR di bawah 3% umumnya memiliki daya dukung rendah dan tidak mampu menahan beban struktural yang besar tanpa perkuatan tambahan.

Secara keseluruhan, hasil DCPT pada titik 2 menunjukkan bahwa kondisi tanah di lokasi tersebut didominasi oleh lapisan tanah lunak dengan tingkat kepadatan rendah, serta tidak terdapat lapisan keras yang signifikan hingga kedalaman  $\pm 1$  meter. Kondisi ini perlu mendapat perhatian khusus dalam perencanaan pondasi, di mana disarankan untuk dilakukan perbaikan tanah (*soil stabilization*) atau penggunaan pondasi dalam guna meningkatkan daya dukung dan mengurangi potensi penurunan (*settlement*) pada struktur di atasnya.

Untuk mengetahui hubungan antara nilai DCP dan CBR, dilakukan analisis regresi linier sederhana menggunakan perangkat lunak SPSS dengan DCP sebagai variabel terikat (Y) dan CBR sebagai variabel bebas (X). Hasil analisis menghasilkan persamaan regresi sebagai berikut:

Tabel 3. Koefisien Korelasi dan Determinasi

Model	R	R <sup>2</sup> Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1.	0.974	0.948	0.942	2.6898

Hubungan antara nilai DCP dan CBR sangat kuat dan signifikan, dengan 94,8% variasi data DCP dapat dijelaskan oleh perubahan CBR. Sisanya (sekitar 5,2%) dipengaruhi faktor lain seperti kadar air, kepadatan, atau heterogenitas tanah.

Tabel 4. Uji Signifikansi ANOVA

Model	Sum Of Squares	df	Mean Square	F	Sig
1	Regression	1	1056.46	146.01	0.00
	Residual	8		2	0
	Total	9			

Karena nilai Sig < 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa CBR berpengaruh nyata terhadap nilai DCP. Artinya, regresi yang kamu buat valid dan bisa digunakan untuk memprediksi DCP dari nilai CBR (atau sebaliknya).



Tabel 5. Uji Signifikasi Koefisien

Model	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
Constant	207.008	9.625		21.506	.000
CBR (%)	-61.137	5.060	-.974	-12.084	.000

Koefisien CBR adalah -61.137, artinya: Untuk setiap kenaikan 1% CBR, nilai DCP akan berkurang sebesar 61.137 mm/tumbukan.

Hubungannya negatif: Semakin tinggi CBR, semakin rendah nilai DCP. Nilai Beta (standar) = -0.974 menunjukkan bahwa pengaruh CBR terhadap DCP sangat kuat dalam skala standar (mendekati -1 = hubungan negatif kuat). Nilai t dan Signifikansi (Sig.): Untuk CBR: t = -12.084, dan Sig. = 0.000 < 0.05 → signifikan secara statistik. Untuk konstanta: juga signifikan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang penggunaan *Dynamic Cone Penetrometer* untuk mendukung perencanaan perkerasan jalan dapat disimpulkan bahwa

1. Pengujian menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer Test* (DCPT) di lingkungan Universitas Muhammadiyah Jember menunjukkan bahwa nilai CBR pada titik pengujian berkisar antara 2,08% hingga 2,19%, yang dikategorikan sebagai tanah lunak dengan daya dukung rendah. Dan harus adanya perbaikan karena <6%
2. Nilai DCP yang relatif tinggi (sekitar 76–80 mm/tumbukan) mengindikasikan bahwa tanah memiliki kepadatan rendah, sehingga tidak mampu menopang beban besar tanpa perkuatan tambahan.
3. Hasil analisis regresi menunjukkan adanya hubungan kuat dan signifikan antara nilai DCPT dan CBR dengan koefisien korelasi (R) = 0,974 dan R<sup>2</sup> = 0,948, sehingga metode DCP dapat diandalkan untuk memperkirakan nilai CBR secara cepat dan efisien di lapangan.
4. Berdasarkan hasil penelitian, direkomendasikan agar perbaikan tanah (soil stabilization) atau penggunaan pondasi dalam dipertimbangkan dalam perencanaan konstruksi di area dengan nilai CBR rendah untuk menghindari

- penurunan berlebih (*settlement*) dan menjaga stabilitas perkerasan jalan.
5. Secara keseluruhan, metode *Dynamic Cone Penetrometer* terbukti efektif sebagai alat uji cepat (*rapid test method*) untuk menilai daya dukung tanah dasar dalam mendukung desain perkerasan jalan yang efisien dan ekonomis di lingkungan Universitas Muhammadiyah Jember.

REFERENSI

Alihudien, A., Alfaries, M. R., & Rizal, N. S. (2025). Simulation of the Potential Liquefaction of Puger Sand Soil on a Small Scale in the Laboratory. *Rekayasa Sipil*, 19(2), 219–224. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2025.019.02.10>

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. <https://doi.org/10.32511/juteks.v1i1.76>

Dyah Ayu P, K. et al. (2023). *Pemanfaatan Sirtu Sebagai Material Soil Stabilization Proyek Peningkatan Jalan Empu Nala Mojokerto*. 338–347.

I Gede Utama Hadi Sutrisna, & Baiq Susdiana Fibrianti. (2024). Kegiatan Pendampingan Evaluasi Pengujian Tanah Dasar Menggunakan Metode Dynamic Cone Penetrometer (DCP). *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Cahaya Mandalika (Abdimandalika)*, 5(1), 42–48. <https://doi.org/10.36312/abdimandalika.v5i1.3108>

Imran, A., & Alamsyah, M. (2017). *Jurnal Impresi Indonesia ( JII ) Analisis Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 Pada Jalan Lingkar Sebatik Perbatasan*. 3859–3872.

Kong, H. (2025). N Onassociativity on the B Earing C Apacity. *Manager*, 6(November), 985–989. <https://doi.org/10.37304/parentas>.

- Nababan, D. S., Akbar, M., & Tambun, D. (2024). Evaluasi Daya Dukung Tanah Dasar Jalan Poros Neto Kampung Ivimahad. *Paspel Engineering Science and Technology*, 01(1), 1–5.
- Noor Dhani, N. H. L. O. M. M. N. (2024). Analisis Kepadatan Tanah Pada Perkerasan Jalan Menggunakan Alat Dcp (Dynamic Cone Penetrometer) Pada Jalan Tani Di Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton. *Jurnal Mahandia*, 8(1), 55–65.
- Pratomo, R. P., Putra, A. D., Sulistyorini, R., & Afriani, L. (2021). Hubungan Nilai CBR Laboratorium dengan Pemadatan Modified dan Nilai Dynamic Cone Pentrometer (DCP) di Lapangan. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 9(4), 690–702.  
<https://doi.org/10.23960/jrsdd.v9i4.2082>
- Srihandayani, S., & Adiya Putra, S. (2022). Pengenalan Penggunaan Alat Uji Daya Dukung Tanah DCP untuk Perencanaan Konstruksi Jalan (Jurusan Bisnis Konstruksi dan Properti SMKN 2 Dumai). *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 28–36.  
<https://doi.org/10.52072/abdine.v2i1.286>
- Steven Paul, R., James Betaubun, R., Latar, S., Teknik Sipil, J., & Negeri Ambon, P. (2024). Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Ruas Jalan Penghubung Desa Laha-Desa Negeri Lima. *Journal Agregate*, 3(1), 82–93.
- Studi, P., Teknik, M., Universitas, P., & Darma, B. (2020). *Pengaruh Penambahan Pasir*. 4247, 63–68.
- Sulandari, E., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., Pontianak, T., Sipil, D. T., & Pontianak, U. T. (2024). *PERKERASAN LENTUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE BINA*. 1–7.
- Tarigan, A. P., & Franchitika, R. (n.d.). *DYNAMIC CONE PENETROMETER DI RUAS JALAN TANDEM KABUPATEN DELI SERDANG*. 1–6.
- Trisnawati, L., & Erny. (2024). Pengujian Daya Dukung Lapis Tanah Dasar (Subgrade) Menggunakan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) (Studi Kasus: Jl. Pendidikan Desa Rantau Mapesai Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu). *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4, 259–271.  
<https://j-innovative.org/index.php/Innovative>