



ANALISIS KEPADATAN TANAH PADA PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN ALAT DCP (*DYNAMIC CONE PENETROMETER*) PADA JALAN TANI DI DUSUN MABULUGO, DESA MABULUGO KECAMATAN KAPUNTORI KABUPATEN BUTON

¹Noor Dhani,^{2*}Nina Haryati, ³La Ode Muhammad Masnur Nasrun

Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik Unidayan, Indonesia
Jl. Sultan Dayanu Ikhsanuddin No. 124 Baubau, Sulawesi Tenggara
Nina Haryati, email : aninaharyatist@gmail.com

Informasi Artikel

Diterima: Januari 2024

Disetujui: Januari 2024

Dipublikasi: 29 Februari 2024

Kata Kunci : CBR-DDT, DCP, Jalan.

Korespondensi Author: Nina Haryati

Abstrak

Dusun Mabulugo terletak di Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton pada Dusun Mabulugo terdapat Jalan Usaha Tani dimana kondisi jalan usahatani di Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo, Kecamatan Kapuntori, Kabupaten Buton merupakan tanah yang didominasi tanah urugan dengan butiran halus, dan jika di perhatikan secara visual kondisi jalan tersebut karakteristik tanahnya tidak baik karena menyebabkan jalan usaha tani di Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo tersebut rusak dan berlubang-lubang. Dalam perencanaan jalan yang perlu diperhatikan adalah nilai CBR (California Bearin Ratio) dari tanah tersebut karena akan berpengaruh pada tebal perkerasan rencana. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai CBR pada Jalan usahatani Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton. Dari hasil pengujian nilai CBR sepanjang 1 Km dengan metode zig-zag dan setiap segmen dengan jarak 100 meter, sepanjang 1 Km menggunakan alat DCP pada perkerasan jalan tani Dusun Mabulugo, di dapatkan nilai CBR diatas 6% (> 6%) ini berarti jalan perkerasan tersebut dapat dilakukan perencanaan perkerasan jalan.

1. Pendahuluan

Tanah merupakan pondasi bagi perkerasan, salah satu persoalan yang dihadapi oleh para perencana dan pelaksana pembangunan jalan atau lapangan terbang adalah cara menangani tanah atau bahan yang kurang baik agar dapat digunakan sebagai bahan perkerasan. (Bowles, Joseph E. ; 1991). Menurut Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel- partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- Berangkal (*boulders*), yaitu potongan batuan besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm. untuk kisaran ukuran 150 sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*) atau pebbes
- Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm
- Pasir (*sand*), yaitu batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5mm berkisar dari kasar (3 sampai 5 mm) sampai halus (<1mm)
- Lanau (*silt*) yaitu batuan yang berukuran dari 0,002 sampai 0,074 mm
- Lempung (*clay*), yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. partikel – partikel ini merupakan sumber utama dari kohesif pada tanah “kohesif”

Tanah merupakan komponen utama *subgrade* yang memiliki karakteristik, macam, dan keadaan yang berbeda-beda, sehingga setiap jenis tanah memiliki kekhasan perilaku. Sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya (Sukirman 1999). Adapun masalah masalah yang sering dijumpai pada pekerjaan tanah dasar (Sukirman 1999) adalah sebagai berikut.

- Perubahan bentuk tetap
- Sifat mengembang dan menyusut dari tanah
- Perubahan bentuk karena daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti.
- Perubahan bentuk akibat terjadinya lendutan dan pengembangan kenyal.
- Perubahan bentuk akibat dilakukannya tambahan pemadatan

Jalan usaha tani merupakan prasarana transportasi pada kawasan pertanian (tanaman pangan, hortikultura, perkebunan rakyat, dan peternakan) untuk memperlancar mobilitas alat dan mesin pertanian, pengangkutan sarana produksi menuju lahan pertanian, dan mengangkut hasil produk pertanian dari lahan menuju tempat penyimpanan, tempat pengolahan, atau pasar. Sebagian besar jalan usaha tani masih berupa tanah atau berlapis kerikil, tetapi di beberapa tempat sudah ada jalan usaha tani yang beraspal. Di Indonesia, jalan khusus (termasuk jalan pertanian) disebutkan dalam UU No 38 tahun 2004 tentang adanya jalan yang pembangunan dan pembinaannya dilakukan oleh kementerian terkait. Untuk jalan pertanian, tanggung jawabnya dibebankan pada Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

DCP atau *Dynamic Cone Penetrometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah dasar jalan langsung di tempat. Daya dukung tanah dasar tersebut diperhitungkan berdasarkan pengolahan atas hasil test DCP yang dilakukan dengan cara mengukur berapa dalam (mm) ujung konus masuk ke dalam tanah dasar tersebut setelah mendapat tumbukan palu geser pada landasan batang utamanya. Korelasi antara banyaknya tumbukan dan penetrasi ujung konus dari alat DCP ke dalam tanah akan memberikan gambaran kekuatan tanah dasar pada titik titik tertentu. Makin dalam konus yang masuk untuk setiap tumbukan artinya makin lunak tanah dasar tersebut.

Pengujian dengan menggunakan alat DCP akan menghasilkan data yang setelah diolah akan menghasilkan CBR lapangan tanah dasar pada titik yang ditinjau. Khusus untuk perencanaan jalan raya kekuatan tanah dasar ditandai dengan meningkatnya nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dari tanah tersebut (Sukirman, 1999). Pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) telah terbukti dapat digunakan untuk memperkirakan nilai California Bearing Ratio (CBR) lapangan pada tanah dasar, metode ini diyakini lebih cepat, sederhana dan menyebabkan kerusakan yang sangat rendah pada susunan asli tanah. Hal ini menyebabkan hasil uji Dynamic Cone Penetrometer (DCP) sering dikaitkan dengan hasil uji dari pengujian sifat fisik dan sifat mekanik lain dengan harapan dapat memperkirakan parameter kekuatan tanah dengan cara yang sangat sederhana, murah dan tidak memakan waktu.

Dusun Mabulugo terletak di Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton pada Dusun Mabulugo terdapat Jalan Usaha Tani dimana kondisi jalan usaha tani di Dusun Mabulugo, merupakan tanah yang didominasi tanah urugan dengan butiran halus, dan jika di perhatikan secara visual kondisi jalan tersebut karakteristik tanahnya tidak baik karena menyebabkan jalan usaha tani di Dusun Mabulugo, tersebut rusak dan berlubang-lubang. Dalam perencanaan jalan yang perlu diperhatikan adalah nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dari tanah tersebut karena akan berpengaruh pada tebal perkerasan rencana.

Berdasarkan uraian diatas kami tertarik melakukan analisis nilai kepadatan tanah di ruas Jalan Kelurahan Kaisabu dengan judul penelitian "Analisis Kepadatan Tanah Menggunakan Alat Dcp (*Dynamic Cone Penetrometer*) pada Jalan Usaha Tani di Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai CBR pada Jalan usaha tani Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dengan pendataan kuantitatif dengan menggunakan data primer yaitu data yang didapat langsung dari lapangan, diantaranya, data pembacaan dari alat DCP dan CBR lapangan. Tempat penelitian berlokasi di di jalan usahatani Dusun Mambulugo, Desa Mambulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton. Waktu penelitian yang dilakukan pada Bulan Juli 2023 sampai dengan Bulan Agustus 2023. Prosedur pelaksanaan penelitian yaitu, pengujian penetrasi dengan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) berupa sebuah alat sederhana dengan indikator ukur dan beban tumbuk di atasnya. Prosedur pengujiannya meliputi :

Peralatan

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a) Alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

- b) Alat palu
Alat palu digunakan sebagai alat dalam mengaplikasikan alat DCP dalam hal ini digunakan untuk meratakan tanah untuk dilakukan penetrasi
- c) Alat Betel
Alat betel digunakan sebagai alat bantu dalam mengaplikasikan alat DCP dalam hal ini digunakan untuk meratakan bidang tanah keras untuk dilakukan penetrasi.
- d) Alat Ukur
Alat ukur digunakan untuk mengukur panjang dan lebar posisi alat DCP, alat ukur bisa berupa meter rol.

Persyaratan Pengujian yaitu, Lokasi pemeriksaan dilakukan 1 percobaan per 100 m mendatar atau kebutuhan yang diisyaratkan, untuk daerah bukit 1 percobaan dan lembah 1 percobaan, biasanya ini dilakukan sebagai *Quality Control* pada pekerjaan pembuatan jalan. Metode Pengambilan Titik, dimana Metode pengambilan titiknya dengan zig-zag untuk proses pengujian di lapangan, pengambilan nilai DCP pada 2 ruas berbeda, yaitu ruas ke kanan jalan pada pengambilan STA (0+000), dan kiri jalan pada STA (0+100), secara berkala sampai pada pengambilan STA terakhir dengan panjang jalan 1 km dengan pengambilan titik uji DCP sebanyak 11 titik uji DCP yang setiap titiknya terhitung per 100 m untuk tata letak alat DCP metode zig-zag.

Cara Pengujian Lapangan yaitu dengan:

- a. Sambungkan seluruh bagian peralatan dan pastikan bahwa sambungan tangkai atas dengan landasan serta tangkai bawah dan kerucut baja sudah tersambung dengan kokoh.
- b. Pasang alat yang sudah terpasang pada posisi tegak di atas dasar yang rata dan stabil, kemudian catat pembacaan nol sebaagai pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman.
- c. Cara mengangkat dan menjahtukan palu serta jumlah pukulan :
 - 1) Angkat palu pada tangkai bagian atas dengan hati-hati sehingga menyentuh batas handel.
 - 2) Lepaskan palu sehingga jatuh bebas pada landasan.
 - 3) Lakukan langkah-langkah diatas pada butir 1 dan 2 diatas sesuai dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut :
 - a) Untuk lapisan perkerasan yang normal, pencatatan dilakukan pada setiap kedalaman 10 mm.
 - b) Untuk pondasi yang terbuat dari bahan berbutir yang cukup keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5 sampai 10 pukulan.
 - c) Untuk pondasi bawah atau tanah dasar yang terbuat dari bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman sudah cukup untuk 1 atau 2 pukulan. Apabila kecepatan penetrasi kurang dari 0,5 mm/pukulan, pembacaan masih dibenarkan tetapi bila setelah 20 pukulan tidak menunjukkan adanya penurunan, maka pengujian harus dihentikan. Selanjutnya lakukan pengeboran atau penggalian pada bagian tersebut sampai mencapai bagian yang tidak di uji kembali.
 - 4) Cara mengangkat tangkai dan peralatan DCP :
 - a) Siapkan bahwa peralatan akan diangkat atau dicabut keatas.
 - b) Angkat dan pukulkan beberapa kali dengan arah keatas sehingga menyentuh handel dan bawah terangkat ke atas permukaan tanah.

Langkah-langkah pngujian sebagai berikut :

- a. Mencari nilai CBR lapangan dilakukan dengan cara membagi beberapa titik pengujian dengan menggunakan alat DCP.
- b. Pengambilan nilai DCP dilapangan menggunakan metode zig-zag pada ruas jalan berbeda yaitu ruas kiri jalan dan ruas kanan dan tengah dengan jarak 100 m/STA dan dilakukan secara berkala sampai pengambilan STA terakhir.
- c. Tiap titik pengujian yang telah didapat nilai CBR, dianalisa dengan dua cara yaitu cara garis dan analisis, sehingga daya dukung tanah dinyatakan dalam nilai CBR dengan satuan persen (%).
- d. Menentukan nilai CBR desain dengan metode persentian

Hasil Penelitian

Data DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Berdasarkan hasil dari menganalisis kepadatan tanah di Kelurahan Kaisabu, dengan metode zig-zag dan setiap segmen diberi jarak 100 m, sepanjang 1 km dengan jumlah titik uji sebanyak 11 titik, sehingga dari sumber (analisis data) diperoleh nilai CBR untuk tiap STA yaitu seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Nilai CBR Lapangan Hasil Pengujian dengan Alat DCP

Nomor	Stasiun (STA)	Nilai CBR (%)
1	0+000	31,7%
2	0+100	19,44%
3	0+200	19,98%
4	0+300	14,92%
5	0+400	13,69%
6	0+500	12,69%
7	0+600	14,35%
8	0+700	13,41%
9	0+800	15,03%
10	0+900	15,61%
11	1+000	12,31%

Sumber : data hasil penelitian

Dari hasil Tabel 1 di atas dapat dilihat untuk nilai-nilai CBR dari uji STA 0+000 sampai dengan STA 0+1000 yang bersumber dari (analisis data) dengan penjelasan seperti pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+000

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif penetrasi (mm)	DCP (mm/ tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0+000	0	0	0	0	10,0	1,50	31,7
	5	5	40	40			
	5	10	90	130			
	5	15	60	190			
	5	20	30	220			
	5	25	40	260			
	5	30	40	300			

Sumber : data hasil penelitian

Di Tabel 2 menunjukkan formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada STA 0+000.

Menghitung DCP

$$\begin{aligned} \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \\ &\quad \text{Kumulatif Tumbukan} \\ &= (300-0)/30 \\ &= 10,0 \text{ mm/Tumbukan} \end{aligned}$$

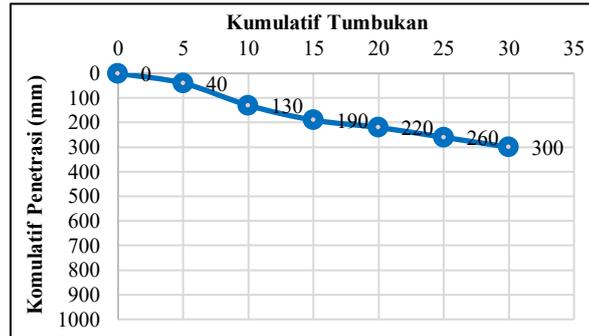
Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10} (\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \\ &\quad (\text{mm/tumbukan}) \\ (\text{CBR}) &= 10^{(2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} (\text{mm/Tumbukan}))} \\ (\text{CBR}) &= 10^{((2,8135 - 1,313) (\text{Log}_{10} (10)))} \\ (\text{CBR}) &= 10^{(1,5)} \\ (\text{CBR}) &= 31,7\% \end{aligned}$$

Dari Tabel 2 diatas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR padaa STA 0+000. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak

100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah dengan penjelasan seperti Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik kumulatif Penetrasi Tumbukan STA 0+000

Pada Gambar 2 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+000. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 30 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 300 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan.

Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di jalan Dusun Mabalugo, Desa Mabalugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton, diperoleh nilai CBR pada STA 0+000 diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 8,2 dan nilai CBR 31,7%

Tabel 3. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+100

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0+100	0	0	0	0	14,5	1,29	19,44
	5	5	70	70			
	5	10	60	130			
	5	15	60	190			
	5	20	70	260			
	5	25	65	325			
	5	30	110	435			

Sumber : data hasil penelitian

Di Tabel 3 menunjukkan formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada STA 0+100.

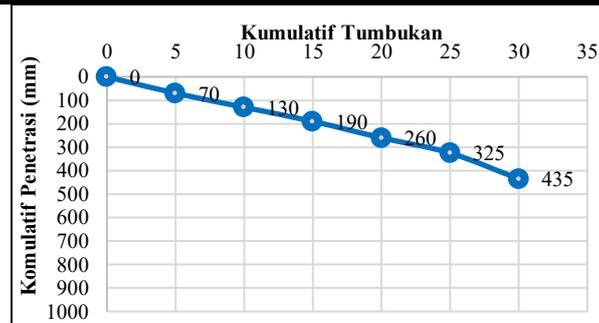
Menghitung DCP

$$\begin{aligned}
 \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan} \\
 &= (435-0)/30 \\
 &= 14,5 \text{ mm/Tumbukan}
 \end{aligned}$$

Menghitung CBR

$$\begin{aligned}
 &\text{Ukuran konus } 60^\circ \\
 \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan}) \\
 (\text{CBR}) &= 10^{(2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan}))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{((2,8135 - 1,313) (\text{Log}_{10}(14,5)))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{(1,29)} \\
 (\text{CBR}) &= 19,44\%
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 7 di atas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) nilai CBR pada STA 0+100. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah dengan penjelasan seperti pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Grafik Kumulatif Penetrasi Tumbukan STA 0+100

Di Gambar 3 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+100. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 30 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 435 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan.

Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di jalan Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton, diperoleh nilai CBR pada STA 0+100 diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 7,2 dan nilai CBR 19,44%.

Tabel 4. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+200

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif penetrasi (mm)	DCP (mm/ tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0+200	0	0	0	0	14,2	1,30	19,98
	5	5	105	105			
	5	10	100	205			
	5	15	50	255			
	5	20	20	275			
	5	25	10	285			
	5	30	141	426			

Sumber : data hasil penelitian

Di Tabel 4 menunjukkan formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada STA 0+200.

Menghitung DCP

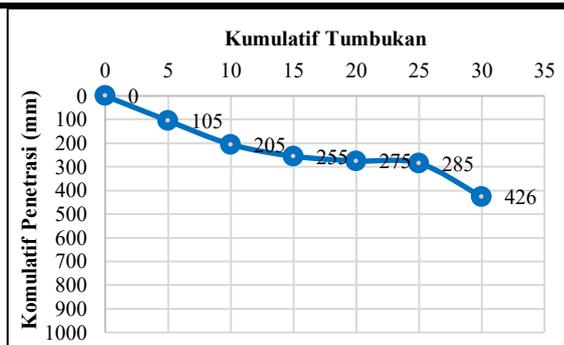
$$\begin{aligned}
 \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \\
 &\quad \text{Kumulatif Tumbukan} \\
 &= (1000-0)/30 \\
 &= 14,2 \text{ mm/Tumbukan}
 \end{aligned}$$

Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

$$\begin{aligned}
 \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \\
 &\quad (\text{mm/tumbukan}) \\
 ((\text{CBR})) &= 10^{(2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} (\text{mm/Tumbukan}))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{((2,8135 - 1,313) (\text{Log}_{10} (14,2)))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{(1,30)} \\
 (\text{CBR}) &= 19,98\%
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 4 di atas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menunjukkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada STA 0+200. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah pada lokasi penelitian. Untuk lebih jelasnya, nilai CBR (*California Bearing Ratio*) digambarkan pada grafik penetrasi tumbukan dengan penjelasan seperti pada Gambar 7 berikut :



Gambar 4. Grafik Kumulatif Penetrasi Tumbukan STA 0+200

Di Gambar 4 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+200. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 30 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 426 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan.

Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di jalan Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton, diperoleh nilai CBR pada STA 0+200 diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 7, 25 dan nilai CBR 19,98%.

Tabel 5. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+400

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0+400	0	0	0	0	18,9	1,14	13,69
	5	5	92	92			
	5	10	75	167			
	5	15	70	237			
	5	20	81	318			
	5	25	94	412			

Sumber : data hasil penelitian

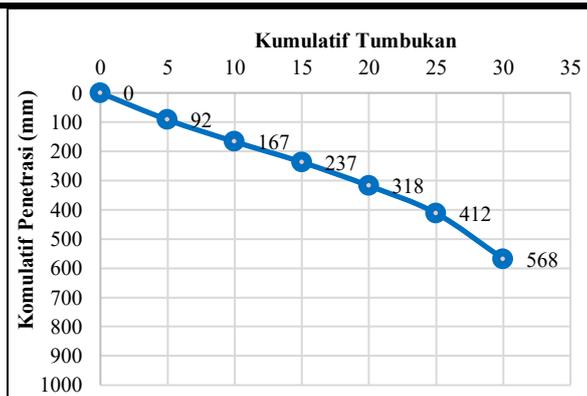
Di Tabel 5 menunjukkan formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada STA 0+400.

$$\begin{aligned}
 \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan} \\
 &= (602-0)/30 \\
 &= 18,9 \text{ mm/Tumbukan}
 \end{aligned}$$

Menghitung CBR

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran konus } 60^\circ \\
 \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan}) \\
 (\text{CBR}) &= 10^{(2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/Tumbukan}))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{((2,8135 - 1,313) (\text{Log}_{10}(18,9)))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{(1,14)} \\
 (\text{CBR}) &= 13,69 \%
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 5 di atas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menunjukkan nilai CBR pada STA 0+400. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah pada lokasi penelitian. Untuk lebih jelasnya, nilai CBR (*California Bearing Ratio*) digambarkan pada grafik penetrasi tumbukan dengan penjelasan seperti pada Gambar 8 berikut :



Gambar 5. Grafik Kumulatif Penetrasi Tumbukan STA 0+400

Di Gambar 8 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+400. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 30 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 568 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan.

Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di jalan Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton, diperoleh nilai CBR pada STA 0+400 diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 6,4 dan nilai CBR 13,69 %.

Tabel 6. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+600

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0+400	0	0	0	0	18,3	1,16	14,35
	5	5	74	74			
	5	10	75	149			
	5	15	70	219			
	5	20	93	312			
	5	25	82	394			

Sumber : data hasil penelitian

Di Tabel 6 menunjukkan formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada STA 0+600.

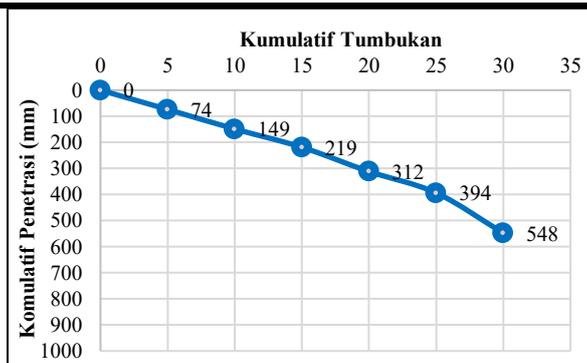
Menghitung DCP

$$\begin{aligned}
 \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan} \\
 &= (548-0) / 30 \\
 &= 18,3 \text{ mm/Tumbukan}
 \end{aligned}$$

Menghitung CBR

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran konus } 60^\circ \\
 \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan}) \\
 \text{CBR} &= 10^{(2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/Tumbukan}))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{((2,8135 - 1,313) (\text{Log}_{10}(18,3)))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{(1,16)} \\
 (\text{CBR}) &= 14,35 \%
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 10 di atas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menunjukkan nilai CBR pada STA 0+600. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah pada lokasi penelitian. Untuk lebih jelasnya, nilai CBR (*California Bearing Ratio*) digambarkan pada grafik penetrasi tumbukan dengan penjelasan seperti pada Gambar 9 berikut :



Gambar 6. Grafik Kumulatif Penetrasi Tumbukan STA 0+600

Di Gambar 6 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+600. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 30 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 11 mm sampai dengan 964 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan.

Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di jalan Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton, diperoleh nilai CBR pada STA 06 diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 6,52 dan nilai CBR 14,35 %.

Tabel 7. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 0+800

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
0+800	0	0	0	0	17,6	1,18	15,03
	5	5	121	121			
	5	10	75	196			
	5	15	70	266			
	5	20	93	359			
	5	25	82	441			
	5	30	154	595			

Sumber : data hasil penelitian

Di Tabel 7 menunjukkan formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada STA 0+800.

Menghitung DCP

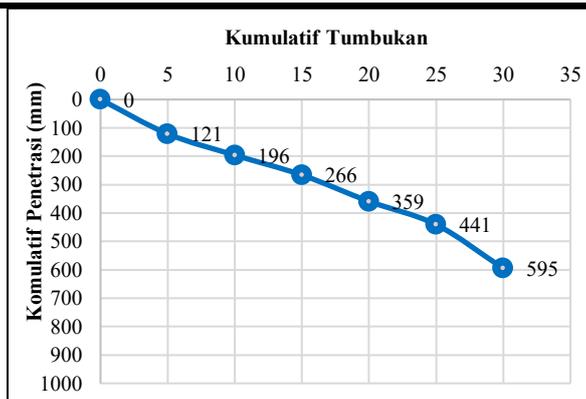
$$\begin{aligned}
 \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \text{Kumulatif Tumbukan} \\
 &= (595-0)/30 \\
 &= 17,6 \text{ mm/Tumbukan}
 \end{aligned}$$

Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

$$\begin{aligned}
 \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/tumbukan}) \\
 \text{CBR} &= 10^{(2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/Tumbukan}))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{((2,8135 - 1,313) (\text{Log}_{10}(17,6)))} \\
 (\text{CBR}) &= 10^{(1,18)} \\
 (\text{CBR}) &= 15,03\%
 \end{aligned}$$

Dari Tabel 7 di atas berdasarkan sumber Dari Tabel 11 di atas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menunjukkan nilai CBR pada STA 0+800. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah pada lokasi penelitian. Untuk lebih jelasnya, nilai CBR (*California Bearing Ratio*) digambarkan pada grafik penetrasi tumbukan dengan penjelasan seperti pada Gambar 10 berikut :



Gambar 7. Grafik Kumulatif Penetrasi Tumbukan STA 0+800

Di Gambar 10 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 0+800. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 30 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 595 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan.

Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di jalan Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton, diperoleh nilai CBR pada STA 0+800 diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 6,6 dan nilai CBR 15,03 %.

Tabel 8. Formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) 1+000

STA	Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif penetrasi (mm)	DCP (mm/ tumbukan)	Log (CBR)	CBR (%)
1+000	0	0	0	0	20,5	1,09	12,31
	5	5	181	181			
	5	10	49	230			
	5	15	57	287			
	5	20	93	380			
	5	25	109	489			
	5	30	127	616			

Sumber : data hasil penelitian

Di Tabel 8 menunjukkan formulir pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada STA 1+000.

Menghitung DCP

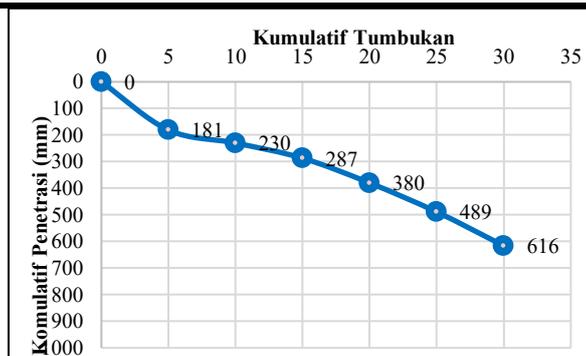
$$\begin{aligned} \text{DCP} &= (\text{Penetrasi Akhir} - \text{Penetrasi Awal}) / \\ &\text{Kumulatif Tumbukan} \\ &= (616-0)/30 \\ &= 20,5 \text{ mm/Tumbukan} \end{aligned}$$

Menghitung CBR

Ukuran konus 60°

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(\text{CBR}) &= 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \\ &\text{(mm/tumbukan)} \\ (\text{CBR}) &= 10^{(2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10}(\text{mm/Tumbukan}))} \\ (\text{CBR}) &= 10^{((2,8135 - 1,313) (\text{Log}_{10} (20,5)))} \\ (\text{CBR}) &= 10^{(1,09)} \\ (\text{CBR}) &= 12,31\% \end{aligned}$$

Dari Tabel 8 di atas berdasarkan sumber (analisis data) hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menunjukkan nilai CBR pada STA 1+000. Hal ini dimaksudkan bahwa setiap segmen yang diberi jarak 100 m memiliki nilai CBR (*California Bearing Ratio*) yang berbeda-beda, dikarenakan hal tersebut sangat dipengaruhi oleh letak dan kondisi tanah dengan penjelesaian seperti pada Gambar 11 berikut :



Gambar 8. Grafik Kumulatif Penetrasi Tumbukan STA 1+000

Di Gambar 8 menunjukkan grafik kumulatif penetrasi tumbukan STA 1+000. Pada tumbukan ke 0 sampai tumbukan ke 30 memiliki nilai kumulatif penetrasi yaitu 0 mm sampai dengan 616 mm. Hal ini dimaksudkan bahwa terjadi peningkatan nilai kumulatif penetrasi di setiap tumbukan.

Dari hasil analisis daya dukung tanah pada *subgrade*/tanah dasar di jalan Dusun Mabulugo, Desa Mabulugo Kecamatan Kapuntori Kabupaten Buton, diperoleh nilai CBR pada STA 0+900 diperoleh grafik korelasi CBR-DDT dengan nilai DDT 6,21 dan nilai CBR 12,31 %.

3. Kesimpulan

Dari hasil pengujian nilai CBR sepanjang 1 Km dengan metode zig-zag dan setiap segmen dengan jarak 100 meter, sepanjang 1 Km menggunakan alat DCP pada perkerasan jalan tani Dusun Mabulugo, di dapatkan nilai CBR diatas 6% (>6%) ini berarti jalan perkerasan tersebut dapat dilakukan perencanaan perkerasan jalan.

Referensi

- [1] Bowles, Joseph E. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. Jakarta: Erlangga
- [2] Hardianto, R. (2004). *Pemanfaatan Limbah Pertanian Dan Agroindustri Sebagai Bahan Baku Untuk Pengembangan Industri Pakan Ternak Complete Feed. Program Magang Dan Transfer Teknologi Pakan*. Malang: BPTP Jawa Timur
- [3] Note, O. R. 1993). *A Guide To The Structural Design Of Bitumen Surfaced Roads In Tropical And Sub Tropical Countries*. United Kingdom: Transport Research Laboratory.
- [4] Sukirman, Silvia. (1999). *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: :Nova.
- [5] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.
- [6] Leni Sriharyani¹ dan Diah Oktami. 2016. <https://ojs.ummetro.ac.id/index.php/tapak/article/viewFile/128/104>