



ANALISIS KEPADATAN TANAH DENGAN PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Firmanilah Kamil

Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan , Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ketapang
firmanilahkamil@politap.ac.id

Abstract

Mengingat perubahan iklim dan cuaca yang semakin ekstrim, kepadatan tanah harus sangat diperhatikan. Hal ini memungkinkan hal-hal yang tak diinginkan. Kegiatan dilakukan dengan tiga tahapan yakni persiapan, pengujian, dan analisis data. Sampel diambil pada 10 titik pada Kabupaten Ketapang. Pengolahan data yang dilakukan menunjukkan nilai kepadatan tanah basah pada tanah sampel adalah sebesar 1,05 gr/cm³ hingga 1,94 gr/cm³. Nilai Kepadatan Kering pada tanah sampel adalah sebesar 1,01 gr/cm³ hingga 1,88 gr/cm³. Nilai Kadar Air pada tanah sampel adalah sebesar 16,01% hingga 41,87%. Nilai CBR yang didapatkan dari pengujian dengan alat CBR-test pada tanah sampel adalah sebesar 0,01% hingga 10,30%.

Keywords: Kepadatan tanah, CBR, kadar air

Abstrak

Soil density must be considered because of climate change and increasingly extreme weather. This is possible to cause things that are not desirable. The research was conducted in three stages, namely preparation, testing, and data analysis. Samples were taken at 10 points in Ketapang Regency. The data processing carried out showed that the wet soil density value in the sample soil was 1.05 gr/cm³ to 1.94 gr/cm³. The value of dry density in the sample soil is from 1.01 gr/cm³ to 1.88 gr/cm³. The value of water content in the sample soil is 16.01% to 41.87%. The CBR value obtained from testing with the CBR-test on the sample soil is 0.01% to 10.30%.

Kata kunci: Soil density, CBR, water content

Diterima Redaksi : 20-06-2022 | Selesai Revisi : 30-06-2022 | Diterbitkan Online : 30-07-2022

1. Pendahuluan

Salah satu karakteristik tanah yang menjadi acuan untuk analisis sebelum dilaksanakannya pembangunan adalah tingkat kepadatan [1]. 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. Nilai kepadatan tanah seringkali disebut juga dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) [2].

Kepadatan tanah merupakan sebuah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara : tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah tersebut [3]. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan

air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pelumas pada partikel – partikel tanah. Karena adanya air, partikel – partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat.

Adanya penambahan kadar air justru cenderung menurunkan berat volume kering dari tanah [4]. Hal ini disebabkan karena air tersebut kemudian menempati ruang – ruang pori dalam tanah yang sebetulnya dapat ditempati oleh partikel – partikel padat dari tanah. Kadar air dimana berat volume kering maksimum tanah dicapai disebut kadar air maksimum.

Selain kadar air, masih banyak lagi faktor – faktor yang mempengaruhi pemadatan tanah antara lain jenis tanah dan usaha pemadatannya. Jenis tanah yang diwakili oleh distribusi ukuran partikel, bentuk butiran tanah,

berat spesifik bagian padat tanah. Selain itu jumlah serta jenis mineral lempung yang ada pada tanah mempunyai pengaruh besar terhadap harga berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dari tanah tersebut [5]. Pada kadar air yang lebih rendah adanya tegangan terik kapiler pada pori – pori tanah mencegah kecenderungan partikel tanah untuk bergerak dengan bebas untuk menjadi lebih padat. Kemudian tegangan kapiler tersebut akan berkurang dengan bertambahnya kadar air sehingga partikel – partikel menjadi mudah bergerak dan menjadi lebih padat[6].

Pada saat ini kepadatan tanah harus sangat diperhatikan karena, perubahan iklim dan cuaca yang semakin ekstrim dapat menimbulkan hal yang tak diinginkan, terlebih semakin seringnya hujan dari pada panas membuat tanah semakin mudah untuk tergelincir, bila di biarkan akan sangat mengancam keselamatan jiwa penduduk , terlebih lagi penduduk di daerah lereng bukit atau lereng gunung, bila kepadatan tanahnya tidak di monitoring akan sangat berbahaya terlebih lagi dengan gundulnya hutan tidak ada resapan air dan tidak ada pengikat tanah menambah besar peluang terjadinya longsor di daerah perbukitan [7].

Alat uji pemadatan tanah sangat di perlukan untuk memonitoring serta mencegah terjadinya longsor di perbukitan , alat uji tanah atau Soil Bearing Tester merupakan bantalan tanah kapasitas dan kualitas pemadatan tanah, non-kohefif sub-basa, dan perbaikan perkerasan. Tester piring dinamis beban ini dijelaskan dalam Kode Teknik Tanah dan Rock di Konstruksi Jalan. Prinsip ini dikembangkan pada awal 1982 di perusahaan sebelum GmbH HMP dan telah dioptimalkan terus menerus sejak saat itu. Pemadatan tanah dilakukan untuk mengurangi kompresibilitas, menaikkan daya dukung tanah, mengurangi potensi likuifaksi, menaikkan daya tahan terhadap erosi, dan mengontrol shrinkage dan swelling.

Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai CBR yakni dengan uji laboratorium atau pengukuran langsung di lapangan atau uji Penetrasi Konus Dinamis/DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Metode-metode pengujian ini dipilih sesuai dengan kebutuhan.

CBR didefinisikan sebagai perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR laboratorium bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah dengan tanah yang dipadatkan pada kadar air tertentu. Pelaksanaan pengujian CBR laboratorium mempunyai alat yang menggunakan piston dengan luas 3 inci 2 dan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,05 inci/menit serta proving ring yang dipakai agar dapat mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial).

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tiga tahapan yakni persiapan, pengujian, dan analisis data. Tahap persiapan dilakukan dengan menentukan titik-titik pengambilan sampel. Sampel diambil pada 10 titik pada tiga kecamatan dan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Titik Pengambilan Sampel

Titik	Kecamatan	Desa/Kelurahan
1	Delta Pawan	Suka Harja
2	Delta Pawan	Suka Bangun
3	Delta Pawan	Sampit
4	Delta Pawan	Mulia Baru
5	Delta Pawan	Kali Nilam
6	Delta Pawan	Payah Kumang
7	Delta Pawan	Kampung Kaum
8	Delta Pawan	Lingkar Kota
9	Benua Kayong	Sungai Kinjil
10	Muara Pawan	Sungai Awan

Pengujian dilakukan dengan dua tahapan yakni pengujian kepadatan ringan dan pengujian CBR. Pengujian kepadatan ringan yang dilakukan di laboratorium menghasilkan berat volume kering maksimum yang dicapai pada kadar air optimum tertentu. Nilai ini digunakan sebagai acuan dalam proses pemadatan di lapangan. Uji pemadatan sangat bergantung kepada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan. Sedangkan pengujian CBR yang dimaksudkan adalah penentuan nilai CBR pada material tanah.

Peralatan yang dibutuhkan untuk uji kepadatan ringan antara lain loyang, cawan, sekop, timbangan 150 kg, neraca digital, alat penumbuk, spatula, cetakan proktor, dan oven. Sedangkan peralatan untuk uji CBR adalah loyang, cawan, cetakan CBR, keping beban, alat penumbuk, timbangan/neraca, sekop, kertas filter, gelas ukur, dan alat CBR. Analisis data hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan bantuan Ms. Excel.

Uji kepadatan ringan dilakukan dengan tahapan berikut ini:

- Massa cetakan dan keping alas ditimbang dengan ketelitian 1 gram.
- Leher sambung dipasang pada cetakan dan keping dan dikunci.
- Contoh uji berupa tanah diisi sebanyak tiga lapis dengan ketebalan yang sama. Setiap lapisan contoh uji dipadatkan dengan cara ditumbuk dengan penumbuk 2,5 kg sebanyak 10 kali, 30 kali, dan 65 tumbukan.
- Setelah pemadatan, leher sambung dilepaskan dan diratakan tanah hasil tumbukan dengan spatula kemudian ditimbang dengan ketelitian 1 gram beserta keping alas.
- Setiap lapisan benda uji diambil dan dimasukkan ke dalam cawan yang telah diberi tanda untuk kemudian diuji kadar airnya.

Sedangkan uji CBR dilakukan dengan tahapan berikut ini:

- Cetakan CBR dipasang pada keping alas, dikunci lalu ditimbang. Kemudian keping pemisah, kertas filter, leher sambung dipasang.
- Pemadatan dilakukan dengan mengisi contoh uji sebanyak 5 lapis sesuai SNI 1742:2008 atau SNI 1743: 2008 dengan 10 tumbukan per lapisan.
- Setelah pemadatan, contoh uji diratakan, keping pemisah dikeluarkan, diberi kertas filter dan dipasang kembali pada keping berlubang dan dikunci pada leher sambung. Satu set benda uji ini kemudian ditimbang.
- Satu keping beban dipasang di atas benda uji dan ditempatkan di mesin CBR-test. Piston penetrasi dipasang sampai menyentuh permukaan benda uji dan diberikan beban awal 44 N. Setelah pengaturan, keping beban yang lain dipasang di sekeliling piston.
- Arloji diatur pada posisi 0. Beban pada piston diberikan sehingga kecepatan penetrasi seragam pada 1,27 mm/menit. Pencatatan dilakukan ketika penetrasi menunjukkan 0,32 mm, 0,64 mm, 1,27 mm, 1,91 mm, 2,54 mm, 3,81 mm, 5,08 mm, dan 7,62 mm.
- Setelah dilakukan uji penetrasi, contoh uji diambil pada bagian atas, tengah dan bawah untuk diuji kadar air.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah proses pengujian dilaksanakan untuk seluruh sampel, peneliti mendokumentasikan data dalam bentuk form dan disederhanakan dalam bentuk tabel. Penamaan sampel sesuai dengan daerah contoh uji pada tabel 1. Selanjutnya dibedakan menjadi sesuai alfabet yakni A, B, C, hal ini dikarenakan pada daerah yang sama diambil 3 sampel yang berbeda. Analisis data pengujian kepadatan ringan dimulai dengan menghitung kepadatan basah dan kepadatan kering. Contoh data dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Persiapan Contoh Uji pada Titik Sampel I Desa Sungai Kinjil

	IA	IB	IC
Massa tanah basah (gram)	2500	2500	2500
Kadar air awal (%)	12.14	12.14	12.14
Penambahan air (%)	0	8	9
Penambahan air (cc)	0	100	150
Massa tanah basah + cetakan (gram) = B ₂	4590	4900	5150
Massa cetakan (gram) = B ₁	3050	3050	3050
Massa tanah basah (gram)	1540	1850	2100
Isi cetakan (cm ³) = V	944	944	944
Kepadatan basah ρ (g/cm ³)	154	185	210
Kepadatan kering ρ _d (g/cm ³)	137	165	187

Berdasarkan data pada tabel 2, kepadatan basah dan kepadatan kering dihitung menggunakan tahapan berikut ini:

- $$\rho = \frac{(B_2 - B_1)}{V}$$

Sampel 9A : $\frac{(4590 - 3050)}{944} = 1,63 \text{ gr/cm}^3$

Sampel 9B : $\frac{(4900 - 3050)}{944} = 1,95 \text{ gr/cm}^3$

Sampel 9C : $\frac{(5150 - 3050)}{944} = 2,23 \text{ gr/cm}^3$
- $$\rho_d = \frac{\rho}{100 + \omega} \times 100\%$$

Sampel 9A : $\frac{1,63}{100 + 12,14} \times 100\% = 1,45 \text{ gr/cm}^3$

Sampel 9B : $\frac{1,95}{100 + 12,14} \times 100\% = 1,74 \text{ gr/cm}^3$

Sampel 9C : $\frac{2,23}{100 + 12,14} \times 100\% = 1,99 \text{ gr/cm}^3$

Nilai hasil perhitungan kepadatan basah dan kepadatan kering pada seluruh sampel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kepadatan Basah dan Kepadatan Kering

Sampel	Nilai Kepadatan Basah (gr/cm ³)				Nilai Kepadatan Kering (gr/cm ³)			
	A	B	C	Rata-rata	A	B	C	Rata-rata
1	1,09	1,04	1,02	1,05	1,01	1,01	1,01	1,01
2	1,52	1,69	1,69	1,63	1,35	1,50	1,50	1,45
3	1,79	1,71	1,71	1,74	1,57	1,52	1,52	1,54
4	1,64	1,70	1,70	1,68	1,45	1,51	1,51	1,49
5	1,54	1,46	1,46	1,49	1,23	1,17	1,17	1,19
6	1,43	1,70	1,70	1,61	1,27	1,51	1,51	1,43
7	1,86	2,23	2,23	2,11	1,66	1,99	1,99	1,88
8	1,58	1,59	1,59	1,59	1,41	1,42	1,42	1,42
9	1,63	1,95	2,23	1,94	1,45	1,74	1,74	1,64
10	1,35	1,74	1,74	1,61	1,19	1,54	1,54	1,42

Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai kadar air dari setiap sampel. Contoh hasil perhitungan kadar air dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kadar Air Sampel 3A

	Sampel		
	atas	tengah	bawah
Massa tanah basah + cawan (g) = ω_1	46	61	52
Massa tanah kering + cawan (g) = ω_2	39	52	44
Massa air (g) = $\omega_1 - \omega_2$	7	9	8
Massa cawan (g) = ω_3	5	5	5
Massa tanah kering (g) = $\omega_2 - \omega_3$	34	47	39
Kadar air (%)	20,59	19,15	20,51

Berikut adalah contoh perhitungan kadar air dari sampel 3A. Pada pengujian kadar air, diambil tiga lapis tanah yakni bagian atas, tengah, dan bawah. Setiap lapis tersebut akan dihitung nilai kadar airnya, sehingga ditulis 3A atas, 3A tengah 3A bawah.

a. Massa Air

3A atas : $(\omega_1 - \omega_2) = 46-39 = 7$ gram

3A tengah : $(\omega_1 - \omega_2) = 61-52 = 9$ gram

3A bawah : $(\omega_1 - \omega_2) = 52-44 = 8$ gram

b. Massa Tanah Kering

3A atas : $(\omega_2 - \omega_3) = 39-5 = 34$ gram

3A tengah : $(\omega_2 - \omega_3) = 52-5 = 47$ gram

3A bawah : $(\omega_2 - \omega_3) = 44-5 = 39$ gram

c. Kadar Air (ω) = $\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_2 - \omega_3} \times 100\%$

3A atas : $\frac{7}{34} \times 100\% = 20,59 \%$

3A tengah : $\frac{9}{47} \times 100\% = 19,15 \%$

3A bawah : $\frac{8}{39} \times 100\% = 20,51 \%$

Perhitungan yang sama dilakukan pada semua sampel. Hasil perhitungan kadar air pada seluruh sampel dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kadar Air

Nomor Sampel	Nilai Kadar Air (%)				
	Atas	Tengah	Bawah	Rata-rata	
1	A	36,36	36,67	32,14	36,7
	B	38,24	38,10	37,78	
	C	37,21	36,96	36,84	
2	A	13,04	12,90	10,00	17,03
	B	23,80	17,64	18,75	
	C	20,68	17,02	19,44	
3	A	20,58	19,14	17,02	20,74
	B	27,60	28,50	27,08	
	C	16,60	17,07	13,07	
4	A	15,50	17,60	19,20	16,1
	B	12,90	16,90	20,20	
	C	12,00	14,20	16,40	
5	A	23,40	20,45	18,18	21,57
	B	18,46	23,08	24,24	
	C	20,64	23,44	22,22	
6	A	11,11	19,44	12,90	18,16
	B	21,15	10,52	10,63	
	C	26,66	24,39	26,66	
7	A	19,44	18,18	17,24	20,75
	B	19,05	21,43	22,73	
	C	22,92	22,22	23,53	
8	A	41,53	41,17	41,66	41,87
	B	45,76	47,54	46,34	
	C	37,50	32,83	42,50	
9	A	8,06	8,62	9,26	17,95
	B	27,12	26,92	25,00	
	C	17,60	16,00	23,00	
10	A	25,64	25,49	25,53	28,34
	B	27,90	27,02	26,08	
	C	30,76	33,33	33,33	

Pengujian dilanjutkan dengan uji CBR untuk mengetahui nilai CBR. Pada pengujian ini, sampel contoh uji juga diukur kadar airnya pada 10 tumbukan, 30 tumbukan, dan 65 tumbukan. Nilai kadar air dari semua sampel dapat dilihat pada tabel 6. Sedangkan asil nilai CBR dari setiap sampel dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 6. Nilai Kadar Air pada Sampel 10, 30, dan 65 Tumbukan

Sampel		Kadar Air (%)			
		Atas	Tengah	Bawah	Rata-rata
1	10 tumbukan	38,23	37,36	41,40	38,99
	30 tumbukan	14,55	22,73	12,11	16,46
	65 tumbukan	19,75	25,63	26,56	23,98
2	10 tumbukan	11,42	11,36	11,42	11,4
	30 tumbukan	33,33	35	33,33	33,89
	65 tumbukan	20,40	25,00	25,00	23,47
3	10 tumbukan	37,25	36,37	40,49	38,04
	30 tumbukan	13,55	21,73	11,11	15,46
	65 tumbukan	18,75	24,63	25,00	22,79
4	10 tumbukan	16,67	17,30	19,23	17,73
	30 tumbukan	13,89	13,80	12,12	13,27
	65 tumbukan	17,40	15,51	17,54	16,81
5	10 tumbukan	15,62	16,24	14,77	15,54
	30 tumbukan	34,33	36,78	34,32	35,14
	65 tumbukan	21,41	28,93	26,77	25,70
6	10 tumbukan	13,42	13,36	13,42	13,40
	30 tumbukan	33,33	36,09	35,33	34,92
	65 tumbukan	22,40	27,65	26,56	25,53
7	10 tumbukan	17,20	17,80	19,05	18,02
	30 tumbukan	36,80	34,77	35,08	35,55
	65 tumbukan	29,40	29,65	30,56	29,87
8	10 tumbukan	12,70	10,16	11,67	11,51
	30 tumbukan	28,73	29,87	27,80	28,80
	65 tumbukan	12,55	12,89	12,73	12,72
9	10 tumbukan	8,00	8,60	9,20	8,60
	30 tumbukan	27,10	27,00	25,00	26,37
	65 tumbukan	17,60	16,00	23,00	18,87
10	10 tumbukan	12,70	10,16	11,67	11,51
	30 tumbukan	20,76	22,87	21,80	21,81
	65 tumbukan	14,58	12,89	16,72	14,73

Tabel 7. Nilai CBR

Sampel		Nilai CBR (%)	
		Penetrasi 2,54 mm	Penetrasi 5,08 mm
1	10 tumbukan	1,21	1,21
	30 tumbukan	0,02	0,02
	65 tumbukan	0,51	0,51
2	10 tumbukan	1,09	1,09
	30 tumbukan	0,03	0,03

Lanjutan Tabel 7

	65 tumbukan	0,43	0,43
3	10 tumbukan	0,05	0,05
	30 tumbukan	1,56	1,56
	65 tumbukan	0,01	0,01
4	10 tumbukan	0,51	0,51
	30 tumbukan	0,22	0,22
	65 tumbukan	0,24	0,24
5	10 tumbukan	0,07	0,07
	30 tumbukan	2,93	2,93
	65 tumbukan	0,02	0,02
6	10 tumbukan	0,32	0,32
	30 tumbukan	1,02	1,02
	65 tumbukan	0,78	0,78
7	10 tumbukan	0,51	0,51
	30 tumbukan	0,21	0,21
	65 tumbukan	0,18	0,18
8	10 tumbukan	0,05	0,05
	30 tumbukan	1,56	1,56
	65 tumbukan	0,01	0,01
9	10 tumbukan	1,14	1,14
	30 tumbukan	0,18	0,18
	65 tumbukan	0,12	0,12
10	10 tumbukan	1,09	1,09
	30 tumbukan	0,15	0,15
	65 tumbukan	0,11	0,11

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data yang didapatkan dari beberapa titik diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Nilai Kepadatan Basah pada tanah sampel adalah sebesar $1,05 \text{ gr/cm}^3$ hingga $1,94 \text{ gr/cm}^3$. Dengan uraian sebagai berikut: Daerah Suka Harja sebesar $1,05 \text{ gr/cm}^3$, daerah Suka Bangun sebesar $1,63 \text{ gr/cm}^3$, daerah Sampit sebesar $1,74 \text{ gr/cm}^3$, daerah Mulia Baru sebesar $1,68 \text{ gr/cm}^3$, daerah Kali Nilam sebesar $1,49 \text{ gr/cm}^3$, daerah Payah Kumang sebesar $1,61 \text{ gr/cm}^3$, daerah Kampung Kaum sebesar $2,11 \text{ gr/cm}^3$, daerah Lingkar Kota $1,59 \text{ gr/cm}^3$, daerah Sungai Kinjil $1,94 \text{ gr/cm}^3$ dan daerah sungai Awan sebesar $1,61 \text{ gr/cm}^3$.
2. Nilai Kepadatan Kering pada tanah sampel adalah sebesar $1,01 \text{ gr/cm}^3$ hingga $1,88 \text{ gr/cm}^3$. Dengan uraian sebagai berikut: Daerah Suka Harja sebesar $1,01 \text{ gr/cm}^3$, daerah Suka Bangun sebesar $1,45 \text{ gr/cm}^3$, daerah Sampit sebesar $1,54 \text{ gr/cm}^3$, daerah Mulia Baru sebesar $1,49 \text{ gr/cm}^3$, daerah Kali Nilam sebesar $1,19 \text{ gr/cm}^3$, daerah Payah Kumang sebesar $1,43 \text{ gr/cm}^3$, daerah Kampung Kaum sebesar $1,88 \text{ gr/cm}^3$, daerah Lingkar Kota $1,42 \text{ gr/cm}^3$, daerah Sungai Kinjil $1,64 \text{ gr/cm}^3$ dan daerah sungai Awan sebesar $1,42 \text{ gr/cm}^3$.
3. Nilai Kadar Air pada tanah sampel adalah sebesar 16,01% hingga 41,87%. Dengan uraian sebagai berikut: Daerah Suka Harja sebesar 36,7%, daerah Suka Bangun sebesar 17,03%, daerah Sampit sebesar 20,74%, daerah Mulia Baru sebesar 16,1%, daerah Kali Nilam sebesar 21,57%, daerah Payah Kumang sebesar 18,16%, daerah Kampung Kaum sebesar 20,75%, daerah Lingkar Kota 41,87%, daerah Sungai Kinjil 17,95% dan daerah sungai Awan sebesar 28,34%.
4. Nilai CBR yang didapatkan dari pengujian dengan alat CBR-*test* pada tanah sampel adalah sebesar 0,01% hingga 10,30%. Dengan uraian sebagai

berikut: Daerah Suka Harja dengan 10, 30, dan 65 tumbukan masing-masing sebesar 1,21%, 0,02%, 0,51. Daerah Suka Bangun sebesar 1,09%, 0,03%, 0,43%. Daerah Sampit sebesar 0,05%, 1,56%, 0,01%. Daerah Mulia Baru sebesar 0,51%, 0,22%, 0,24%. Daerah Kali Nilam sebesar 0,07%, 2,93%, 0,02%. Daerah Payah Kumang sebesar 0,32%, 1,02%, 0,78%. Daerah Kampung Kaum sebesar 0,51%, 0,21%, 0,18%. Daerah Lingkar Kota 0,05%, 1,56%, 0,01%. Daerah Sungai Kinjil 1,14%, 0,18%, 0,12%. Dan daerah sungai Awan sebesar 1,09%, 0,15%, 0,11%.

Daftar Rujukan

- [1] Lengkong, dkk. 2013. Hubungan Nilai CBR Laboratorium dan DCP pada Tanah yang dipadatkan pada Ruas Jalan Wori-Likupang Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statistik*, 1(5): 368-376.
- [2] Waruwu, dkk. 2021. Kajian Nilai California Bearing Ratio (CBR) pada Tanah Lempung Lunak dengan Variasi Tebal Stabilisasi menggunakan Abu Vulkanik. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 17(2):116-130.
- [3] Zaro, K. Nugroho, S.A., & Fatnanta, F. 2014. Pengaruh Kadar Lempung dengan Kadar Air di Atas OMC terhadap Nilai CBR dengan dan Tanpa Rendaman pada Tanah Lempung Organik. *Jom Fteknik*, 1(2): 1-5.
- [4] Akbar, S.J. 2013. Kajian Pengaruh Nilai CBR Subgrade terhadap Tebal Perkerasan Jalan. *Teras Jurnal*, 3(2): 138-147.
- [5] Waruwu, A. 2013. Korelasi Nilai Kuat Tekan dan CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Batu dan Semen. *Jurnal Rancang Sipil*, 2(1): 99-108.
- [6] Permatasari, Sylvina. 2020. Analisis Kepadatan Tanah dengan Pengujian California Bearing Ratio (CBR) pada Ruas Jalan Masuk Jembatan penyebrangan Tanjung Serdang-Batulicin Kecamatan Pulau Laut Tengah Kabupaten Kota Baru.
- [7] Kafi, dkk. 2021. Korelasi Nilai CBR Laboratorium dan Nilai Dynamic Cone Penetrometer (DCP) terhadap Kondisi *Eksisitng* di Lapangan