

EVALUASI NILAI CBR LAPANGAN LAPISAN TANAH DASAR DAN CBR LABORATORIUM PADA PEKERJAAN JALAN LINGKUNGAN DENGAN ASPHALT HOTMIX DAN DRAINASE DI AREA GEDUNG OPERASIONAL 1 PAKET KANTOR OTORITAS BANDARA UDARA WILAYAH VII MANADO

Richard Wempie Vicky Uguy*¹, Yosua Richard Dwiputra Elias¹

¹Program Studi Teknik Sipil; Fakultas Teknik

¹Universitas Katolik De La Salle Manado; Kombos Kairagi I Manado, Telp (0431)871957

e-mail: *¹ruguy@unikadelasalle.ac.id, ¹16014020@unikadelasalle.ac.id

Abstrak – Tanah merupakan salah satu komponen yang sangat berpengaruh terhadap ketahanan suatu struktur perkerasan jalan. Tanah yang memiliki kepadatan yang tinggi sangat baik untuk dijadikan dasar suatu struktur. Untuk mengetahui tingkat kepadatan suatu tanah maka perlu dilakukan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Pengujian CBR sendiri dibagi menjadi 2 yaitu CBR Lapangan dilaksanakan dengan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) pada tanah dasar dan CBR Laboratorium. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengevaluasi nilai CBR Lapangan lapisan tanah dasar yang diperoleh dengan alat DCP dengan nilai CBR Laboratorium sampel tanah dari Jalan Ringroad I Kota Manado pada Pekerjaan Jalan Lingkungan Dengan Asphalt Hotmix dan Drainase di Area Gedung Operasional 1 paket Kantor Otoritas Bandara Udara Wilayah VII Manado. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado untuk pengujian CBR laboratorium dan pengujian CBR lapangan dilaksanakan oleh Tim Penguji dari Laboratorium Uji Tanah Politeknik Negeri Manado. Hasil nilai CBR Lapangan tanah dasar rata-rata yaitu : 7,49% dan nilai CBR Laboratorium tanah dari Jalan Ringroad I Kota Manado yaitu : 22,50%. Dapat disimpulkan Tanah Dasar di lokasi pekerjaan memiliki kondisi sedang atau tidak buruk. Disarankan jenis tanah dari Jalan Ringroad I Kota Manado direkomendasi sebagai bahan pengganti atau dilakukan pencampuran dengan tanah asli yang memiliki nilai CBR rendah untuk mendapatkan nilai daya dukung yang optimal sehingga berpengaruh pada ketahanan suatu struktur perkerasan jalan.

Kata Kunci— CBR, Tanah Dasar, Perkerasan Jalan

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi perkerasan jalan. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau di dekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat

masing-masing jenis tanah tergantung dari tekstur, kepadatan, kadar air, kondisi lingkungan dan lain sebagainya.

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Proses pekerjaan konstruksi teknik sipil selalu didasari pada data-data penyelidikan lapangan, misalnya konstruksi jalan raya dimana dalam perencanaannya sangat bergantung pada data CBR (*California Bearing Ratio*) tanah. Metode CBR mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Hal ini digunakan sebagai metode perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) suatu jalan. Tebal suatu bagian perkerasan ditentukan oleh nilai CBR. Penelitian ini akan dilakukan untuk mengetahui nilai CBR Lapangan lapisan tanah dasar dan CBR Laboratorium sampel tanah dari Jalan Ringroad I Kota Manado pada pekerjaan jalan lingkungan dengan Asphalt Hotmix dan Drainase di area Gedung Operasional 1 paket Kantor Otoritas Bandara Udara Wilayah VII Manado.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1. Pengertian Tanah

Asal-usul tanah terjadi karena pelapukan batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat proses mekanis dan kimia. Pelapukan mekanis disebabkan oleh memuai dan menyusutnya batuan oleh perubahan panas dan dingin yang berkelanjutan sehingga menyebabkan hancurnya batuan tersebut. Bila temperatur udara menjadi sangat dingin, air menjadi membeku di sekitar batu dan akan menyebabkan volumenya akan memuai yang menghasilkan tekanan yang cukup besar untuk memecahkan batuan tersebut dalam jangka waktu yang cukup lama. Selain itu air yang mengalir di sungai dapat menyebabkan gerusan pada batuan tersebut. Dalam mekanis tidak terjadi perubahan susunan kimiawi dari mineral batuan tersebut. Pada proses pelapukan kimia mineral batuan induk diubah menjadi mineral-mineral baru melalui reaksi kimia. Proses pelapukan mengubah batuan padat yang besar menjadi batuan yang lebih kecil berukuran sekitar batu besar (*boulder*) sampai tanah yang sangat kecil sekali.

Tanah merupakan akumulasi partikel mineral atau ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig,1991).

2.1.2. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut (Das,1995).

2.2. Pemadatan Tanah

2.2.1. Definisi Pemadatan

Proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tersebut lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dengan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. Usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (padat saat dipadatkan) meningkat (Prihatono 2011).

2.2.2. Pengujian Pemadatan Standar

Untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan pemadatan, maka umumnya dilakukan pengujian pemadatan. Protocol dalam Hardiyatmo (2002), telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering yang padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya salah satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya (γ_{dmaks}). Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \tag{1}$$

2.3. California Bearing Ratio (CBR)

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

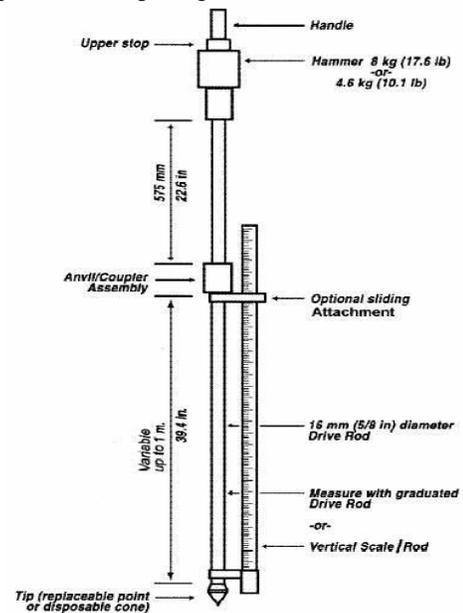
2.3.1. Kegunaan CBR

Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk menentukan tebal lapisan perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

2.3.2. Jenis CBR

2.3.2.1. CBR lapangan atau disebut juga CBR in place atau field CBR.

Terdapat berbagai cara untuk menghitung CBR Lapangan, contohnya *soil grading*, atau dari data plastisitas tanah. Keterbatasan akses transportasi dan ketersediaan peralatan pengujian mengakibatkan cara-cara tersebut sulit untuk diterapkan. Alternatif alat yang dapat digunakan untuk kondisi lapangan yang demikian adalah Penetrasi Kerucut Dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer*), yaitu alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan lapisan granular dan tanah dasar dari perkerasan jalan secara tepat. Alat penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku, seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

2.3.2.2. CBR titik atau disebut juga CBR laboratorium atau design CBR.

CBR Laboratorium dibagi menjadi dua yaitu pengujian basah (*Soaked*) dan pengujian kering (*Unsoaked*). Metode pengujian CBR laboratorium mengikuti SK SNI 03-1744-1989.

Alat percobaan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inch. Piston digerakkan dengan kecepatan 0,05 inch/menit, vertikal ke bawah. *Proving Ring* digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial).

Berikut ini adalah tabel beban yang digunakan untuk melakukan penetrasi beban standar :

Tabel 1.
Beban Penetrasi Beban Standar

Penetrasi (inch)	Beban Standar (lbs)
0.1	3000
0.2	4500

Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2”, yaitu dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{CBR } 0,1'' = x / 3000 \times 100\% = a \% \quad (2)$$

$$\text{CBR } 0,2'' = x / 4500 \times 100\% = b \% \quad (3)$$

Nilai CBR adalah nilai yang terbesar antara a dan b.

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terkecil di antara hasil perhitungan kedua nilai CBR di atas.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan yaitu sampel tanah yang berupa tanah anorganik dari Jalan *Ringroad* Kecamatan Malendeng Kota Manado.

3.2. Pelaksanaan Pengujian

3.2.1 Pengujian CBR Laboratorium

Metode pengambilan sampel yaitu pada tanah terganggu (*disturb sample*). Identifikasi dilakukan secara visual dan selanjutnya sampel tanah di bawah ke Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisis, yang meliputi pemeriksaan kadar air, batas-batas *Atterberg*, berat jenis dan gradasi. Selanjutnya dilakukan pula uji kepadatan guna untuk mendapatkan kepadatan kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (ω_{opt}). Metode yang digunakan pada pemeriksaan ini mengacu pada metode pemadatan berat untuk tanah cara D (*modified proctor compaction test*). Berdasarkan kadar air optimum, maka dibuatlah benda uji untuk pemeriksaan CBR. Dalam penelitian ini digunakan metode CBR rendaman.

3.2.2 Pengujian CBR Lapangan

Pelaksanaan pengujian CBR lapangan dengan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dilakukan oleh tim pengujian dari Laboratorium Uji Tanah Politeknik Negeri Manado di lokasi pekerjaan jalan kompleks perumahan otoritas bandara wilayah VII Kecamatan Mapanget Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara.

Berikut pengujian fisik yang dilakukan pada sampel tanah dari Jalan *Ringroad* 1 Kota Manado :

3.3.1. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui jumlah perbandingan banyaknya air dalam sampel tanah tersebut. Hasil dari pengujian ini memisahkan antara berat air yang terkandung dalam sampel tanah dan berat tanah kering. Dengan rumus yang digunakan :

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (5)$$

3.3.2. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui presentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No.200.

3.3.3. Pengujian Batas *Atterberg*

Pengujian batas *Atterberg* bertujuan untuk mengetahui batas plastis dan cair dari suatu sampel tanah. Pengujian ini berhubungan langsung dengan kapasitas tanah menyerap air hingga memungkinkan tanah itu sendiri memiliki sifat plastis dan cair. Pengujian yang dilakukan yaitu :

3.3.3.1. Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit Test*)

3.3.3.2. Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit Test*).

3.3.4. Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah yang lolos saringan No. 200 dengan menggunakan picnometer, rumus yang digunakan :

$$G_s = \frac{W_s}{W_w1 - W_w2} \quad (6)$$

3.3.5. Pengujian Pemadatan Tanah Standar

Pengujian ini bertujuan untuk mencapai kepadatan maksimum suatu sampel tanah yang diuji dengan cara ditumbuk dan menganalisa hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah.

3.3.6. Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR dengan mengetahui kuat hambatan campuran tanah terhadap penetrasi kadar air optimum. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian CBR laboratorium dengan rendaman (*soaked design CBR*). Metode yang digunakan pada pemeriksaan ini mengacu pada metode pemadatan berat untuk tanah cara D *Modified*. Pemeriksaan CBR dilakukan dengan cara CBR rendaman terhadap tiga buah benda uji yang telah dipadatkan dalam kondisi kadar air optimum dengan jumlah tumbukan masing-masing benda uji yaitu 10,35 dan 65 tumbukan.

3.3. Uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) di Lapangan

DCP bertujuan untuk mengetahui hambatan atau perlawanan tanah terhadap penetrasi di lapangan yang bekerja secara dinamis.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian Sampel Tanah

4.1.1. Uji Kadar Air

Kadar air yang terkandung dalam setiap sampel berbeda. Pada cawan 2 dan 3 yang dilakukan pengujian menghasilkan kadar air terbesar yaitu 7.3% dan kadar air terkecil yaitu 7.29% sehingga menghasilkan kadar air rata-rata sebesar 7.29%.

Tabel 2.
Pengujian Kadar Air

No. Cawan	1	2
Berat tanah basah + cawan	1060.03	162.33
Berat tanah kerin + cawan	994.88	157.91
Berat air	65.15	4.42
Berat cawan	101.09	97.35
Berat tanah kering	893.79	60.56
Kadar air	7.29	7.3
Kadar air rata-rata (%)	7.29	

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

4.1.2. Uji Berat Jenis (Gs)

Hasil pengujian dari masing-masing sampel memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dengan BJ (Berat jenis) dari sampel 1 yaitu 2.43 dan BJ (Berat jenis) dari sampel 2 yaitu 2.42 yang jika dirata-ratakan akan mengeluarkan hasil BJ (Berat jenis) rata-rata yaitu 2.42.

Tabel 3.
Pengujian Berat Jenis

Flaks no.	1	2
Berat flaks W1	27.09	35.39
Berat flaks + tanah kering W2	94.83	90
Berat tanah kering WS = W2-W1	67.74	54.61
Berat flaks + tanah kering + air W3	166.61	167.37
Berat flaks + air W4	126.81	135.43
Temperatur (°C)	29	29
Faktor koreksi temperature (K)	0.9995	0.9995
Berat flaks + air terkoreksi (W5)	126.75	135.36
Berat jenis tanah $WS/[(W5-W1)-(W3-W2)]$	2.43	2.42
Berat jenis tanah rata-rata (Gs)	2.42	

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

4.1.3. Uji Batas Atterberg

Menurut Hardiyatmo, 2002, nilai indeks plastisitas akan dikatakan baik jika rata-rata plastisitasnya kurang dari 17%. PI atau plasticity index yang didapatkan dari sampel yaitu 13.7%.

Tabel 4.
Pengujian Kadar air

Uraian	Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	
		1	2
No. Container			
Berat tanah basah + cont. (gr)	107.81	18.93	16.82
Berat tanah kering + cont. (gr)	95.44	16.91	15.32
Berat container (gr)	66.46	9.46	9.85
Berat tanah kering (gr)	28.98	7.45	5.47
Berat air (gr)	12.37	2.02	1.5
Kadar air, w (%)	42.68	27.05	27.52
Kadar air rata-rata (%)		27.28	
Jumlah ketukan, N	16		

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

Tabel 5.
Pengujian Batas Cair (Liquid Limit Test)

Number of Blows	Factor	Number of Blows	Factor	Number of Blows	Factor
15	0.95	22	0.99	29	1.01
16	0.96	23	0.99	30	1.02
17	0.96	24	0.99	31	1.02
18	0.97	25	1	32	1.02
19	0.97	26	1	33	1.02
20	0.98	27	1.01	34	1.03
21	0.98	28	1.01	35	1.03

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

Tabel 6.
Pengujian Batas Susut

Mould	A
Panjang Sampel Basah (L0) (mm)	251
Panjang Sampel Kering (LD) (mm)	233
Linear Shrinkage (LS) (%)	7.17

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

Liquid Limit (LL)	=	40.98%
Plastic Limit (PL)	=	27.28%
Plasticity Index (PI)	=	13.70%
Linear Shrinkage (LS)	=	7.17%

4.1.4. Uji Analisis Saringan

Dari data hasil uji analisis saringan dapat dilihat bahwa persentase lolos saringan terkecil adalah 10.91% dan nilai persentase lolos saringan terbesar adalah 43.25%.

Tabel 7.
Pengujian Analisis Saringan

No Ayakan	Uk. Ayakan	Berat Ayakan	Berat Ayakan + Tertahan	Tertahan		%Kumulatif	
				Gram	%	Tertahan	Lolos
4	4.75	749.42	1195.59	446.17	56.75	56.75	43.25
10	2	678.66	749.26	70.6	8.98	65.73	34.27
20	0.84	632.41	689.57	57.16	7.27	73	27
40	0.42	546.18	597.79	51.61	6.56	79.57	20.43
80	0.18	515.88	571.51	55.63	7.08	86.64	13.36
100	0.15	511.41	517.31	5.9	0.75	87.39	12.61
200	0.08	487.55	500.86	13.31	1.69	89.09	10.91

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

4.2. Data Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah dengan metode pemadatan standar diperoleh hasil :

4.2.1. Kadar air optimum tanah (ω) sebesar 13.85%.

Kadar air optimum adalah kadar air dimana harga berat volume kering maksimum tanah telah dicapai. Setelah mencapai kadar air tertentu, adanya penambahan kadar air

justu cenderung akan menurunkan berat volume kering dari tanah. Hal ini disebabkan karena air tersebut menempati ruang-ruang pori dalam tanah yang sebenarnya dapat ditempati oleh partikel padat dari tanah (Das, 1989).

4.2.2. Berat volume kering maksimum (γ_d) sebesar 1.84 gr/cm^3 .

Berat volume kering maksimum merupakan berat tanah kering tanpa kadar air dengan kepadatan maksimum. Satuan dalam penggambaran γ_d adalah gr/cm^3 .

Tabel 8.
Hubungan Berat Isi Kering dengan Kadar Air

Data Pemadatan Awal					
Sampel No.	1	2	3	4	5
Berat Isi Kering (gr/cm^3)	1.74	1.82	1.84	1.77	1.71
Kadar Air (w) %	8.4	10.45	13.85	16.47	18.16

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

4.3. Data Hasil Pengujian CBR Rendaman (Soaked CBR)

Hasil nilai CBR dari grafik didapat untuk 15x Tumbukan : 7.78 %, 25x Tumbukan : 14.67 %, dan 56x Tumbukan : 27.11 % Setelah diperoleh nilai CBR untuk masing-masing jumlah tumbukan maka dibuat grafik hubungan antara kepadatan kering CBR dan kemudian untuk mendapatkan CBR laboratorium pada kepadatan kering 95% maka grafik tersebut dihubungkan dengan kurva pemadatan, selanjutnya dari hubungan pemadatan dan CBR diperoleh CBR desain = 100 %. Berdasarkan hasil tersebut maka didapat nilai CBR desain 100 % yaitu 22.5%.

Tabel 9.
CBR-1 15x Tumbukan

Waktu		Penetrasi		Bacaan	Kalibrasi	Beban (lb)	Tegangan (lb/in^2)
(min)	(sec)	(inch)	(mm)	(div)			
0	0	0	0	0	9.68	0	0
0.5	30	0.025	0.635	3	9.68	29.4	10.58
1	60	0.05	1.27	7	9.68	67.76	24.68
1.5	90	0.075	1.905	11	9.68	106.48	38.79
2	120	0.1	2.54	14	9.68	135.52	49.37
2.5	150	0.125	3.175	22	9.68	212.96	77.58
3	180	0.15	3.81	28	9.68	271.04	98.74
3.5	210	0.175	4.445	33	9.68	319.44	116.37
4	240	0.2	5.08	38	9.68	367.84	134
6	360	0.3	7.62	55	9.68	532.4	193.95
8	480	0.4	10.16	67	9.68	648.56	236.26
10	600	0.5	12.7	78	9.68	755.04	275.05
Penetration					0.1 inch	0.2 inch	
CBR value					4.52%	8.17%	

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

Tabel 10.
CBR-2 35x Tumbukan

Waktu		Penetrasi		Bacaan	Kalibrasi	Beban (lb)	Tegangan (lb/in^2)
(min)	(sec)	(inch)	(mm)	(div)			
0	0	0	0	0	9.68	0	0
0.5	30	0.025	0.635	5	9.68	48.4	17.63
1	60	0.05	1.27	11	9.68	106.48	38.79
1.5	90	0.075	1.905	20	9.68	193.6	70.53
2	120	0.1	2.54	32	9.68	309.76	112.84
2.5	150	0.125	3.175	41	9.68	396.88	144.58
3	180	0.15	3.81	54	9.68	522.72	190.42
3.5	210	0.175	4.445	63	9.68	609.84	222.16
4	240	0.2	5.08	71	9.68	687.28	250.37
6	360	0.3	7.62	97	9.68	938.96	342.05
8	480	0.4	10.16	114	9.68	1103.52	402
10	600	0.5	12.7	122	9.68	1180.96	430.21
Penetration					0.1 inch	0.2 inch	
CBR value					10.33%	15.27%	

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

Tabel 11.
CBR-3 65x Tumbukan

Waktu		Penetrasi		Bacaan	Kalibrasi	Beban (lb)	Tegangan (lb/in^2)
(min)	(sec)	(inch)	(mm)	(div)			
0	0	0	0	0	9.68	0	0
0.5	30	0.025	0.635	8	9.68	77.4	28.21
1	60	0.05	1.27	18	9.68	174.24	63.47
1.5	90	0.075	1.905	27	9.68	261.36	95.21
2	120	0.1	2.54	43	9.68	416.24	151.63
2.5	150	0.125	3.175	56	9.68	542.08	197.47
3	180	0.15	3.81	90	9.68	871.2	317.37
3.5	210	0.175	4.445	116	9.68	1122.88	409.05
4	240	0.2	5.08	135	9.68	1306.8	476.05
6	360	0.3	7.62	212	9.68	2052.16	747.58
8	480	0.4	10.16	285	9.68	2758.8	1005
10	600	0.5	12.7	330	9.68	3194.4	1163.69
Penetration					0.1 inch	0.2 inch	
CBR value					13.87%	29.04%	

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

Tabel 12.
CBR Desain

Metode Pemadatan	Direndam		
	15 tumbukan	25 tumbukan	56 tumbukan
berat isi kering (gr/cm^3)	1.72	1.78	1.87
CBR (%)	7.78	14.67	27.11

Sumber : Laporan Hasil Uji Laboratorium Tanah Timbunan CV. Anugerah, Laboratorium Uji Material Politeknik Negeri Manado, Juli 2019

4.4. Pengujian Skala Penetrasi Konus Dinamis (Dynamic Conus Penetrometer) Terhadap Tanah Asli di Lapangan Untuk Menentukan Nilai CBR Lapangan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuat hambatan atau perlawanan tanah (*subgrade*) terhadap penetrasi dinamis di lapangan, sampai kedalaman maksimum 900 mm dan untuk menentukan nilai CBR Lapangan. Dari hasil laporan

pengujian DCP yang dilakukan dari Tim Politeknik Negeri Manado diperoleh hasil nilai CBR rata-rata yaitu : 17.49%.

[6] Laboratorium Uji Tanah, 2019, *Laporan Hasil Pengujian DCP CV. Anugerah*, Politeknik Negeri Manado.

4.5. Analisa Hasil Pengujian Nilai CBR Lapangan dan Nilai CBR Laboratorium Rendaman (Soaked CBR)

Evaluasi nilai CBR lapangan rata-rata tanah dasar kondisi sedang atau tidak buruk yaitu 7.49%, dari 10 titik pengujian terdapat 5 (lima) titik yang memiliki nilai CBR kurang dari 5% atau nilai CBR kategori buruk. Untuk hasil nilai CBR Laboratorium sampel tanah dari Jalan *Ringroad* 1 Kota Manado diperoleh 22.50% atau nilai CBR kategori baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian CBR Lapangan dengan alat DCP diperoleh bahwa nilai CBR Lapangan untuk tanah dasar di lokasi pekerjaan termasuk kategori sedang atau tidak buruk dengan nilai CBR rata-rata : 7.49%.
2. Dari hasil pengujian CBR Laboratorium sampel tanah dari Jalan *Ringroad* 1 Kota Manado diperoleh nilai CBR laboratorium atau CBR desain 22.5%. Tanah tersebut termasuk kategori baik.

B. Saran

1. Tanah dasar pada beberapa titik lokasi yang bernilai CBR kurang dari 5% perlu dilakukan perbaikan atau pencampuran dengan material tanah yang memiliki kualitas nilai CBR yang lebih baik.
2. Dari hasil pengujian diketahui bahwa nilai CBR Laboratorium sampel tanah dari Jalan *Ringroad* Kota Manado termasuk kategori baik, sehingga direkomendasikan untuk menjadi bahan pengganti atau dilakukan pencampuran dengan tanah asli yang memiliki nilai CBR yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Craig, B.M, 1991, *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- [2] Das, B. M, 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- [3] Hardiyatmo, H.C, 2002, *Mekanika Tanah 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] Sukirman Silvia, 1995, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, ANOVA, Bandung.
- [5] Laboratorium Uji Material, 2019, *Laporan Hasil Pemeriksaan Tanah Timbunan CV. Anugerah*, Politeknik Negeri Manado.