

PENENTUAN NILAI CBR LAPANGAN HASIL UJI DCP BERDASARKAN JENIS TANAH

Istiatun^{1)*}, Handi Sudardja²⁾, Sony Pramusandi³⁾

^{1,2,3}Politeknik Negeri Jakarta, Teknik Sipil Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, 16424.

*E-mail : istiatun@sipil.pnj.ac.id

Abstract

Soil is part of the road construction work, namely as a subgrade. To determine the carrying capacity of a subgrade that meets the requirements, a CBR test must be carried out in the field. Indirect testing through the DCP test can provide field CBR values by analyzing the DCP test data using the Minister of Public Works Circular Letter No.04/SE/M/2010 concerning Guidelines for Testing the California Bearing Ratio (CBR) with Dynamic Cone Penetrometer (DCP), named method 1, and the TRRL method (method 2). To find out if there is a difference between the two methods. While the type of subgrade soil used, soil parameters will be reviewed which can provide a correlation to the CBR value of the DCP test results. From several research locations that were carried out both directly and indirectly, it was found that the CBR value of the DCP test results which were analyzed with 2 methods, gave a small difference value, where the field CBR value with the method gave a greater value than method 1. Meanwhile, from the subgrade soil parameter data used, the fine grain content of the soil and the soil clay content which shows a relationship between these values and the average CBR value of the two methods.

Keywords: DCP; Field CBR, soil type.

Abstrak

Tanah merupakan bagian dari pekerjaan konstruksi jalan yaitu sebagai subgrade. Untuk mengetahui daya dukung subgrade yang memenuhi persyaratan harus dilakukan uji CBR di lapangan. Pengujian tidak langsung melalui uji DCP dapat memberikan nilai CBR lapangan dengan menganalisa data uji DCP dengan metode Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.04/SE/M/2010 tentang Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP), dinamakan metode 1, dan metode TRRL (metode 2). Untuk mengetahui apakah ada perbedaan dari kedua metode tersebut. Sedangkan jenis tanah subgrade yang digunakan, akan ditinjau parameter tanah yang dapat memberikan korelasi terhadap nilai CBR hasil uji DCP. Dari beberapa lokasi penelitian yang dilakukan baik langsung maupun tidak langsung didapatkan bahwa nilai CBR hasil uji DCP yang dianalisa dengan 2 metode, memberikan nilai perbedaan yang kecil, dimana nilai CBR lapangan dengan metode memberikan nilai lebih besar dari metode 1. Sedangkan dari data parameter tanah subgrade yang digunakan, kadar butiran halus tanah dan kadar lempung tanah yang menunjukkan adanya hubungan nilai tersebut dengan nilai CBR rata-rata dari kedua metode.

Kata kunci : DCP; CBR lapangan, jenis tanah..

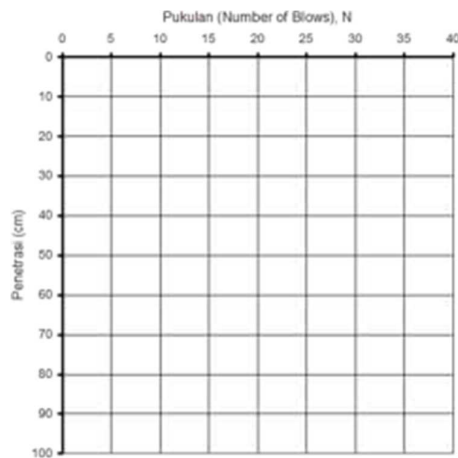
PENDAHULUAN.

Kekuatan tanah dasar sebagai subgrade konstruksi jalan harus memenuhi persyaratan yang diijinkan agar mampu menahan beban yang bekerja. Penentuan kekuatan subgrade di lapangan diketahui dengan melakukan pengujian langsung di lapangan agar dapat diketahui apakah kekuatan tanah tersebut telah memenuhi. Kekuatan tanah umumnya diketahui dengan melakukan uji California Bearing Ratio (CBR lapangan) dengan menggunakan peralatan sesuai dengan standar pengujian. Namun pada umumnya dapat pula didapatkan dengan pengujian Dinamic Cone Penetrometer (DCP) di lapangan yang merupakan pengujian sederhana, cepat dan murah dibanding dengan pengujian CBR langsung di lapangan. Namun untuk mengetahui nilai CBR lapangan hasil uji DCP

ada beberapa metode yang digunakan dilihat dari sudut cone DCP yang digunakan. Analisa nilai CBR lapangan hasil uji DCP pada beberapa lokasi pekerjaan menggunakan metode berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.04/SE/M/2010 tentang Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Sehingga perlu juga dilakukan dengan metode lain untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan. Telah banyak penelitian sejenis yang telah dilakukan, namun untuk melengkapi penelitian sebelumnya dilakukan penelitian serupa dengan memasukkan unsur jenis tanah timbunan yang digunakan yang dengan meninjau parameter tanah yang menunjukkan adanya korelasi dari nilai tersebut. Penelitian dilakukan dari beberapa lokasi baik berdasarkan data sekunder maupun data primer yang dilakukan secara langsung pengujian DCP di lokasi dan pengujian parameter tanah timbunan di laboratorium.

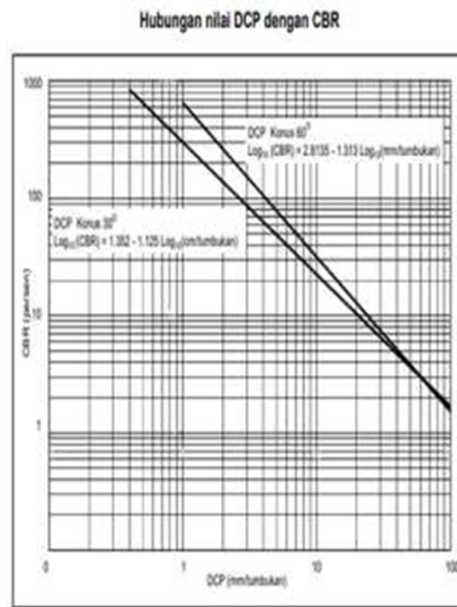
TINJAUAN PUSTAKA

Nilai CBR tanah subgrade sangat penting diketahui karena berhubungan dengan daya dukung untuk menerima beban, sehingga konstruksi dalam keadaan aman dan stabil, sehingga subgrade harus memiliki nilai CBR lapangan tertentu. Untuk menentukan nilai CBR lapangan, pada beberapa pelaksanaan tidak langsung dilakukan pengujian CBR lapangan tetapi berdasarkan uji yang lebih sederhana yaitu DCP. Dimana dari hasil uji DCP dianalisa untuk mendapatkan nilai CBR lapangan berdasarkan nilai DCP yaitu besar penetrasi dalam mm per tumbukan. Pengujian DCP dilakukan sampai kedalaman 90 cm dan Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah/lapisan fondasi karena pengaruh penumbuk kemudian dengan menggunakan grafik dan rumus, pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan nilai CBR. (Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.04/SE/M/2010). Kemudian dibuat lah grafik hubungan antara nilai penetrasi (mm) dengan jumlah tumbukan untuk mengetahui nilai DCP Grafik yang dibuat seperti pada gambar dibawah in :



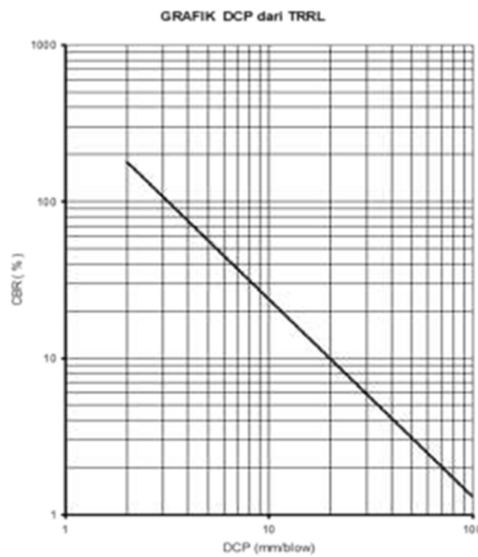
Gambar 1. Hubungan antara nilai Penetrasi Komulatif dan Tumbukan/Pukulan Komulatif

Kemudain plotkan hasil pengujian lapangan pada salib sumbu di grafik pada tersebut dan tarik garis yang mewakili titik-titik koordinat tertentu yang menunjukkan lapisan yang relatif seragam. Setelah itu hitung kedalaman lapisan yang mewakili titik-titik tersebut, yaitu selisih antara perpotongan garis-garis yang dibuat dalam satuan mm. Hitung kecepatan rata-rata penetrasi (DCP, mm/tumbukan atau cm/tumbukan) untuk lapisan yang relatif seragam. Nilai DCP diperoleh dari selisih penetrasi dibagi dengan selisih tumbukan. Gunakan gambar grafik atau hitungan formula hubungan nilai DCP dengan CBR dengan cara menarik nilai kecepatan penetrasi pada sumbu horizontal ke atas sehingga memotong garis tebal untuk sudut konus 60° atau garis putus-putus untuk sudut konus 30°, dan tarik garis dari titik potong tersebut ke arah kiri sehingga nilai CBR dapat diketahui.



Gambar 2. Hubungan DCP dan CBR (Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.04/SE/M/2010 tentang Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP).

Penentuan nilai CBR lapangan hasil uji DCP juga dapat dilakukan berdasarkan formula atau grafik dari dibawah ini :



Gambar 3 : Kurva Hubungan nilai DCP dengan CBR (sumber TRANSPORT and ROAD REASEARCH LABORATORY/TRRL)

Ataudapat juga dengan menggunakan rumusan sebagai berikut :

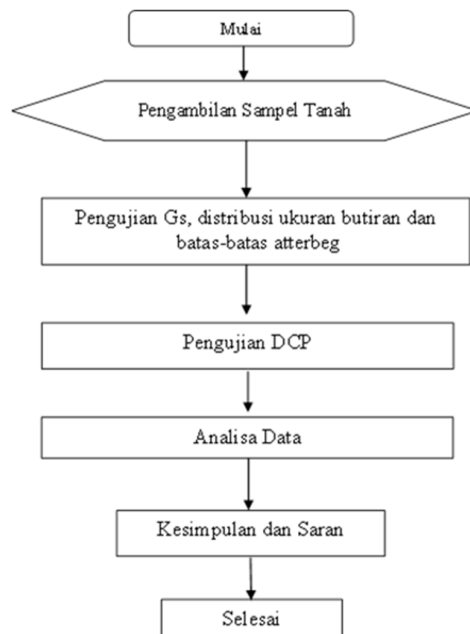
$$\text{Log CBR} = 2,48 - 1,057 (\text{log DCP})$$

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui bagaimana jenis tanah atau parameter tanah mempunyai pengaruh terhadap nilai CBR lapangan hasil uji DCP. Dan untuk mendapatkan nilai CBR lapangan berdasarkan 2 metode yang berbeda.

Permasalahan yang diteliti adalah bagaimana mendapatkan nilai CBR lapangan hasil uji DCP berdasarkan jenis tanah, apakah mempunyai korelasi yang kuat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium uji tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, yaitu mendapatka data parameter tanah yang digunakan sebagai subgrade pada beberapa lokasi pekerjaan jalan. Kemudian juga dilakukan langung dilokasi perkerjaan jalan yang sedang berlangsung untuk mendapatkan data primer. Data sekunder didapatkan dari lokasi pekerjaan jalan, baik data tanah maupun data uji DCP. Langkah- Langkah dalam penelitian untuk mendapatkan data primer adalah pengambilan sampel tanah di beberapa lokasi pekerjaan. Langkah berikutnya adalah analisa data hasil pengujian di laboratorium untuk mengetahui parameter dari jenis tanah dari lokasi pekerjaan. Kemudian melakukan pengujian DCP pada lokasi pekerjaan, menganalisa data, kemudial pengambilan kesimpulan dan saran-saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya. Adapun Langkah-langkah penelitian tersebut diatas disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Penelitian

HASIL dan PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang didapatkan adalah nilai CBR lapangan hasil uji DCP berdasarkan jenis tanah yang digunakan. Jenis tanah ditinjau dari parameter yang dapat menunjukkan hubungan yang sangat berpengaruh apakah nilai berat jenis (G_s), batas konsistensi tanah, maupun gradasi ukuran butiran yang

merupakan dasar dalam mengklasifikasikan tanah. Hasil pengujian data primer dan sekunder dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Index Properties Sampel (data Primer)

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT				
Lokasi	A	B	C	D
Sample Type	DS	DS	DS	DS
A. SPECIFIC GRAVITY TEST				
Specific Gravity	2,71	2,69	2,60	2,71
B. ATTERBERG LIMITS TEST				
Liquid Limits (LL)	%		85,1 39	52
Plastic Limits (PL)	%	NON PLA STIS	NON PLAS TIS	56,9 89
Plasticity Index (PI)	%		28,1 50	15
C. GRAINSIZE DISTRIBUTION TEST				
Gravel	%	13	14	11,6
Sand	%	63	65	46
Silt dan Clay	%	24	21	42,4
Soil Classification (AASHTO)		A-2-4	A-2-4	A-7-5

Tabel 2. Index Properties Sampel (data Sekunder)

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT			
LOKASI	E		F
STA	12+05 0	12+2 75	14+50 0
Sample Type	DS	DS	DS
A. SPECIFIC GRAVITY TEST			
Specific Gravity (G _s)	2,60	2,597	2,726
B. ATTERBERG LIMITS TEST			
Liquid Limits (LL)	%	63,73 0	70,27 7
Plastic Limits (PL)	%	48,92 4	50,63 0
Plasticity Index (PI)	%	16,80 6	19,64 7
C. GRAINSIZE DISTRIBUTION TEST			
Gravel	%	0,000	0,000
Sand	%	0,768	0,557
Silt	%	83,33 2	85,99 3
Clay	%	15,90 0	13,45 0
Soil Classification (USCS)		MH	MH
Soil Classification (AASHTO)		A-7-5	A-7-5

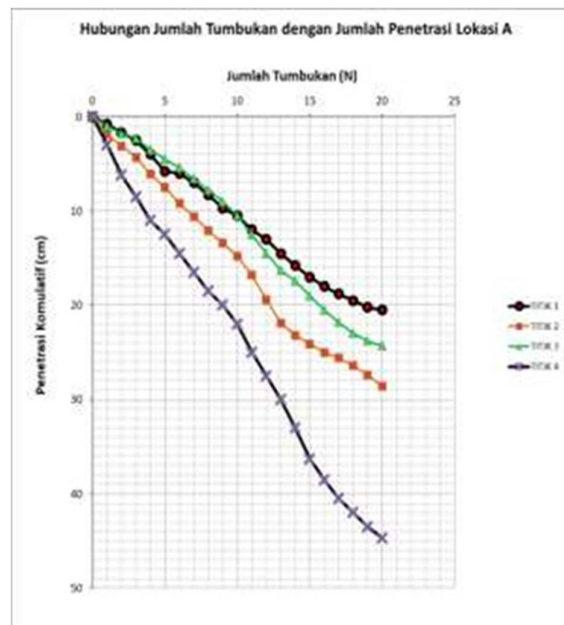
SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT				
LOKASI	G			
STA	9+950	10+00	10+325	10+400
Sample Type	DS	DS	DS	DS
A. SPECIFIC GRAVITY TEST				
Specific Gravity (Gs)	2,546	2,597	2,666	2,68
B. ATTERBERG LIMITS TEST				
Liquid Limits (LL)	% 68,114	65,89	66,31	66,05
Plastic Limits (PL)	% 48,359	47,53	40,21	39,36
Plasticity Index (PI)	% 19,755	18,53	26,10	26,69
C. GRAINSIZE DISTRIBUTION TEST				
Gravel	% 0,000	0,000	0,000	0,000
Sand	% 0,245	0,706	4,000	4,000
Silt	% 80,755	83,29	80,000	84,000
Clay	% 19,000	16,00	16,00	12,000
Soil Classification (USCS)	MH	MH	MH	MH
Soil Classification (AASHTO)	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT				
LOKASI	G			
STA	9+950	10+00	10+325	10+400
Sample Type	DS	DS	DS	DS
A. SPECIFIC GRAVITY TEST				
Specific Gravity (Gs)	2,546	2,597	2,666	2,68
B. ATTERBERG LIMITS TEST				
Liquid Limits (LL)	% 68,114	65,89	66,31	66,05
Plastic Limits (PL)	% 48,359	47,53	40,21	39,36
Plasticity Index (PI)	% 19,755	18,53	26,10	26,69
C. GRAINSIZE DISTRIBUTION TEST				
Gravel	% 0,000	0,000	0,000	0,000
Sand	% 0,245	0,706	4,000	4,000
Silt	% 80,755	83,29	80,000	84,000
Clay	% 19,000	16,00	16,00	12,000
Soil Classification (USCS)	MH	MH	MH	MH
Soil Classification (AASHTO)	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5

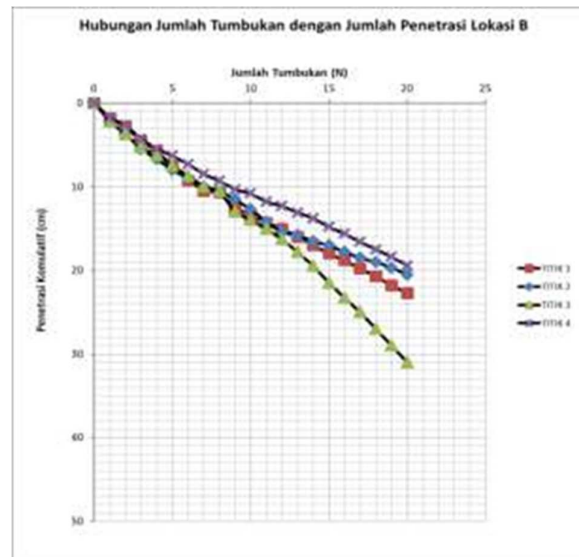
SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT				
LOKASI		G		
STA		12+600	12+850	
Sample Type		DS	DS	
A. SPECIFIC GRAVITY TEST				
Specific Gravity		2,693	2,689	
B. ATTERBERG LIMITS TEST				
Liquid Limits (LL)	%	70,33	70,60	
Plastic Limits (PL)	%	45,55	45,83	
Plasticity Index (PI)	%	26,78	24,77	
C. GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST				
Gravel	%	0,000	0,000	
Sand	%	2,000	2,000	
Silt	%	74,000	74,000	
Clay	%	24,000	24,000	
Soil Classification (USCS)		MH	MH	
Soil Classification (AASHTO)		A-7-5	A-7-5	

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT				
LOKASI H				
STA		51+300 (H1)	52+000 (H2)	53+000 (H3)
Sample Type		DS	DS	DS
A. SPECIFIC GRAVITY TEST				
Specific Gravity (G _s)		2,51	2,438	2,492
B. ATTERBERG LIMITS TEST				
Liquid Limits (LL)	%	25,00	33,60	52,40
Plastic Limits (PL)	%	19,41	23,74	32,11
Plasticity Index (PI)	%	5,59	9,86	20,29
C. GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST				
Gravel	%	0,000	0,000	0,00
Sand	%	66,02	40,17	35,15
Silt dan Clay	%	33,98	59,83	64,85
Soil Classification (AASHTO)		A-2-4	A-4	A-7-5

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULT			
Lokasi		I	
Sample Type		DS	
A. SPECIFIC GRAVITY TEST			
Specific Gravity (Gs)		2,69	
B. ATTERBERG LIMITS TEST			
Liquid Limits (LL)	%	63.649	
Plastic Limits (PL)	%	48.519	
Plasticity Index (PI)	%	15.130	
C. GRAINSIZE DISTRIBUTION TEST			
Gravel	%	0,000	
Sand	%	2.768	
Silt	%	77.734	
Clay	%	19.500	
Soil Classification (AASHTO)		A-7-5	



Gambar 5. Grafik Hubungan Jumlah Tumbukan dengan Penetrasi Komulatif Lokasi A



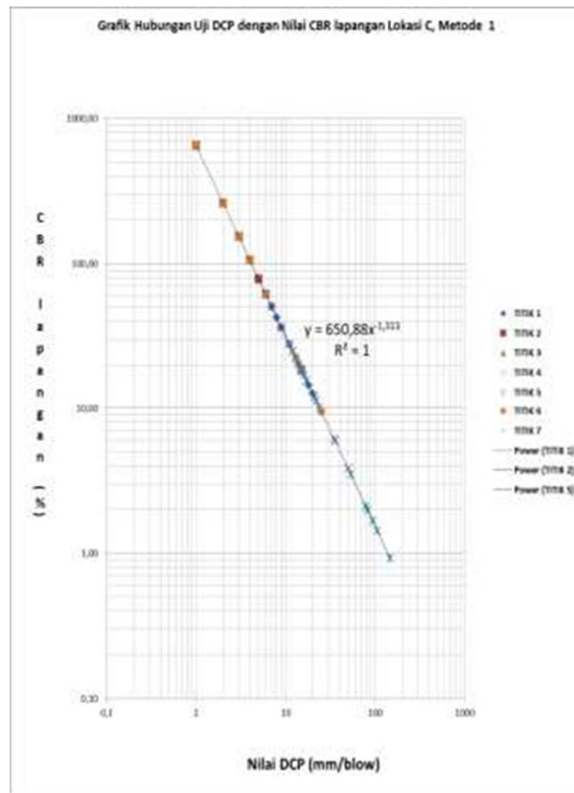
Gambar 6. Grafik Hubungan Jumlah mbukan dengan Penetrasi Kumulatif Lokasi B

Tabel 3. Data Nilai CBR Berdasar Hasil Uji DCP Beberapa Lokasi Pekerjaan.

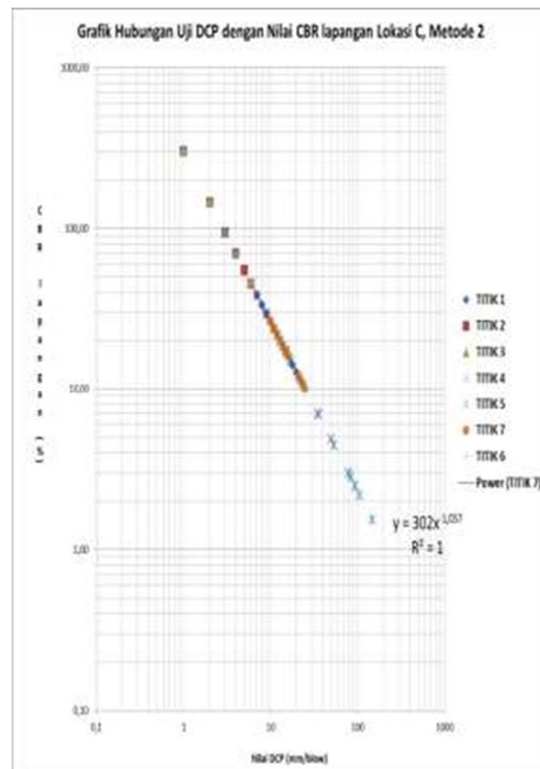
Lokasi	Titik Pengujian	DCP rata-rata (mm/blows)	CBR (%) (berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP, Surat Edaran Menteri)	CBR (%) (berdasarkan TRANSPORT and ROAD RESEARCH LABORATORY (TRRL))
A	1	10,25	48,93	35,33
	2	14,30	24,17	20,92
	3	12,15	30,56	25,17
	4	12,15	30,56	25,17
B	5	10,25	48,93	35,33
	6	14,30	24,17	20,92
	7	12,15	30,56	25,17
	8	22,35	12,46	12,36
C	1	9,33	64,24	44,49
	2	3,3	261,5	137,9
	3	3,3	218,3	119,8
	4	13,00	64,55	44,04
	5	44,11	12,93	12,22
	6	4,79	179,76	102,69
	7	13,21	25,87	22,21
D	1	18,10	18,13	16,53

	2	15,95	19,71	17,83
	3	23,50	13,13	12,79
	4	17,05	16,62	15,69
	5	23,25	10,46	10,86
E	1	28,32	10,56	10,63
	2	23,54	10,38	10,78
F	1	35,05	7,18	6,28
	2	26,76	10,01	10,33
G	1	62,50	3,61	4,55
	2	45,45	6,24	6,98

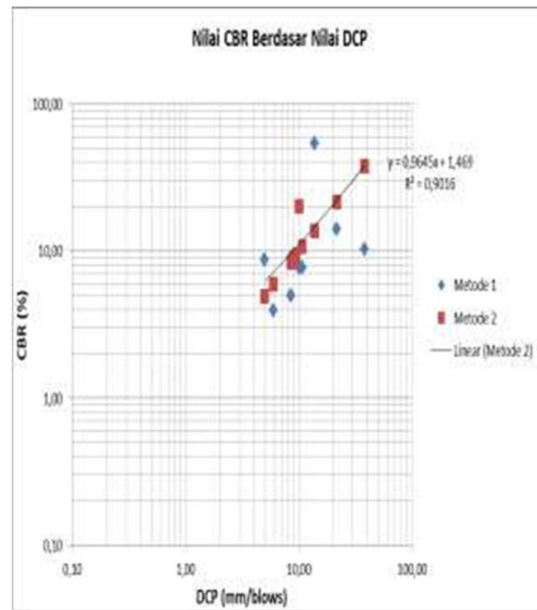
Lokasi	Titik Pengujian	DCP rata-rata (mm/blows)	CBR (%) (berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP, Surat Edaran Menteri)	CBR (%) (berdasarkan TRANSPORT and ROAD RESEARCH LABORATORY (TRRL)
H3	1	31,25	8,65	9,13
	2	26,19	9,69	10,14
	3	27,03	10,18	10,42
	4	26,19	10,09	10,42
	5	20,83	13,73	13,33
	6	23,81	11,20	11,37
	7	12,28	11,96	26,41
	8	20,63	14,24	13,71
H2	1	23,49	12,00	11,94
H1	1	28,57	11,82	11,56
	2	25,79	16,68	15,02
I	1	27,03	8,58	9,26
	2	25,56	9,24	9,82



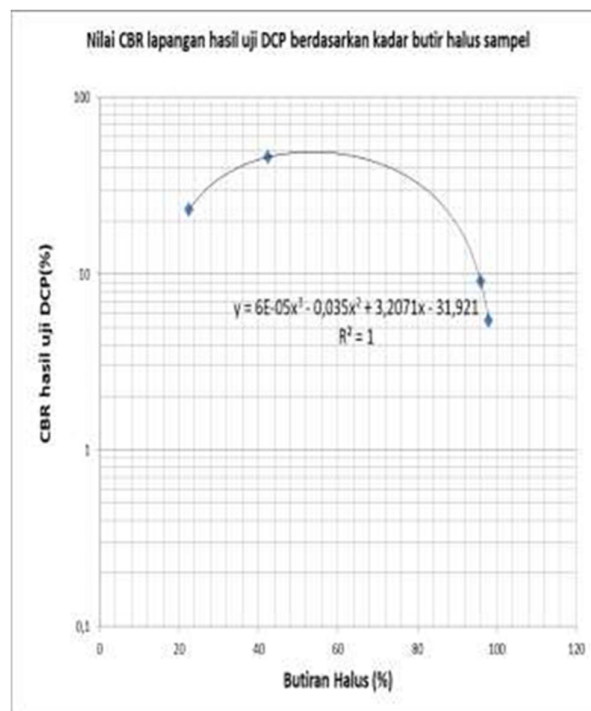
Gambar 5. Grafik Nilai CBR hasil Uji DCP pada Lokasi C dengan metode 1 (Surat Edaran Menteri)



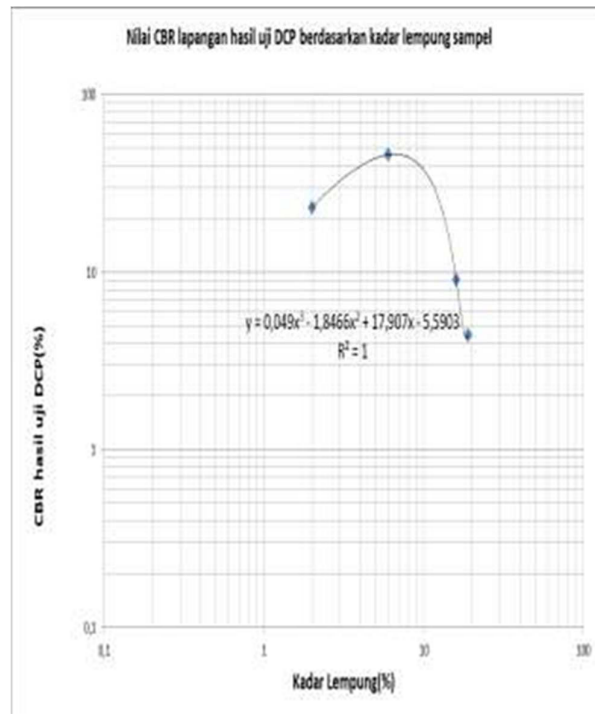
Gambar 6. Grafik Nilai CBR hasil Uji DCP pada Lokasi C dengan metode 2 (TRRL)



Gambar 7. Grafik Nilai CBR hasil Uji DCP metode 1 dan metode 2



Gambar 8. Grafik Nilai CBR hasil Uji DCP berdasarkan kadar butiran halus subgrade



Gambar 9. Grafik Nilai CBR hasil Uji DCP berdasarkan kadar lempung tanah subgrade

Dari hasil pengujian DCP yang dilakukan di beberapa lokasi pekerjaan jalan baik data primer maupun sekunder menunjukkan bahwa untuk lokasi pekerjaan sama, parameter tanah timbunan sejenis tetapi nilai DCP antara titik pengujian berbeda. Hal ini tentu menjadi pertanyaan. Tetapi karena nilainya adalah di atas CBR rencana, maka pengujian dapat diterima. Untuk analisa nilai CBR lapangan hasil uji DCP menggunakan metode 1 dengan metode 2, memberikan nilai perbedaan yang kecil, dimana rata-rata metode 1 memberikan nilai yang lebih kecil. Untuk analisa pengaruh parameter tanah yaitu nilai kadar butiran halus maupun kadar lempung, menunjukkan bahwa nilai CBR lapangan akan maksimum pada kadar butiran halus atau kadar lempung yang optimum.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa lokasi pekerjaan jalan didapatkan bahwa nilai DCP bervariasi antar titik, untuk nilai CBR lapangan yang dicapai. Sedangkan analisa nilai CBR hasil uji DCP dengan 2 metode memberikan perbedaan nilai yang tidak signifikan. Namun untuk keamanan sebaiknya diambil yang kecil. Tinjauan terhadap parameter tanah dalam menentukan nilai CBR lapangan sudah memberikan hubungan yang baik, dimana nilai CBR lapangan maksimum akan dicapai pada kadar butiran halus ataupun kadar lempung yang optimum. Tetapi hal ini perlu dilakukan penambahan data agar dapat melengkapi hasil penelitian ini. Kekurangan data tidak dapat memberikan informasi yang baik.

SARAN

Perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan metode data yang lebih banyak lagi dan perlu ditinjau kepadatan tanah di lapangan, untuk dapat memberikan informasi nilai DCP yang berbeda pada lokasi yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ke Politeknik Negeri Jakarta atas pendanaan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azwarman, (2015), Kajian Nilai Daya Dukung Tanah Dasar Menggunakan Dynamic Cone Penetrometer Dan CBR In Place, Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol.15 No.1
- [2] Burhanuddin., & Junaidi., (2018), Hubungan Empiris Daya Dukung Tanah Dasar Menggunakan Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Dan California Bearing Ratio (CBR) Rendaman Untuk Disain Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya, Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala ISSN 2088-9321 ISSN e- 2502-5295. Volume 1 Special Issue, Nomor 3, Januari, 2018 pp. 553 – 558
- [3] Bandyopadhyay, K. Bhattacharjee, S.(2010), Comparative Study Between Laboratory and Field CBR by DCP and IS Method, Department of Construction Engineering, Jadavpur University (2nd Campus), Kolkata. Indian Geotechnical Conference – 2010, GEOTrendz December 16–18, 2010, IGS Mumbai Chapter & IIT Bombay.
4. https://www.gndec.ac.in/~igs/ldh/conf/2_010/articles/t136.pdf
- [4] Desalegn, Yitagesu (2012), Developing Correlation between DCP and CBR for Locally Used Subgrade Materials. Masters thesis, Addis Ababa University. <http://thesisbank.jhia.ac.ke/id/eprint/6669>
- [5] Hary, C,H (2010), Perancangan Sistem Cakar Ayam Modifikasi Untuk Perkerasan Jalan Raya, Gajah Mada University Press.
- [6] Helmi., Aprianto., Vivi Bachtiar., (2013), Korelasi Nilai California Bearing Ratio (CBR) Lapangan Dengan Menggunakan Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Dan California Bearing Ratio (CBR) Mekanis, jurnal untan. https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMH_MS/article/viewFile/13977/12517
- [7] I Wayan Sujahtra., I Wayan Redana., Anissa Maria Hidayati.,(2019), Penyusunan Model Rumusan Korelasi Nilai DCP Dengan Nilai CBR Tanah Berbutir Kasar, Jurnal Spektran, Vol. 7, No. 1
- [8] Johnadi R. Purba., Korelasi Antara Hasil Uji Dynamic Cone Penetrometer Dengan Nilai CBR, FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA BANDUNG
- [9] Luckman, Hakim., (2019.), Studi Pengujian CBR Lapangan dengan Uji Langsung dan DCP (Dynamic Cone Penetrometer), Diploma thesis, Universitas Andalas.
- [10] Muhammad Bimo Agung Krestiono, (2021), Analisis Perbandingan Nilai CBR Di Lapangan Dengan Grafik Korelasi DCP (Drop Cone Penetrometer) Dan Perhitungan Fungsi (Studi Kasus Proyek Rekonstruksi Jalan Tol Jagorawi), Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Skripsi.
- [11] Nova, Mariana, Pasaribu., Virgo, Trisep, Haris., Fadrizal, Lubis., (2018), Analisis Nilai CBR pada Pekerjaan Road and Location Construction HW-11C Well 4N-38D dengan Metode Dynamic Cone Penetrometer, Jurnal Teknik, Volume 12, Nomor 2 Oktober 2018 , pp 105–112
- [12] Prissila I L Lengkong., Sartje Monintja., O.B.A. Sompie., J.E.R.Sumampouw., (2013), Hubungan Nilai Cbr Laboratorium Dan Dcp Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Wori–Lukupang Kabupaten Minahasa Utara, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.5, April (368-376) ISSN: 2337-6732
- [13] Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP, Surat Edaran Menteri).
- [14] S. Respati, dan H. Sudraja, “Modul dan Lembar kerja Praktikum Uji Tanah”, Depok : Politeknik Negeri Jakarta, 2017.
- [15] Sylvina, Permatasari, (2021), Hubungan Nilai CBR Laboratorium Dan DCP Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Desa Semisir Kabupaten Kotabaru, TAPAK Vol.10 No. 2, Mei, p-ISSN 2089-2098 <http://u.lipi.go.id/1320332466>.

- [16] Talal Al-Refeai A. Al-Suhaibani, (1997), Prediction of CBR Using Dynamic Cone Penetrometer, Journal of King Saud University - Engineering Sciences Volume 9, Issue 2, 1997, Pages 191-203. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363918306767>
- [17] Tatang, Sumarna., (2015), Pengujian Daya Dukung Lapis Tanah Dasar (Subgrade) Pada Tanah Timbunan Untuk Lapisan Jalan Dengan Alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer), Potensi Jurnal Sipil Politeknik 17, March.