

Korelasi Nilai CBR Laboratorium dan DCP terhadap kondisi Proyek Pembangunan Jalan Tepus – Jerukwudel II

Riandana Rizky Praja¹, Budi Priyanto²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jalan A. Yani Tromol 1 Pabelan, Sukoharjo, Jawa Tengah Kode Pos 57169

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jalan A. Yani Tromol 1 Pabelan, Sukoharjo, Jawa Tengah Kode Pos 57169

Email : r.rizkypraja25@gmail.com

ABSTRAK

Tanah dalam suatu konstruksi haruslah memiliki nilai kepadatan tanah yang tinggi, nilai kepadatan tanah yang tinggi mempengaruhi daya dukung tanah dalam memikul beban di atasnya. seringkali dilakukan uji penetrasi konus dinamis/DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Untuk mendapatkan nilai CBR, hasil uji DCP ini dikorelasikan dengan suatu rumusan Korelasi Nilai DCP-CBR. Namun untuk mengantisipasi kekurangan dalam pengujian korelasi CBR-DCP, perlu dikoreksi dengan Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR yang berlaku umum untuk seluruh kawasan wilayah Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan test DCP pada 8 titik di lapangan lalu diambil sampel tanah yang selanjutnya akan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan uji sifat fisik tanah. Setelah semua data telah didapatkan baru menganalisis dan merumuskan rumus korelasi DCP – CBR dan dibandingkan dengan rumus korelasi. Setelah di lakukan penelitian di ketahui bahwa model rumusan korelasi DCP – CBR diteliti mempunyai rumus $\text{Log CBR} = 3.2322 - 1.512 \text{ Log DCP}$, dimana rumus ini sudah sesuai secara umum dengan rumus korelasi DCP – CBR dari kementerian PU karena posisi kurva Rumus Korelasi DCP-CBR penulis sedikit diatas kurva rumus Korelasi DCP-CBR Kementerian PUPR.

Kata kunci : daya dukung, CBR laboratorium, DCP lapangan, tanah,

ABSTRACT

Soil in a construction must have a high soil density value, a high soil density value affects the carrying capacity of the soil in carrying the load on it. dynamic cone penetration test / DCP (Dynamic Cone Penetrometer) is often performed. To get the CBR value, the DCP test results are correlated with a DCP-CBR Value Correlation formula. However, to anticipate deficiencies in the CBR-DCP correlation test, it is necessary to correct it with the DCP-CBR Correlation Formula from the Ministry of Public Works and Housing which is generally accepted for all regions of Indonesia. This research was conducted by conducting DCP tests at 8 points in the field and then taking soil samples which would then be taken to the laboratory to test the physical properties of the soil. After all the data has been obtained, then analyze and formulate the DCP – CBR correlation formula and compare it with the correlation formula. After doing the research, it is found that the DCP – CBR correlation formula model studied has the formula $\text{Log CBR} = 3.2322 - 1.512 \text{ Log DCP}$, where this formula is generally in accordance with the DCP – CBR correlation formula from the Ministry of Public Works because of the position of the curve. slightly above the curve of the DCP-CBR Correlation formula of the Ministry of PUPR

Keywords: bearing capacity, CBR laboratory, DCP, soil.

PENDAHULUAN

Menurut (Hardiyatmo, 2002), Tanah selain berfungsi sebagai fondasi bangunan juga digunakan sebagai bahan timbunan seperti: tanggul, bendungan dan jalan. Jalan dibangun pada tanah dasar yang merupakan tanah asli atau tanah dasar yang dibangun pada tanah yang ditimbun atau digali. Kondisi tanah timbunan terjadi apabila lahan *eksisting* nya memiliki kondisi elevasi yang tidak rata. Untuk itu, tanah timbunan haruslah memiliki nilai kepadatan tanah yang tinggi, karena nilai tersebut mempengaruhi daya dukung tanah dalam memikul beban di atasnya (Das, 1995). Salah satu

upaya untuk mengetahui daya dukung tanah dapat dilakukan menggunakan beberapa pengujian seperti, pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) dan uji Penetrasi Konus Dinamis/DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dilapangan.

Menurut (Muhammad, 2021), untuk memperlihatkan kesesuaian hasil laboratorium dengan pekerjaan pemadatan dilapangan, ada beberapa-beberapa indikator kinerja yang diisyaratkan yakni uji kepadatan tanah (density test) dan uji kekuatan tanah. Uji kepadatan mengacu pada ASTM D 1556 dimana minimum kepadatan mencapai 90% dari berat volume kering minimum. Pengukuran kepadatan ditempat dapat dilakukan dengan metode kerucut, balok

karet, dan metode nuklir. Sedang pengukuran kekuatan relatif tanah dasar dapat ditentukan dengan uji CBR laboratorium atau uji CBR lapangan dengan pengujian DCP. Ada dua macam uji CBR laboratorium diantaranya metode standard atau metode modified. Untuk menentukan nilai CBR dengan nilai uji DCP dikorelasikan dengan suatu rumusan Korelasi Nilai DCP-CBR.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini sampel tanah yang dipakai berlokasi di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Kabupaten Gunung Kidul, Kecamatan Girisubo. Tanah ini merupakan tanah timbunan hasil galian pada kondisi tanah dan sampel tanah diambil pada 8 lokasi titik yang berbeda. Data dikumpulkan secara langsung melalui kegiatan magang mandiri yang dilakukan mengacu pada pedoman yang dipakai dalam proyek, meliputi SNI dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR)

Sampel tanah diambil dengan cara pengambilan langsung yang berasal dari kecamatan Girisubo, kabupaten Gunung Kidul. Tanah yang diambil adalah sampel tanah terganggu (*disturbed soil sample*) dan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed soil sample*). Pengambilan sampel tanah dilakukan di 8 titik yang berbeda. *Undisturbed sample* diambil menggunakan tabung digunakan untuk pengujian kadar air dan berat jenis. *Disturbed sample* diambil menggunakan cangkul kemudian dimasukkan ke dalam karung digunakan untuk pengujian batas Atterberg, analisis saringan, pemadatan modified proctor method, dan pemadatan menggunakan alat uji tekan pemat standar. Pelaksanaan pengujian dilakukan di Lapangan dan di Laboratorium PT Aneka Dharma Persada

Menurut (Sujahtra, 2019), untuk mengantisipasi kekurangan dalam pengujian korelasi CBR-DCP, perlu dikoreksi dengan Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR yang berlaku umum untuk seluruh kawasan wilayah Indonesia. Karena kawasan wilayah Indonesia cukup luas dan berupa suatu kawasan kepulauan, yang secara karakteristik tanahnya berbeda,. Oleh sebab itu dirasa perlu dilakukannya penelitian tentang persamaan korelasi nilai CBR laboratorium dan pengujian Penetrasi Konus Dinamis terhadap Tanah *eksisting* di lapangan

Gambar 1. Lokasi Peta Penelitian



Uji CBR dan DCP mould di laboratorium dilakukan setelah uji fisik dan uji mekanis sudah dilakukan. Pengujian CBR di laboratorium menggunakan tiga variasi tumbukan yaitu 10, 35, dan 65 dengan menggunakan modified proctor. Setelah uji CBR selesai dilakukan, mould CBR akan dibalik agar sisi sebaliknya dapat digunakan untuk melaksanakan uji DCP mould. Sementara pada pengujian di lapangan, dilakukan uji DCP dan uji sand cone.

Setelah semua pengujian selesai dilakukan, data-data kemudian diolah dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel untuk mendapatkan korelasi CBR laboratorium dengan DCP mould dan CBR laboratorium dengan d mould yang akan dibandingkan dengan hasil CBR dari persamaan umum yang ada pada SNI DCP. Hasil analisis merupakan grafik persamaan yang dibuat serupa dengan grafik pada SNI DCP dan mencoba mengkaji selisih dari perbedaan antara grafik persamaan yang didapat dari analisis data dengan grafik persamaan yang ada pada SNI DCP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Fisik

Tanah yang digunakan dalam pengujian antara lain tanah tak terganggu (*undisturbed soil sample*) dan tanah terganggu (*disturbed soil sample*) yang meliputi 3 tahap pengujian sebelum pengelompokan klasifikasi tanah. Pengujian itu antara lain pengujian kadar air, uji berat jenis, dan uji analisa saringan. Hasil pengujian tersebut ditampilkan pada tabel 1

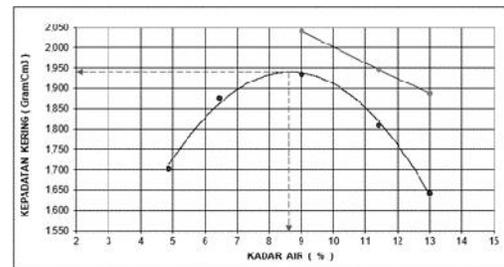
Tabel 1. Data Pengujian Sifat Fisik Sampel Tanah

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air (%)	21,19 %
2	Berat Jenis (Gs)	2,50
3	Batas <i>Atterberg</i> a. Batas Cair (LL) b. Batas Plastis (PL) c. Indeks Plastisitas (PI)	Non Plastis Non Plastis Non Plastis
4	Analisa Saringan a. Lolos saringan no.4 b. Lolos saringan no.10 c. Lolos saringan no.40 b. Lolos saringan no.200	41,75 % 37,42 % 23,62 % 12,93 %

Setelah memeriksa hasil dari pengujian sifat fisik seperti yang ditampilkan pada Tabel 1, dapat dilakukan identifikasi dan klasifikasi tanah berdasarkan golongannya. Menurut Unified Soil Classification System (USCS) dan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) dengan data hasil uji analisa saringan yang didapat yaitu tanah tertahan saringan no.200 sebesar 87,07 %, tanah tertahan saringan no.4 sebesar 58,25 %, tanah lolos saringan no.10 sebesar 37,42 %, tanah lolos saringan no.40 sebesar 23,62 %, dan tanah lolos saringan no.200 sebesar 12,93 %, maka tanah Proyek Pembangunan Jalan Raya Tepus – Jerukwudel tahap II digolongkan sebagai kelompok tanah dengan simbol kelompok GM (kerikil berlanau, campuran kerikil – pasir – lanau) menurut USCS dan kelompok A-1-a dengan jenis material pecahan batu, kerikil dan pasir serta penilaian umum sangat baik sampai baik menurut AASHTO

Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah mempunyai tujuan untuk menentukan berat volume kering maksimum (ρ_d) dan kadar air optimum (w_{opt}) suatu jenis tanah dengan cara tumbukan. Uji pemadatan tanah dengan tumbukan dilakukan setiap 1000 m³ tanah timbunan hasil dari galian dengan sampel tanah lolos saringan no.4 menggunakan modified proctor sebanyak 5 sampel untuk mencari nilai kadar air optimum. Hasil dari pengujian tersebut akan dijadikan sebagai standar untuk perumpamaan kepadatan tanah dengan nilai CBR. Dari hasil pengujian, didapat nilai berat volume kering maksimum sebesar 1,94 gr/cm³ dan nilai kadar air optimum sebesar 8,60 % yang ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 2. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Tanah

CBR Laboratorium

Pengujian dilakukan setiap 10.000 m³ tanah timbunan hasil dari galian dengan kadar air optimum sebesar 8,60 % dengan 3 variasi tumbukan antara lain 10 tumbukan, 35 tumbukan dan 65 tumbukan. Hasil yang didapat dari pengujian sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai CBR

STA	Nilai CBR (%)		
	Variasi Tumbukan		
	10	35	65
17+375	7.47	14.46	22.96
17+750	7.86	14.49	22.49
18+030	8.33	15.59	23.40
18+100	8.58	15.66	21.09
18+480	8.39	15.68	21.05
19+150	8.84	15.88	21.37
19+480	8.37	14.04	22.55
19+915	8.35	14.99	22.19

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai CBR

STA	Nilai CBR (%)		
	Variasi Tumbukan		
	10	35	65
17+375	7.47	14.46	22.96
17+750	7.86	14.49	22.49
18+030	8.33	15.59	23.40
18+100	8.58	15.66	21.09
18+480	8.39	15.68	21.05
19+150	8.84	15.88	21.37
19+480	8.37	14.04	22.55
19+915	8.35	14.99	22.19

Dari pengujian CBR laboratorium, didapatkan juga nilai berat kering maksimum (d) sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai d

STA	Nilai d (gr/cm ³)		
	Variasi Tumbukan		
	10	35	65
17+375	1,61	1,81	1,96
17+750	1,59	1,80	1,97
18+030	1,58	1,79	1,96
18+100	1,57	1,78	1,96
18+480	1,55	1,78	1,97
19+150	1,57	1,80	1,94
19+480	1,56	1,78	1,94
19+915	1,58	1,77	1,94

Pengujian Lapangan

Adapun pengujian di lapangan yaitu uji DCP dan uji *Sandcone*. Data hasil uji DCP (mm/tumbukan) nantinya akan diolah menjadi nilai CBR. Sedangkan hasil uji *Sandcone* merupakan data nilai derajat kepadatan tanah yang diteruskan pada persamaan korelasi. Berikut data hasil uji DCP dan *Sandcone* di lapangan :

DCP Laboratorium (Mold)

Pengujian ini dilakukan setelah CBR laboratorium selesai dan menggunakan sampel uji yang sama dengan uji CBR. Setelah pengujian CBR, mold kemudian dibalik untuk dilakukan uji DCP pada sisi mold yang satunya. Adapun hasil dari pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai DCP Mold

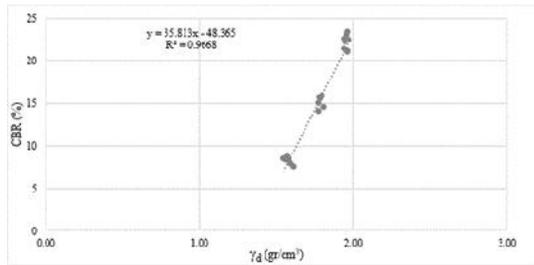
STA	Nilai DCP (mm/tumbukan)		
	Variasi Tumbukan		
	10	35	65
17+375	41,00	26,29	21,85
17+750	51,00	29,29	24,68
18+030	46,00	30,86	23,92
18+100	44,00	36,86	26,60
18+480	31,00	28,86	24,08
19+150	52,00	24,86	18,00
19+480	42,00	26,00	19,69
19+915	39,00	28,71	21,72

Tabel 5. Hasil Pengujian DCP dan *Sandcone* di lapangan

STA	Nilai DCP (mm/tumbukan)	Nilai d (gr/cm ³)
17+375	43.50	1.54
17+750	43.20	1.54
18+030	47.50	1.53
18+100	48.67	1.51
18+480	45.00	1.52
19+150	44.23	1.53
19+480	43.20	1.53
19+915	47.20	1.52

Korelasi Nilai CBR Laboratorium dengan γ_d

Dari hasil yang telah didapat dari pengujian CBR laboratorium, data yang didapat yaitu nilai CBR laboratorium dan berat kering maksimum (γ_d) dengan variasi tumbukan. Data-data tersebut akan dihubungkan ke dalam grafik untuk memperoleh persamaan. Korelasi ini akan menjelaskan hubungan antara nilai CBR laboratorium dengan γ_d dengan grafik, dimana CBR sebagai sumbu x dan γ_d sebagai sumbu y, yang dijelaskan pada grafik berikut :



Gambar 3. Grafik Nilai CBR Laboratorium dan γ_d

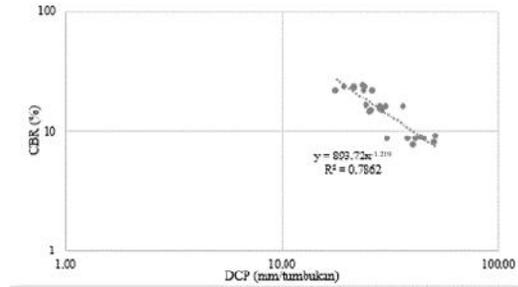
Dari hasil grafik olah data diatas, dapat diambil persamaan sebagai berikut :
 $y = 35,813x - 48,365$ (1)

Dengan menggunakan persamaan diatas, maka dapat diketahui nilai CBR dengan menggunakan nilai γ_d tanah lalu dimasukkan ke dalam persamaan dengan x adalah nilai γ_d dan y adalah nilai CBR.

Korelasi Nilai CBR Laboratorium dengan DCP Laboratorium

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapat nilai CBR laboratorium dan nilai DCP dengan variasi tumbukan. Data-data tersebut akan dihubungkan ke dalam grafik untuk memperoleh persamaan. Korelasi ini menyatakan hubungan antara nilai CBR laboratorium dengan DCP yang dijelaskan dalam grafik berikut

Gambar 4. Grafik Nilai CBR dan DCP Mold



Dari hasil grafik olah data diatas, dimana sumbu x merupakan DCP dan sumbu y yaitu CBR, didapatkan persamaan :

$CBR = y = 893,72x^{-1,219}$ (2)

atau bisa ditulis dengan :

$\log(CBR) = 2,9512 - 1,219 \log(DCP)$ (3)

Nilai Korelasi Laboratorium dan Lapangan Setelah pengujian laboratorium dan lapangan dilakukan, maka perlu dicari nilai manakah yang lebih mendekati nilai CBR dari persamaan γ_d yang diperoleh dari laboratorium. Nilai tersebut akan dijadikan pembanding, karena dianggap nilai yang paing akurat dengan mempertimbangkan nilai γ_d mold yang diambil dari sampel dengan tumbukan serta kadar air optimum. Pada tahap ini, data yang didapat dari pengujian lapangan dimasukkan ke dalam persamaan korelasi yang telah dibuat, sehingga didapat nilai CBR hasil korelasi berikut :
Tabel 6. Nilai CBR Hasil Korelasi Nilai γ_d (gr/cm³) Sand Cone

STA	γ_d (gr/cm ³)	CBR(%)
17+375	1.54	6.66
17+750	1.54	6.87
18+030	1.53	6.27
18+100	1.51	5.63
18+480	1.52	6.09
19+150	1.53	6.45
19+480	1.53	6.61
19+915	1.52	5.96

Kemudian, memasukkan data DCP (mm/tumbukan) lapangan ke dalam persamaan CBR laboratorium dan DCP mold, sehingga didapatkan nilai CBR hasil korelasi :

Tabel 7. Nilai CBR Hasil Korelasi Nilai DCP (mm/tumbukan) Lapangan

STA	DCP (mm/tumbukan)	CBR(%)
17+375	43.50	8.99
17+750	43.20	9.07
18+030	47.50	8.08
18+100	48.67	7.84
18+480	45.00	8.63
19+150	44.23	8.81
19+480	43.20	9.07
19+915	47.20	8.14

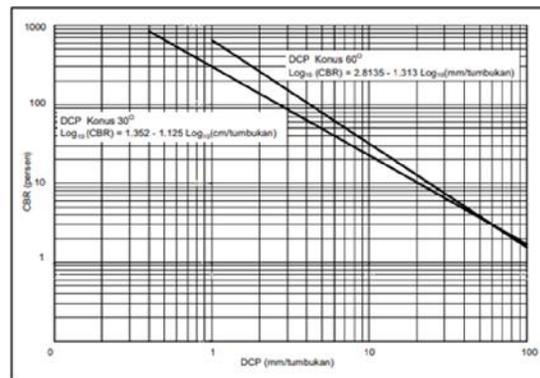
Perbandingan Nilai CBR

Setelah dilakukan perhitungan, didapat nilai CBR yang didapat. Dengan membandingkan nilai CBR Lapangan hasil DCP (mm/tumbukan), CBR hasil persamaan SNI dan nilai CBR Lapangan hasil d maka didapatkan perbandingan :

Tabel 8. Perbandingan Nilai CBR yang didapat

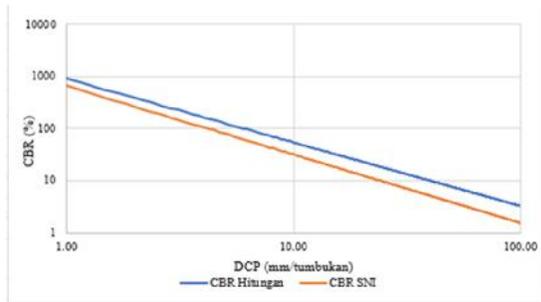
STA	Nilai CBR korelasi dari Lapangan	Nilai CBR korelasi dari DCP Lapangan	Nilai CBR menggunakan persamaan dari Surat Edaran Menteri	Deviasi Nilai CBR korelasi DCP Lapangan terhadap Nilai CBR d	Deviasi Nilai CBR dari Surat Edaran Menteri terhadap nilai CBR d
17+375	6.66	8.99	4.59	2.34	2.06
17+750	6.87	9.07	4.64	2.20	2.24
18+030	6.27	8.08	4.09	1.81	2.17
18+100	5.63	7.84	3.96	2.21	1.66
18+480	6.09	8.63	4.39	2.54	1.69
19+150	6.45	8.81	4.49	2.36	1.96
19+480	6.61	9.07	4.64	2.46	1.97
19+915	5.96	8.14	4.13	2.19	1.83

Pada Tabel 8, diketahui selisih nilai CBR yang sudah dihitung yaitu sebesar 0,79 – 3,18 dari persamaan Surat Edaran Menteri dan pada nilai kepadatan di lapangan memiliki selisih 0,61 – 3,08. Untuk memastikan nilai CBR sesuai dengan grafik DCP, dapat dilihat Surat Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No, 04/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP), yang ditetapkan dua rumusan Korelasi DCP-CBR yaitu pada ujung konus 30 dan 60° dimana persamaan korelasi dapat dilihat pada Gambar 5 :



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai DCP dengan CBR

Pada Gambar 5 diketahui persamaan $CBR = 2,8135 - 1,313 \text{ Log DCP (tumbukan/mm)}$ pada tanah berbutir halus menggunakan konus 60 , sedangkan pada tanah berbutir kasar didapat $CBR = 1,3520 - 1,125 \text{ Log DCP}$ menggunakan konus 30 . Dari hasil penelitian yang dilakukan menghasilkan Rumusan korelasi $\text{log CBR} = 2,9512 - 1,219 \text{ Log DCP}$, dimana persamaan ini memiliki posisi diatas kurva dengan Rumusan Korelasi dari Kementrian PUPR pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai CBR Hasil Korelasi dan CBR dari Surat Edaran Menteri

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu Model Rumusan Korelasi DCP-CBR yang didapat dalam penelitian ini untuk tanah berbutir Kasar (kerikil berlanau, campuran kerikil – pasir – lanau) sesuai Kurva Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR. Model Rumusan Korelasi DCP Hasil Penelitian untuk tanah berbutir kasar dari jenis tanah yang diuji dalam penelitian ini adalah $\text{Log CBR} = 2,9512 - 1,219 \text{ Log DCP (mm/tumbukan)}$. Posisi Kurva Rumusan Korelasi DCP-CBR hasil penelitian ini berada sedikit diatas Kurva Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR, yang berarti nilai CBR yang sebenarnya untuk tanah yang diteliti lebih tinggi dari rumusan Korelasi PUPR. Demikian Rumusan Korelasi DCP-CBR dari Kementerian PUPR ini cukup aplikatif pada tanah timbunan dengan kondisi lapangan khususnya untuk jenis dan klasifikasi tanah berbutir kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J.S., 2015. Hubungan Nilai CBR Dan Sandcone Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Lentur Jalan. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, 5 (teras jurnal).
- Das, B.M., 1995. Mekanika Tanah Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Lambe, T.W., W.R., 1969. Soil Mechanics. New York: John Wiley & Sons.
- Pasaribu, N.M., 2018. Analisis Nilai CBR pada Pekerjaan Road and Location Construction HW-11C Well 4N-38D dengan Metode Dynamic Cone Penetrometer. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, No.2 (Jurnal Teknik).
- Santosa, 2001. Dasar Mekanika Tanah. Jakarta: Gunadarma.
- Sawangsurya, 2008. Innovative tools for highway Construction Quality Control. Bangkok: Bureau of Road Reaserch and Development.
- Sujahtra, I.W., 2019. Penyusunan Model Rumusan Korelasi Nilai DCP Dengan Nilai CBR Tanah Berbutir Kasar. Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, 7 (jurnal spektran).
- Verhoef, 1994. Geologi untuk Teknik Sipil. Jakarta: Erlangga
- Muhammad, K., 2021. Korelasi Nilai CBR Laboratorium dan Nilai Dynamic Cone Pentrometer (DCP) terhadap kondisi eksisting di Lapangan. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung (Jurnal Spektran)
- Hardiyatmo, H.C., 2002. Mekanika Tanah 1: Gajah Mada University Press