

ANALISIS PERBANDINGAN NILAI CBR DI LAPANGAN DENGAN GRAFIK KORELASI DCP (*DROP CONE PENETROMETER*) DAN PERHITUNGAN FUNGSI (Studi Kasus Proyek Rekonstruksi Jalan Tol Jagorawi)

Muhammad Bimo Agung Krestiono¹, Qunik Wiqoyah², Anto B. Listyawan²,
Renaningsih²

¹Mahasiswa Teknik Sipil, ²Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol 1 Pabelan, Kartasura, Jawa Tengah
Email: bimoagungk@gmail.com

Abstrak

Tanah dasar sangat penting sebagai pondasi jalan raya maupun jalan tol sehingga lapisan subgrade pada proyek rekonstruksi Jagorawi dipadatkan kembali untuk mendukung lapisan di atasnya. Pengujian nilai CBR tanah dasar didapatkan dengan pemeriksaan CBR *in-situ* menggunakan alat DCP sudut konus 60° (faktor kepraktisan), selanjutnya dengan menggunakan grafik korelasi DCP nilai CBR diperoleh. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai CBR dengan grafik korelasi DCP dengan nilai CBR menggunakan fungsi logaritma, diantaranya dengan rumus Webster, Kleyn, dan Ardianto. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeriksaan nilai CBR dengan metode grafik korelasi DCP mempunyai nilai rata-rata pada jalur A 16,95% dan jalur B 15,73%, sedangkan dengan rumus Webster jalur A 16,81% dan jalur B 16,47%; dengan rumus Kleyn jalur A 16,72% dan jalur B 16,41%; dan Ardianto jalur A 20,61% dan Jalur B 20,18%. Berdasarkan nilai CBR tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa nilai CBR pada lapisan subgrade dengan grafik korelasi DCP berhimpitan dengan nilai Webster dan Kleyn, dan mempunyai selisih yang cukup jauh dengan hasil yang diperoleh dengan fungsi kajian Ardianto.

Kata kunci: Perbandingan, CBR, grafik korelasi DCP, Webster, Kleyn, Ardianto

PENDAHULUAN

Jalan Tol Jagorawi merupakan jalan tol tertua yang telah dibangun di Indonesia sejak tahun 1978 diresmikan oleh Presiden Soeharto. Jalan tol ini dibangun untuk menghubungkan Provinsi DKI Jakarta menuju Istana Kepresidenan di Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat sepanjang 46 KM. Karena merupakan jalan tol tertua di Indonesia sehingga Tol Jagorawi mempunyai volume lalu lintas kendaraan tertinggi nomor 3 (tiga) setelah Jalan Tol Jakarta-Cikampek dan Tol Ringroad Dalam Jakarta sebesar 559.000 unit kendaraan (Jasamarga, 2016).

Demi menjaga keamanan dan kenyamanan para pengguna jalan tol di Jagorawi, kemudian dilakukan berbagai macam perawatan di antaranya yaitu rekonstruksi. Pekerjaan ini dilakukan untuk penggantian perkerasan lentur menjadi perkerasan kaku untuk lajur satu dan bahu jalan. Perbaikan perkerasan ini dilakukan dengan cara dibongkar sampai ke tanah dasar pada lapisan *subgrade*.

Tanah dasar sangat penting bagi pekerjaan apapun tak terkecuali pada rekonstruksi jalan tol. Pada jalan raya maupun jalan tol, kekuatan perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh daya dukung dalam kepadatan maksimum. Tanah dasar digunakan untuk menopang lapisan di atasnya atau sebagai pondasi pada struktur lapisan jalan sehingga mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya.

Berbagai macam cara untuk mengkalkulasi nilai CBR (*California Bearing Ratio*), diantaranya adalah dengan menggunakan data plastisitas tanah, atau dengan penggradasian tanah, karena pekerjaan ini dilakukan di ruas jalan tol Jagorawi yang tiap waktu banyak kendaraan yang melintas, dibutuhkan pengujian yang berkualitas, kecepatan waktu pengerjaan, dan mudah pelaksanaannya di lapangan, maka cara mudah untuk menentukan nilai CBR tanah dasar *in-situ* dengan menggunakan alat uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Alat DCP yang digunakan menggunakan sudut konus 60° karena jenis tanah dasar pada jalan tol Jagorawi tidak diketahui dan sudah termasuk lama sejak pembangunannya.

Cara pengambilan nilai CBR di lapangan setelah pengujian DCP ini tergolong cepat karena menggunakan dua penggaris berbentuk segitiga siku-siku yang disesuaikan dengan grafik korelasi DCP dan CBR lapangan. Namun, dalam pengambilan data % CBR ini memungkinkan adanya

ketidakakuratan bila hanya menggunakan grafik korelasi dan tidak dibandingkan dengan perhitungan berdasarkan fungsi atau rumus logaritma DCP. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan menganalisa perbandingan nilai % CBR dengan menggunakan grafik korelasi DCP-CBR dan rumus fungsi logaritma Webster, Kleyn, dan kajian Ardianto.

Rumus-rumus yg digunakan dalam perhitungan ini adalah sebagai berikut:

- Webster (1992) dalam Prisantdy (2011), fungsi yang digunakan oleh kontraktor dan konsultan tim Jagorawi

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,46 - 1,12 \cdot \text{Log}(\text{DCPi}) \dots\dots\dots (1)$$
- Kleyn (1975) dalam Lengkong, dkk. (2013), material jenis tanah yang tidak diketahui

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,62 - 1,27 \cdot \text{log}(\text{DCPi}) \dots\dots\dots (2)$$
- TRL, *Road Note 8* (1990) dalam Ardianto (2017), jenis tanah secara umum di Indonesia menggunakan konus 60°

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,48 - 1,057 \cdot \text{Log}(\text{DCPi}) \dots\dots\dots (3)$$

METODE

Penelitian yang dilakukan ini dibatasi pada masalah-masalah sebagai berikut.

- Lokasi yang digunakan adalah Jalan Tol Jagorawi yang berada pada KM kecil, yaitu mulai dari KM 9 sampai KM 12 jalur A (arah Kota Bogor) dan jalur B (arah Jakarta).
- Lajur yang dibongkar yaitu lajur 1 dan bahu jalan pada lokasi pekerjaan tiap pembongkaran jalan minimal 2 titik, total jumlah keseluruhan adalah 90 titik. Penumbukan tiap titik dilakukan pada 20-25 tumbukan.
- Alat DCP yang digunakan pada pekerjaan ini hanya memakai sudut konus 60° karena pada Jalan Tol Jagorawi berlaku untuk semua gradasi butiran tanah, baik untuk keadaan tanah *existing* yang berbutir halus maupun tanah berbutir kasar.
- Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari Tim Konsultan supervisi pekerjaan rekonstruksi Tol Jagorawi yaitu PT Multi Phi Bheta Cibinong
- Fungsi logaritma yang digunakan dalam perhitungan DCP menggunakan fungsi Webster, Kleyn, dan kajian Ardianto.
- Pengujian data yang dilakukan menggunakan program pengolah data *Microsoft Excel*

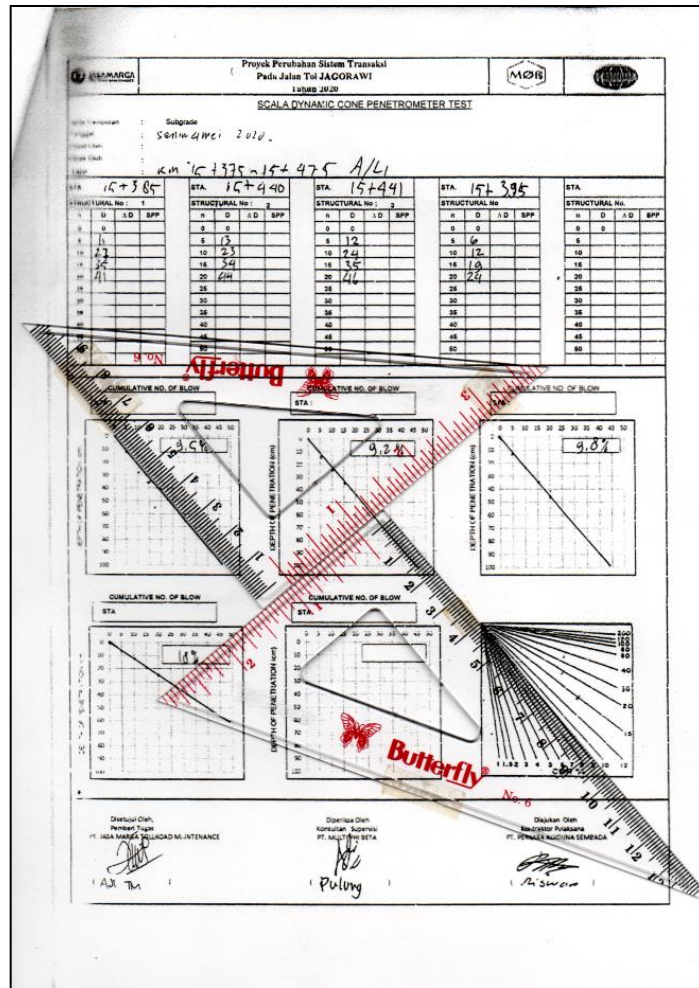
Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan Studi literatur, penelitian pendahuluan untuk mencari referensi pekerjaan menggunakan metode DCP, dilanjutkan dengan tahap kedua yaitu persiapan penelitian dan pencarian data sekunder. Tahap ketiga dalam penelitian ini terdiri dari input data, pengolahan dan analisa data yang diperoleh dari hasil pencarian data di lapangan menggunakan alat analisis pengolah data *Microsoft Excel* menggunakan persamaan logaritma DCP. Setelah mendapatkan hasil dari input, pengolahan, dan analisa data maka dilakukan pembahasan, kemudian penarikan kesimpulan, dan saran untuk penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penghitungan CBR dengan Grafik Korelasi DCP

Teknik pengambilan nilai CBR ini dilakukan pada kedalaman lapisan permukaan tanah dasar ± 55 cm dari ruas jalan tol yang telah dipadatkan dengan alat berat *Vibro Roller* kemudian dicatat pada kertas formulir dari kontraktor yaitu dengan cara menyelaraskan garis dari tumbukan ke 20 atau 25 dengan grafik korelasi DCP yang telah disediakan pada kertas atau formulir di lapangan menggunakan bantuan 2 (dua) buah penggaris berbentuk segitiga yang digambarkan pada Gambar 1.

Berdasarkan penentuan nilai CBR dengan grafik korelasi sebagaimana gambar di atas, pada STA 15+375 s/d 15+475 jalur A lajur 1 diambil empat titik sepanjang 100m menghasilkan nilai CBR pada titik ke-1 sebesar 9,5%; titik ke-2 sebesar 9,2%; titik ke-3 sebesar 9,8%; dan titik ke-4 sebesar 18%, sehingga nilai CBR pada ruas jalan tol tersebut telah memenuhi syarat yang diizinkan yakni nilai CBR-nya lebih dari 6% CBR.



Gambar 1. Hasil pemeriksaan CBR dengan grafik korelasi DCP

Perhitungan CBR dengan Fungsi Logaritma DCP

Perhitungan nilai DCP-CBR dengan fungsi logaritma ini dihitung dengan menggunakan tiga fungsi logaritma, yang pertama dengan menggunakan fungsi logaritma menurut Webster, dkk (1992), fungsi kedua menurut Kley (1975), dan fungsi ketiga menurut kajian Ardianto (2017). Berikut contoh hasil perhitungan.

1. Perhitungan DCP-CBR menggunakan fungsi logaritma Webster

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,46 - 1,12 \cdot \text{Log}(\text{DCPi})$$

STA 15+375 – 15+475 A/L1 Titik ke-1

$$n \text{ (tumbukan)} = 20$$

$$D \text{ (kedalaman)} = 41 \text{ cm} = 410 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{DCPi (mm/tumbukan)} &= 410 \text{ mm}/20 \text{ tumbukan} \\ &= 20,5 \text{ mm/tumbukan} \end{aligned}$$

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,465 - 1,12 \cdot \text{Log}(\text{DCPi})$$

$$= 2,465 - 1,12 \cdot \text{Log}(20,5)$$

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 0,99$$

$$\text{CBR} = 10^{0,99}$$

$$\text{CBR} = 9,79\%$$

2. Perhitungan DCP-CBR menggunakan fungsi logaritma Kley

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,62 - 1,27 \cdot \text{Log}(\text{DCPi})$$

STA 15+375 – 15+475 A/L1 Titik ke-1

$$n \text{ (tumbukan)} = 20$$

$$\begin{aligned}
 D \text{ (kedalaman)} &= 41 \text{ cm} = 410 \text{ mm} \\
 \text{DCPi (mm/tumbukan)} &= 410 \text{ mm}/20 \text{ tumbukan} \\
 &= 20,5 \text{ mm/tumbukan} \\
 \text{Log(CBR)} &= 2,62 - 1,27 \cdot \text{Log(DCPi)} \\
 &= 2,62 - 1,27 \cdot \text{Log}(20,5) \\
 \text{Log(CBR)} &= 0,95 \\
 \text{CBR} &= 10^{0,95} \\
 \text{CBR} &= 9,00 \%
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan DCP-CBR menggunakan fungsi logaritma kajian Ardianto

$$\text{Log(CBR)} = 2,48 - 1,057 \cdot \text{Log(DCPi)}$$

STA 15+375 – 15+475 A/L1 Titik ke-1

$$\begin{aligned}
 n \text{ (tumbukan)} &= 20 \\
 D \text{ (kedalaman)} &= 41 \text{ cm} = 410 \text{ mm} \\
 \text{DCPi (mm/tumbukan)} &= 410 \text{ mm}/20 \text{ tumbukan} \\
 &= 20,5 \text{ mm/tumbukan} \\
 \text{Log(CBR)} &= 2,48 - 1,057 \cdot \text{Log(DCPi)} \\
 &= 2,48 - 1,057 \cdot \text{Log}(20,5) \\
 \text{Log(CBR)} &= 1,03 \\
 \text{CBR} &= 10^{1,03} \\
 \text{CBR} &= 12,40 \%
 \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil perhitungan dengan fungsi logaritma DCP dapat dirangkum pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil perhitungan CBR dengan fungsi logaritma DCP

STA	n	Kedalaman		CBR (%)		
		D (mm)	Grafik	Webster	Kleyn	Ardianto
Titik 1		410	9,5	9,79	9,00	12,40
Titik 2	20	440	9,2	9,05	8,22	11,51
Titik 3		460	9,8	8,61	7,77	10,98
Titik 4		240	18	17,84	17,76	21,84
Titik 5	20	450	11	8,82	7,99	11,24
Titik 6		250	16	17,04	16,86	20,92
Titik 7		250	15	17,04	16,86	20,92
Titik 8	20	270	14,8	15,63	15,29	19,29
Titik 9		250	14,9	17,04	16,86	20,92
Titik 10		320	13	12,92	12,32	16,12
Titik 11	20	250	17	17,04	16,86	20,92
Titik 12		250	16	17,04	16,86	20,92
Titik 13		330	13	12,49	11,85	15,60
Titik 14	20	290	15	14,43	13,97	17,88
Titik 15		150	32	30,19	32,26	35,90
Titik 16		280	15	15,01	14,60	18,56
Titik 17	20	250	15	17,04	16,86	20,92
Titik 18		230	17	18,71	18,75	22,85
Titik 19		270	20	15,63	15,29	19,29
Titik 20	20	290	16	14,43	13,97	17,88
Titik 21		370	12	10,98	10,25	13,82
Titik 22	25	270	25	20,07	20,30	24,42

Titik 23		260	15	16,31	16,04	20,07
Titik 24	20	250	19	17,04	16,86	20,92
Titik 25		360	13	11,33	10,61	14,23
Titik 26		300	14	13,89	13,38	17,25
Titik 27		190	20	23,17	23,89	27,96
Titik 28		270	15	15,63	15,29	19,29
Titik 29		270	15	15,63	15,29	19,29
Titik 30	20	210	20	20,71	21,04	25,15
Titik 31		210	20	20,71	21,04	25,15
Titik 32		180	30	24,62	25,59	29,61
Titik 33		210	20	20,71	21,04	25,15
Titik 34		300	13	13,89	13,38	17,25
Titik 35	20	300	14	13,89	13,38	17,25
Titik 36		210	20	20,71	21,04	25,15
Titik 37		230	18	18,71	18,75	22,85
Titik 38		160	30	28,09	29,72	33,53
Titik 39	20	200	21	21,88	22,39	26,49
Titik 40		210	19	20,71	21,04	25,15
Titik 41	20	270	16	15,63	15,29	19,29
Titik 42		310	14	13,39	12,83	16,67
Titik 43	20	180	25	24,62	25,59	29,61
Titik 44		160	31	28,09	29,72	33,53
Titik 45	20	280	16	15,01	14,60	18,56
Titik 46		260	17	16,31	16,04	20,07
Titik 47	20	190	22	23,17	23,89	27,96
Titik 48		250	17	17,04	16,86	20,92
Titik 49		340	12	12,08	11,41	15,12
Titik 50	20	340	12	12,08	11,41	15,12
Titik 51		400	10	10,07	9,28	12,73
Titik 52	20	280	15	15,01	14,60	18,56
Titik 53		430	9	9,28	8,47	11,79
Titik 54		550	7	7,05	6,20	9,09
Titik 55	20	270	16	15,63	15,29	19,29
Titik 56		300	14	13,89	13,38	17,25
Titik 57		270	16	15,63	15,29	19,29
Titik 58		230	18	18,71	18,75	22,85
Titik 59	20	200	20	21,88	22,39	26,49
Titik 60		160	30	28,09	29,72	33,53
Titik 61		200	20	21,88	22,39	26,49
Titik 62		310	13,5	13,39	12,83	16,67
Titik 63	20	330	12	12,49	11,85	15,60
Titik 64		360	10,5	11,33	10,61	14,23
Titik 65		200	20	21,88	22,39	26,49
Titik 66	20	320	13	12,92	12,32	16,12
Titik 67		240	18	17,84	17,76	21,84
Titik 68		200	20	21,88	22,39	26,49
Titik 69	20	440	9	9,05	8,22	11,51

Titik 70		300	15	13,89	13,38	17,25
Titik 71		300	15	13,89	13,38	17,25
Titik 72		210	20	20,71	21,04	25,15
Titik 73	20	350	13	11,69	11,00	14,66
Titik 74		400	10	10,07	9,28	12,73
Titik 75	20	320	13	12,92	12,32	16,12
Titik 76		300	14	13,89	13,38	17,25
Titik 77		240	18	17,84	17,76	21,84
Titik 78	20	310	13	13,39	12,83	16,67
Titik 79		350	12	11,69	11,00	14,66
Titik 80		310	13	13,39	12,83	16,67
Titik 81		260	17	16,31	16,04	20,07
Titik 82	20	190	22	23,17	23,89	27,96
Titik 83		520	9	7,50	6,65	9,65
Titik 84		140	24	32,62	35,21	38,61
Titik 85		130	32	35,44	38,69	41,76
Titik 86	20	550	7	7,05	6,20	9,09
Titik 87		260	15	16,31	16,04	20,07
Titik 88		230	18	18,71	18,75	22,85
Titik 89	20	230	13	18,71	18,75	22,85
Titik 90		180	25	24,62	25,59	29,61

Jalur A di mulai dari titik ke-1 s/d titik ke-62 dan jalur B di mulai dari titik ke-63 s/d titik ke-90. Berdasarkan hasil perhitungan pada titik ke-1 nilai CBR dengan fungsi logaritma DCP menggunakan fungsi dari *Webster* sebesar 9,79%; *Kleyn* sebesar 9,00%; dan *Ardianto* sebesar 12,40%, masih memenuhi syarat nilai %CBR untuk tanah dasar yaitu lebih dari 6%.

Perbandingan Nilai CBR grafik dengan Fungsi Logaritma

Analisis ini digunakan untuk melihat seberapa besar perbedaan antara nilai %CBR dengan menggunakan grafik korelasi di lapangan dan %CBR bila dihitung dengan menggunakan fungsi logaritma CBR. Berdasarkan pada hasil pemeriksaan nilai %CBR menggunakan metode grafik korelasi dan fungsi logaritma CBR dapat direkapitulasi yang disajikan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Hasil rekapitulasi nilai CBR grafik korelasi dan fungsi logaritma DCP Jalur A

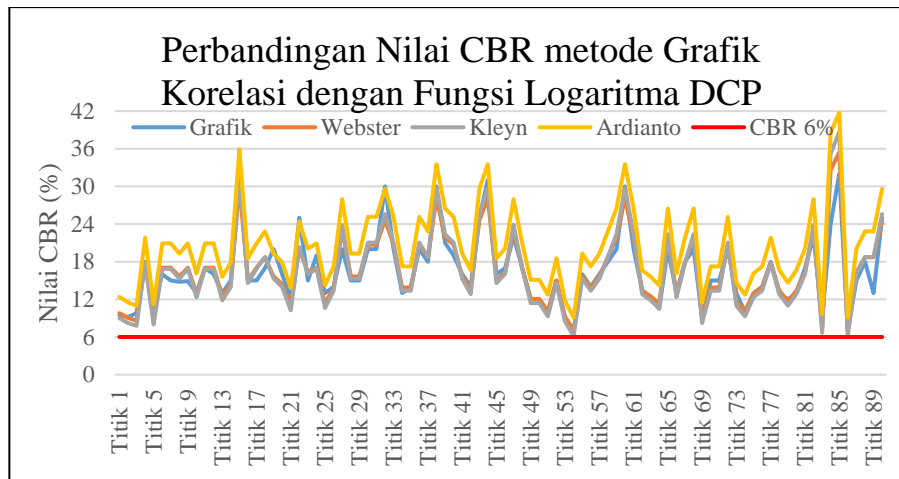
JALUR A	CBR Grafik (%)	CBR FUNGSI (%)		
		Webster	Kleyn	Ardianto
CBR Minimum (%)	7,00	7,05	6,20	9,09
CBR Maksimal (%)	32,00	30,19	32,26	35,90
CBR Rata-rata (%)	16,95	16,81	16,72	20,61

Rata-rata nilai CBR pada hasil grafik korelasi Jalur A terhadap hasil perhitungan dengan rumus-rumus logaritma DCP *Webster* dan *Kleyn* mempunyai hasil yang hampir sama, sedangkan dengan rumus *Ardianto* mempunyai hasil yang berbeda.

Nilai rata-rata CBR hasil grafik korelasi dibanding hasil dengan rumus logaritma *Webster* mempunyai selisih 0,13% dan apabila dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan rumus logaritma *Kleyn* mempunyai nilai selisih 0,22%. Namun, untuk hasil perhitungan logaritma *Ardianto* dibanding hasil rata-rata nilai CBR grafik korelasi DCP mempunyai selisih yang cukup besar yaitu 3,66%.

Tabel 3. Hasil rekapitulasi nilai CBR grafik korelasi dan fungsi logaritma DCP Jalur B

JALUR B	CBR Grafik (%)	CBR FUNGSI (%)		
		Webster	Kleyn	Ardianto
CBR Minimum (%)	7,00	7,05	6,20	9,09
CBR Maksimal (%)	32,00	35,44	38,69	41,76
CBR Rata-rata (%)	15,73	16,47	16,41	20,18

**Gambar 2. Grafik perbandingan nilai CBR metode grafik korelasi dengan fungsi logaritma DCP**

Pada Jalur B untuk hasil rata-rata nilai CBR grafik korelasi DCP terhadap hasil perhitungan rumus logaritma *Webster*, *Kleyn*, dan *Ardianto* tidak jauh berbeda dengan Jalur A pada **Tabel 2**. Berdasarkan **Tabel 3** hasil perhitungan nilai CBR rata-rata menurut rumus logaritma *Ardianto*, nilai rata-rata CBR terhadap hasil pemeriksaan metode grafik korelasi DCP mempunyai perbedaan sebesar 4,45%. Pada pemeriksaan nilai rata-rata CBR metode grafik korelasi DCP bila dibandingkan dengan hasil perhitungan rumus logaritma *Webster* mempunyai selisih 0,74% dan jika dibandingkan dengan hasil rata-rata perhitungan rumus logaritma *Kleyn* mendapatkan selisih 0,68%, sehingga baik Jalur A dan Jalur B bila ditampilkan dalam bentuk grafik maka hasil dari pemeriksaan nilai CBR dengan grafik korelasi DCP terlihat hampir sama nilai CBR-nya dengan hasil perhitungan dengan rumus logaritma *Webster* dan *Kleyn* dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan rumus logaritma *Ardianto*, hal ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan hasil dari penelitian adalah sebagai berikut:

- Hasil pemeriksaan nilai CBR dengan menggunakan grafik korelasi DCP pada tumbukan ke-20 di titik ke-1 9,5%; ke-2 9,2%; ke-3 9,8%; dan ke-4 18%; sehingga telah memenuhi syarat batas lebih dari 6%.
- Hasil perhitungan nilai CBR pada titik ke-1 dengan fungsi logaritma *Webster* adalah 9,79%; dengan fungsi logaritma *Kleyn* adalah 9,00%; dan dengan fungsi logaritma *Ardianto* adalah 12,40%.
- Hasil perbandingan nilai CBR metode grafik korelasi DCP dengan fungsi logaritma *Webster* dan *Kleyn* mempunyai nilai yang hampir mendekati, sedangkan menurut fungsi logaritma kajian *Ardianto* mempunyai nilai CBR yang lebih besar dibanding kedua rumus sebelumnya sehingga pada rekonstruksi jalan tol Jagorawi ini nilai %CBR metode grafik korelasi DCP bisa digunakan untuk menghitung dengan cepat untuk pekerjaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Ardianto, Y. 2017. Menentukan Nilai CBR Menggunakan Alat DCP Dalam Grafik Dan Persamaan Fungsi. Skripsi. Strata 1. UNILA Bandar Lampung

-
- Bina Marga, 2001. Penuntun DCP Bina Marga.
- Das, B.M. 1995. Mekanika Tanah I. Erlangga: Jakarta
- Hardiyatmo, H.C. 2010. Mekanika Tanah I. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Hardiyatmo, H.C. 2010. Mekanika Tanah II. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Hardiyatmo, H.C. (2010). Mekanika Tanah I. Edisi 5. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). Mekanika Tanah II. Edisi 5. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Lengkong, P.I.L., dkk. 2013. Hubungan Nilai CBR Laboratorium dan DCP Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Worilikupang Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik 1(5). April: 368-376.
- Jasamarga, 2016. Public Expose Financial Club Jakarta. JASAMARGA: Jakarta
- Multi Phi Beta. 2020. Summary Quality Control Dynamic Cone Penetrometer. SFO dan Rekonstruksi Jalan Tol Jagorawi. Multi Phi Beta: Bogor.
- Prisandhy, Pudia. 2011. Korelasi Nilai California Bearing Ratio (CBR) dan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Pada Tanah Ekspansif Yang Dipadatkan. Skripsi. Strata 1. Fakultas Teknik Universitas Indonesia: Jakarta
- Sriharyani, S., dan Diah O. 2016. Kajian Penggunaan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Pekerjaan Timbunan Apron (Studi Kasus Di Bandar Udara Radin Inten II Lampung). TAPAK 5(2). Mei: 89-97
- Sujahtra, I.W., dkk. 2019. Penyusunan Model Rumusan Korelasi Nilai DCP Dengan Nilai CBR Tanah Berbutir Kasar. Jurnal SPEktran 7(1). Januari: 115-112
- Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova: Bandung
- Transport Road Research. (1993): A guade to the structural design of bitumen surfaced roads in tropical and subtropical countries. Transport Research Laboratory Crowthorne. United Kingdom.