

Analisis Nilai CBR pada Pekerjaan *Road and Location Construction* HW-11C Well 4N-38D dengan Metode *Dynamic Cone Penetrometer*

Nova Mariana Pasaribu¹, Ir. Virgo Trisep Haris, M.T.², Fadrizal Lubis, S.T., M.T.³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: novamariana122@gmail.com, virgo@unilak.ac.id, fadrizal@unilak.ac.id

ABSTRAK

Pekerjaan *Road and Location (RL) Construction* HW-11C Well 4N-38D adalah pekerjaan untuk mempersiapkan lahan yang cukup luas rata-rata berbentuk bujur sangkar di lokasi 4N-38D. Area ini berguna untuk tempat berdirinya alat-alat rig yang beroperasi untuk melakukan pengeboran. Kondisi tanah sekitar lokasi cukup buruk dengan jenis tanah gambut yang cukup tebal. Untuk menghindari timbul efek *destructive* pada alat-alat tersebut, misalnya *tipping*, *stuck*, bahkan amblas maka perlu adanya stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah yang dilakukan secara mekanis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai CBR sesuai standar persyaratan kepadatan tanah dengan menggunakan alat uji DCP. Metode perhitungan yang digunakan disesuaikan dengan pedoman bahan konstruksi bangunan dan rekayasa sipil Departemen Pekerjaan Umum yaitu cara uji CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* konus 30°. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa hasil analisis data pada lima titik pengujian diperoleh nilai CBR mencapai 6%, hal ini membuktikan tercapainya kinerja kualitas hasil pemadatan *subgrade* tanah yang dilakukan.

Kata Kunci : CBR, DCP, Kepadatan Tanah

ABSTRACT

Road and Location (RL) Works Construction The HW-11C Well 4N-38D is a civil job for preparing square-shaped area at 4N-38D locations. This area is useful for the establishment of rig tools that operate for drilling. The condition of the land around the site is poor which the thick peat soil. Avoiding destructive effects of the rig tools, eg tipping, stuck, and even collapsed, accordingly stabilization soil is necessary. The purpose of mechanical stabilization soil can obtain CBR values according to the standard soil density requirements using DCP test. The calculation method is adjusted with the guidance of building construction materials and civil engineering Department of Public Works is a CBR test method with Dynamic Cone Penetrometer (DCP) which use 30° conus. The calculation results on five test points obtained that the data analysis CBR average value on top layer reach up to 6 % which is the quality performance result of compaction subgrade is achieved.

Keywords : CBR, DCP, Soil Density

1. PENDAHULUAN

Setiap tahunnya, PT Chevron Pasific Indonesia melakukan penambahan sumur baru (*new well*) yang nanti diharapkan akan beroperasi. Pekerjaan konstruksi *new well* ini tidak terlepas dari pekerjaan tanah (*earthwork*). Salah satu skop pekerjaan yang dilakukan yaitu pekerjaan *Road & Location (RL) Construction New Well*. Pekerjaan *Road & Location (RL) Construction New Well* adalah pekerjaan untuk mempersiapkan lahan yang cukup luas rata-rata berbentuk bujur sangkar. Area

ini berguna untuk tempat berdirinya alat-alat rig yang beroperasi untuk melakukan pengeboran.

Lokasi 4N-38D merupakan salah satu pekerjaan RL ditahun 2018. Kondisi tanah sekitar lokasi cukup buruk dengan lahan yang sedikit berkontur dan dengan jenis tanah gambut yang cukup tebal. Jarak lokasi dari jalan asfalt CPI sekitar 5,9 km. Jika melihat kondisi lapangan pada lokasi tersebut, alat-alat rig tidak dapat melakukan pengeboran pada kondisi tanah existing walau pembersihan areal sudah dilakukan. Rendahnya daya dukung tanah asli, tidak memungkinkan alat-alat rig

dapat parkir atau berdiam di atas tanah tersebut dalam waktu yang lama untuk melakukan operasi pengeboran jika dipaksakan maka akibatnya akan timbul efek *destructive* pada alat-alat tersebut, misalnya akan berdampak terjadinya *taiping* atau terjungkit, *stuck* atau terjebak, bahkan amblas dan kecelakaan-kecelakaan lainnya dalam pengeboran yang tidak dapat diprediksi karena tidak kokohnya tanah yang diduduki.

Sehingga perlu adanya stabilisasi tanah untuk mengoptimalkan kapasitas daya dukung tanah sehingga tanah mampu menerima tekanan akibat beban lalu lintas yang ada di atasnya tanpa mengalami kerusakan. Braja M. Das (1995) menjelaskan bahwa untuk meningkatkan berat volumenya, tanah timbun dari quarry harus dipadatkan. Hasil pemadatan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kadar air, berat volume kering awal, usaha pemadatan, dan jenis tanah. Hal tersebut juga tertuang pada spesifikasi pekerjaan yang diminta untuk material tanah timbun. Pada *Inspection & Test Plan* yang mengacu pada peraturan ASTM bahwa indeks plastisitas harus berada pada range bernilai 40 LL max dan 25 PI max, dan tanah harus 100 % lewat uji analisa saringan ukuran 6 inch dan 70% tertahan saringan ¾ inch square. Untuk memenuhi beberapa kriteria kelayakan atau spesifikasi tersebut, tanah timbun layak diuji terlebih dahulu di laboratorium tanah.

Untuk memperlihatkan kesesuaian hasil laboratorium dengan pekerjaan pemadatan dilapangan, ada 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. Ada dua macam uji CBR laboratorium diantaranya metode standard atau metode *modified*. Begitu juga ada dua macam uji CBR lapangan yaitu menggunakan metode *truck* atau anker atau metode *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Berdasarkan kontrol parameter pengalaman pekerjaan beberapa lokasi yang telah dikerjakan, nilai CBR yang diterima mencapai nilai minimum rata-rata berada 6 % pada top layer.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Secara geografis letak proyek berlokasi di Duri, Riau. Lokasi yang menjadi objek penelitian adalah Loc. 4N-38D.



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian (sumber : Google Earth, 2018)

Pelaksanaan penyusunan penelitian ini berlangsung selama 2 (dua) bulan yakni dimulai pada bulan Februari 2018 hingga bulan April 2018.

Data dan Ketentuan Perencanaan

Data penelitian ini adalah berupa data primer yang terdiri dari:

1. Catatan hasil observasi
2. Wawancara
3. Studi Literatur

Sedang data sekunder terdiri dari:

1. *Soil Properties Test*
2. *Asbuilt Drawing Pekerjaan Road and Location Construction HW-11C Well 4N-38D*
3. *Inspection and Test Plan*

Standar pengujian lapangan mengacu pada standar SNI 1738:2011 yang dikakukan sampai kedalaman 90 cm dan titik uji diambil sebanyak 5 titik secara random.

Analisis Data

Berikut hasil pengujian DCP di titik 1 pada koordinat 146553.0100 North dan 747689.8531 East:

Tabel 4.1 Pengujian DCP titik 1

Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi	Kumulatif Penetrasi	DCP	CBR
		(mm)	(mm)	(mm/tumbukan)	(%)
1	2	3	4	5	6
0	0	5	0	0,00	0,00
1	1	30	25	25,00	8,02
1	2	52	47	23,50	8,60
1	3	78	73	24,33	8,27
1	4	96	91	22,75	8,92
1	5	127	122	24,40	8,24
1	6	194	189	31,50	6,19

Lanjutan Tabel 4.1 Pengujian DCP titik 1

1	2	3	4	5	6
1	7	220	215	30,71	6,36
1	8	255	250	31,25	6,24
1	9	340	335	37,22	5,13
1	10	355	350	35,00	5,49
1	11	402	397	36,09	5,31
1	12	420	415	34,58	5,57
1	13	445	440	33,85	5,71
1	14	465	460	32,86	5,90
1	15	470	465	31,00	6,30
1	16	510	505	31,56	6,17
1	17	553	548	32,24	6,03
1	18	670	665	36,94	5,17
1	19	680	675	35,53	5,40
1	20	720	715	35,75	5,36
1	21	780	775	36,90	5,18
1	22	790	785	35,68	5,38
1	23	810	805	35,00	5,49
1	24	845	840	35,00	5,49
1	25	894	889	35,56	5,40

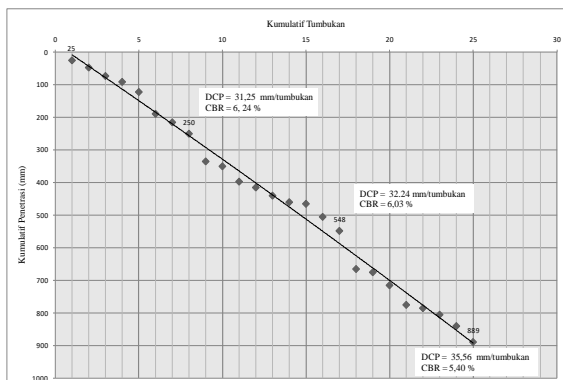
(sumber : hasil pengujian lapangan, 2018)

Dari tabel hasil pengujian DCP tanah timbun diatas dapat dianalisis nilai DCP dan CBR pada titik 1 yakni :

1. Mencari Nilai DCP

Berdasarkan hasil pengujian lapangan diperoleh nilai DCP di titik 1 :

- a. Pada kedalaman 5 – 25,5 cm
DCP (mm) / (tumbukan)
= (25,5 – 5) cm / (8 - 0) tumbukan
= 3,125 cm/tumbukan
- b. Pada kedalaman 25,5 – 55,3 cm
DCP (mm) / (tumbukan)
= (55,3 – 25,5) cm / (17- 8) tumbukan
= 3,224 cm/tumbukan
- c. Pada kedalaman 55,3 – 89,4 cm
DCP (mm) / (tumbukan)
= (89,4 – 55,3) cm / (25 - 17) tumbukan
= 3,556 cm/tumbukan

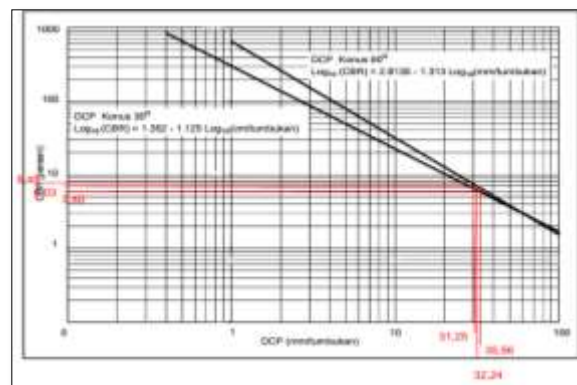


Gambar 4.2 Grafik pengujian DCP titik 1 (sumber : hasil penelitian, 2018)

2. Menentukan CBR (%)

Dengan menggunakan grafik perbandingan CBR dengan DCP dapat diperoleh nilai CBR sebagai berikut :

- a. Pada kedalaman 5 – 25,5 cm
CBR = $10^{(1,352 - 1,125 \times \text{Log}_{10} \text{DCP})}$
= $10^{(1,352 - 1,125 \times \text{Log}_{10} (3,125))}$
= 6,24 %
- b. Pada kedalaman 25,5 – 55,3 cm
CBR = $10^{(1,352 - 1,125 \times \text{Log}_{10} \text{DCP})}$
= $10^{(1,352 - 1,125 \times \text{Log}_{10} (3,224))}$
= 6,03 %
- c. Pada kedalaman 55,3 – 89,4 cm
CBR = $10^{(1,352 - 1,125 \times \text{Log}_{10} \text{DCP})}$
= $10^{(1,352 - 1,125 \times \text{Log}_{10} (3,556))}$
= 5,40 %



Gambar 4.3 Grafik pengujian korelasi DCP dengan CBR titik 1 (sumber : hasil penelitian, 2018)

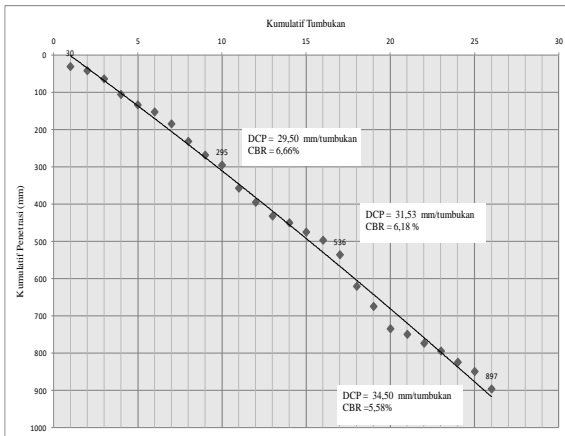
Berikut hasil pengujian DCP dititik 2 pada koordinat 146571.8643 North dan 747707.3269 East:

Tabel 4.2 Pengujian DCP titik 2

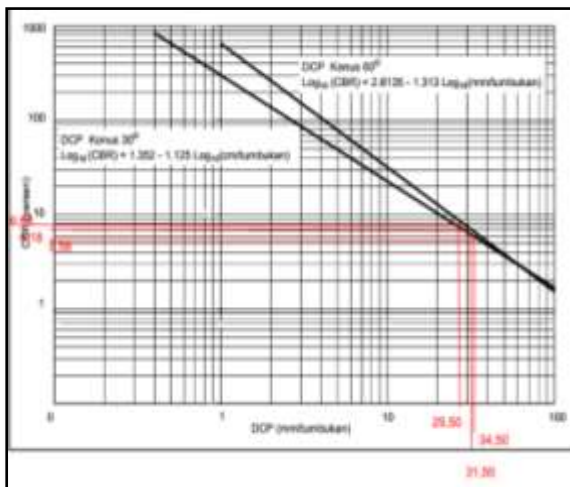
Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
1	2	3	4	5	6
1	1	45	30	30,00	6,53
1	2	56	41	20,50	10,03
1	3	78	63	21,00	9,76
1	4	120	105	26,25	7,59
1	5	148	133	26,60	7,48
1	6	167	152	25,33	7,90
1	7	199	184	26,29	7,58
1	8	246	231	28,88	6,82
1	9	283	268	29,78	6,59

Lanjutan Tabel 4.2 Pengujian DCP titik 2

1	2	3	4	5	6
1	10	310	295	29,50	6,66
1	11	372	357	32,45	5,98
1	12	410	395	32,92	5,89
1	13	447	432	33,23	5,82
1	14	465	450	32,14	6,05
1	15	490	475	31,67	6,15
1	16	512	497	31,06	6,28
1	17	551	536	31,53	6,18
1	18	636	621	34,50	5,58
1	19	690	675	35,53	5,40
1	20	750	735	36,75	5,20
1	21	765	750	35,71	5,37
1	22	789	774	35,18	5,46
1	23	810	795	34,57	5,57
1	24	840	825	34,38	5,61
1	25	865	850	34,00	5,68
1	26	912	897	34,50	5,58



Gambar 4.4 Grafik pengujian DCP titik 2 (sumber : hasil penelitian, 2018)



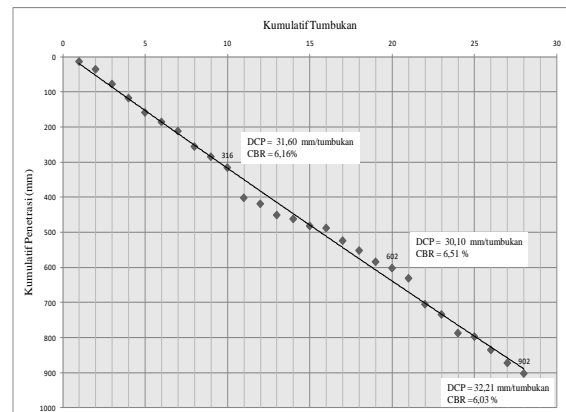
Gambar 4.5 Grafik pengujian korelasi DCP dengan CBR titik 2 (sumber : hasil penelitian, 2018)

Berikut hasil pengujian DCP di titik 3 pada koordinat 146571.8672 North dan 747739.8230 East:

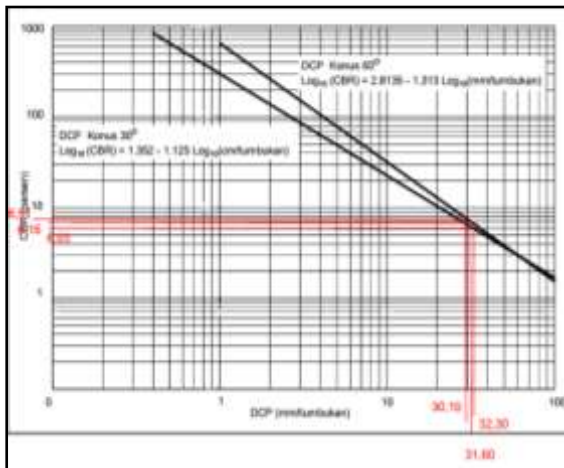
Tabel 4.3 Pengujian DCP titik 3

Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
1	1	32	14	14,00	15,40
1	2	54	36	18,00	11,61
1	3	96	78	26,00	7,68
1	4	136	118	29,50	6,66
1	5	177	159	31,80	6,12
1	6	204	186	31,00	6,30
1	7	230	212	30,29	6,47
1	8	274	256	32,00	6,08
1	9	303	285	31,67	6,15
1	10	334	316	31,60	6,16
1	11	420	402	36,55	5,23
1	12	437	419	34,92	5,51
1	13	469	451	34,69	5,55
1	14	480	462	33,00	5,87
1	15	500	482	32,13	6,05
1	16	506	488	30,50	6,41
1	17	542	524	30,82	6,34
1	18	570	552	30,67	6,38
1	19	602	584	30,74	6,36
1	20	620	602	30,10	6,51
1	21	649	631	30,05	6,52
1	22	723	705	32,05	6,07
1	23	752	734	31,91	6,10
1	24	805	787	32,79	5,91
1	25	815	797	31,88	6,10
1	26	853	835	32,12	6,05
1	27	890	872	32,30	6,01
1	28	920	902	32,21	6,03

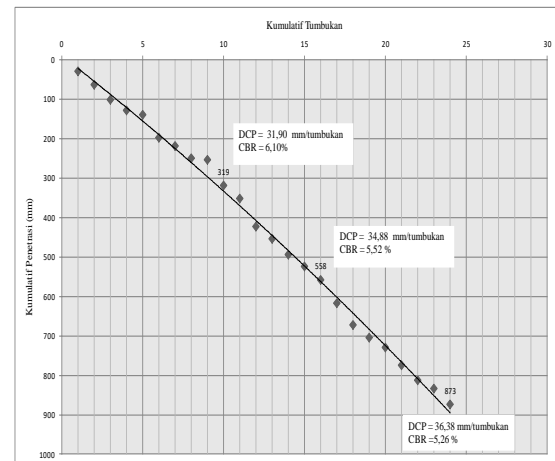
(sumber : hasil pengujian lapangan, 2018)



Gambar 4.6 Grafik pengujian DCP titik 3 (sumber : hasil penelitian, 2018)



Gambar 4.7 Grafik pengujian korelasi DCP dengan CBR titik 3
(sumber : hasil penelitian, 2018)



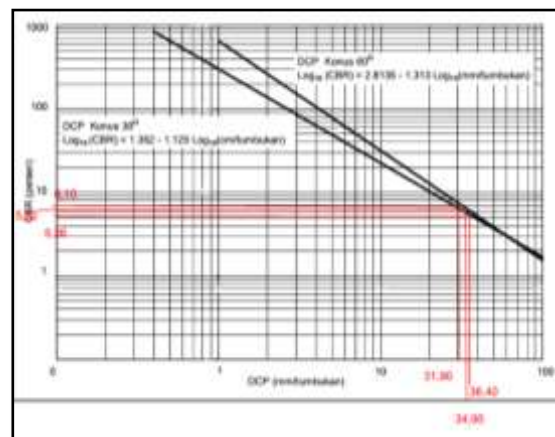
Gambar 4.8 Grafik pengujian DCP titik 4
(sumber : hasil penelitian, 2018)

Berikut hasil pengujian DCP dititik 4 pada koordinat 146534.1497 North dan 747739.8264 East:

Tabel 4.4 Pengujian DCP titik 4

Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
1	1	36	30	30,00	6,53
1	2	70	64	32,00	6,08
1	3	108	102	34,00	5,68
1	4	135	129	32,25	6,02
1	5	146	140	28,00	7,06
1	6	204	198	33,00	5,87
1	7	225	219	31,29	6,23
1	8	256	250	31,25	6,24
1	9	260	254	28,22	7,00
1	10	325	319	31,90	6,10
1	11	358	352	32,00	6,08
1	12	429	423	35,25	5,45
1	13	460	454	34,92	5,51
1	14	500	494	35,29	5,44
1	15	530	524	34,93	5,51
1	16	564	558	34,88	5,52
1	17	623	617	36,29	5,27
1	18	678	672	37,33	5,11
1	19	710	704	37,05	5,15
1	20	735	729	36,45	5,25
1	21	780	774	36,86	5,18
1	22	818	812	36,91	5,18
1	23	839	833	36,22	5,29
1	24	879	873	36,38	5,26

(sumber : hasil pengujian lapangan, 2018)



Gambar 4.9 Grafik pengujian korelasi DCP dengan CBR titik 4
(sumber : hasil penelitian, 2018)

Berikut hasil pengujian DCP dititik 5 pada koordinat 146534.1497 North dan 747707.3217 East:

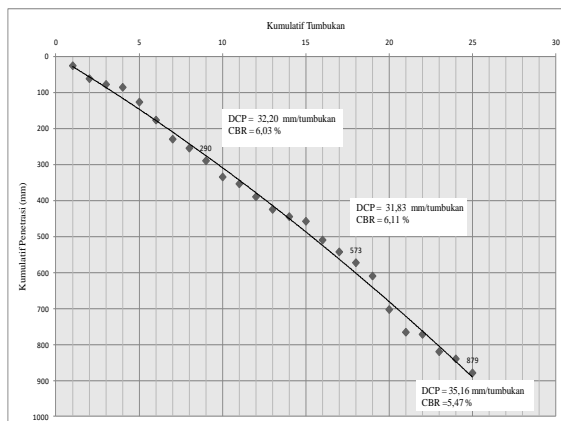
Tabel 4.5 Pengujian DCP titik 5

Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
1	2	3	4	5	6
1	1	46	26	26,00	7,68
1	2	82	62	31,00	6,30
1	3	98	78	26,00	7,68
1	4	106	86	21,50	9,51
1	5	147	127	25,40	7,88
1	6	197	177	29,50	6,66
1	7	250	230	32,86	5,90
1	8	275	255	31,88	6,10
1	9	310	290	32,22	6,03

Lanjutan Tabel 4.5 Pengujian DCP titik 5

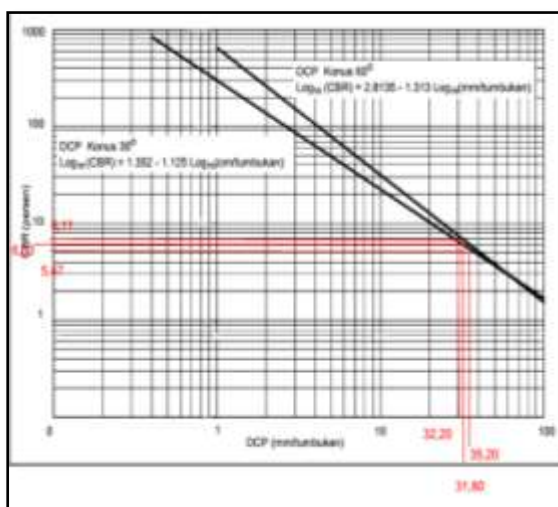
1	2	3	4	5	6
1	10	355	335	33,50	5,77
1	11	374	354	32,18	6,04
1	12	410	390	32,50	5,97
1	13	445	425	32,69	5,93
1	14	465	445	31,79	6,12
1	15	478	458	30,53	6,41
1	16	530	510	31,88	6,10
1	17	563	543	31,94	6,09
1	18	593	573	31,83	6,11
1	19	630	610	32,11	6,05
1	20	723	703	35,15	5,47
1	21	786	766	36,48	5,24
1	22	792	772	35,09	5,48
1	23	840	820	35,65	5,38
1	24	860	840	35,00	5,49
1	25	899	879	35,16	5,47

(sumber : hasil pengujian lapangan, 2018)



Gambar 4.10 Grafik pengujian DCP titik 5

(sumber : hasil penelitian, 2018)



Gambar 4.11 Grafik Pengujian korelasi DCP dengan CBR titik 5

(sumber : hasil penelitian, 2018)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari hasil pengujian DCP kelima titik diatas menerangkan bahwa tanah ini memenuhi syarat kekuatan tanah yang dipadatkan sebagai subgrade karena nilai daya dukung tanah (CBR) pada top layer 5 % - 10 % (Turnbul, 1968). Berikut hasil CBR pada top layer pada pekerjaan *Road and Location* (RL):

Tabel 4.6 Nilai CBR pada top layer pekerjaan RL

Titik	1	2	3	4	5
CBR	6,24 %	6,66 %	6,16 %	6,10 %	6,03 %

(sumber : hasil penelitian, 2018)

Pembahasan

Dari hasil pengujian DCP di kelima titik yang ditentukan, didapat kenaikan daya dukung tanah dasar melalui peningkatan nilai CBR tanah sebesar 6%. Peningkatan nilai CBR tanah dilakukan dengan cara pemadatan. Sebelum pemadatan, dilakukan pemotongan tanah humus (*top soil*) setebal 1 m. Kemudian tanah dipadat dengan compactor dan dites DCP.

Dari hasil analisa data DCP di titik 1 didapat jumlah penetrasi sebanyak 894 dengan kumulatif pukulan sebanyak 25 kali. Pada kedalaman 5 - 255 mm dengan ketebalan lapis 250 mm, nilai DCP yang terjadi 32,24 mm/blows dan nilai CBR yang terjadi adalah 6,03 %. Data DCP di titik 2 didapat jumlah penetrasi sebanyak 912 dengan kumulatif pukulan sebanyak 26 kali. Pada kedalaman 15 - 310 mm dengan ketebalan lapis 295 mm, nilai DCP yang terjadi 29,5 mm/blows dan nilai CBR yang terjadi adalah 6,66 %. Data DCP di titik 3 didapat jumlah penetrasi sebanyak 920 dengan kumulatif pukulan sebanyak 28 kali. Pada kedalaman 18 - 334 mm dengan ketebalan lapis 316 mm, nilai DCP yang terjadi 31,60 mm/blows dan nilai CBR yang terjadi adalah 6,16 %. Data DCP di titik 4 didapat jumlah penetrasi sebanyak 879 dengan kumulatif pukulan sebanyak 24 kali. Pada kedalaman 6 - 325 mm dengan ketebalan lapis 319 mm, nilai DCP yang terjadi 31,90 mm/blows dan nilai CBR yang terjadi adalah 6,10 %. Data DCP di titik 5 didapat jumlah penetrasi sebanyak 899 dengan kumulatif pukulan sebanyak 25 kali. Pada kedalaman 20 - 310 mm dengan ketebalan lapis 290 mm, nilai DCP yang terjadi 32,22 mm/blows dan nilai CBR yang terjadi adalah 6,03 %.

Dari kelima titik diatas didapat rata-rata nilai CBR *subgrade* sebesar 6,24% pada top layer setelah dilakukan penimbunan. Hal ini yang membedakan dengan penelitian terdahulu oleh Sriharyani, L. (2016) yakni hanya mencari kedalaman nilai daya dukung tanah atau permukaan pada CBR 6% sebelum dilakukan penimbunan

sedangkan tanah dasar yang ditimbun kembali juga perlu dilakukan pengujian nilai daya dukung tanah karena daya dukung tanah sangat mempengaruhi kekuatan dan keawetan dari suatu konstruksi yang ada di atasnya. Dengan demikian tanah dasar mampu memikul beban suatu konstruksi yang berada di atasnya. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui CBR 6% pada lapis atas (*top layer*) menggunakan alat DCP setelah penimbunan dilakukan di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah ini memenuhi syarat kekuatan tanah yang dipadatkan sebagai *subgrade* karena nilai daya dukung tanah (CBR) pada *top layer* 5% - 10% (Kusuma, R I. dkk, 2016)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, yang dilakukan di Lokasi *Well* 4N-38D Duri, Pekanbaru maka dapat ditarik kesimpulan yaitu dari hasil analisis data pada lima titik pengujian diperoleh nilai CBR mencapai 6%. Hal ini membuktikan tercapainya kinerja kualitas hasil pemadatan *subgrade* tanah yang dilakukan. Berikut nilai DCP dan CBR pada kelima titik yang dirangkum pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil nilai DCP dan CBR di lokasi *Well* 4N-38D

Titik	1	2	3	4	5
Kedalaman (mm)	5 - 255	15 - 310	18 - 334	6 - 325	20 - 310
Banyak Pukulan	8	10	10	10	9
DCP (mm/blows)	32,24	29,50	31,60	31,90	32,22
CBR (%)	6,24	6,66	6,16	6,10	6,03

(Sumber : Analisa data perhitungan, 2018)

Saran

Berdasarkan hasil pengujian, analisis dan pembahasan yang dilakukan maka saran yang dapat diberikan penulis adalah :

1. Sebaiknya terlebih dahulu mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan penggunaan alat DCP sebab untuk kepentingan yang berbeda maka tabel perhitungan dan juga grafik korelasi CBR yang digunakan juga akan berbeda.
2. Sebelum memulai pekerjaan sebaiknya pemilihan alat berat dan metode pekerjaan perlu diperhatikan agar pekerjaan dapat berjalan lancar serta menguntungkan pihak kontraktor.
3. Pada pekerjaan ini dibutuhkan titik pengujian yang cukup untuk mewakili data kepadatan tanah. Bagi pihak owner, semakin banyak data titik uji yang disetujui untuk dikerjakan kontraktor semakin mewakili nilai CBR tanah namun juga adanya penambahan biaya yang harus dikeluarkan.

4. Dengan penggunaan alat DCP sebagai pengujian kepadatan tanah sangat tepat karena pengujiannya cepat dan cukup mudah untuk dapat dilakukan bahkan aman dan tidak mengganggu masyarakat sekitar lingkungan pekerjaan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu, ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak Hamzah, S.T., M.T., P.hd. Selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Fadrizal Lubis, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Penguji
3. Bapak Ir. Virgo Trisep Haris, M.T selaku Dosen Pembimbing I .
4. Bapak Zainuri, S.T., M.T., Ibu Shanti Wahyuni M, S.T., M.Eng., dan Ibu Gusneli Yanti, S.T., M.T selaku Tim Penguji.
5. Pihak PT Rifansi Dwi Putra beserta rekan-rekan kerja.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S J. dkk. 2015. Hubungan Nilai CBR dan Sand Cone Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Lentur Jalan. *Jurnal Teknik Sipil* Volume 5 Nomor 1: 21-31
- Das, M. dkk.1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid 1*. Surabaya: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil : Cara Uji CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)
- Hardiyatmo, C. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Kusuma, R I. dkk. 2016. Tinjauan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah (Studi Kasus Jalan Carengang Kabupaten Serang). *Jurnal Teknik Sipil* Volume 5 Nomor 2: 30-39
- Lengkong, P. dkk. 2013. Hubungan Nilai CBR Laboratorium dan DCP Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Wori-Lingkupun Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Teknik Sipil* Volume 1 Nomor 5: 368-376
- Redana, I W. 2011. *Mekanika Tanah 1. Edisi ke enam*. Denpasar: Udayana University Press
- Shalahuddin, M. 2012. Varian CBR Yang Mewakili Terhadap Kedalaman Uji DCP. *Jurnal Teknik Sipil* Volume 4 Nomor 2: 65-70
- Soedarmo, G D. 1993. *Mekanika Tanah 1*. Malang: Kanisius

- Sukirman, S 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova
- Syahrudin, A. 2010. Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknik Sipil* Volume 2 Nomor 1 : 52 - 59
- Wesley, L.D. 1977. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum