

PREDIKSI NILAI MODULUS RESILIEN LAPIS PONDASI ATAS BERDASARKAN NILAI DCP MENGGUNAKAN ALAT DYNAMIC CONE PENETROMETER PADA BEBERAPA TITIK JALAN KOTA BATAM

Mulyati¹⁾, Dian Hastari Agustina²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau Kepulauan
E-mail: mulyati_civil12@yahoo.co.id¹⁾, dian_rajendra@yahoo.com²⁾

ABSTRAK

Hal penting yang digunakan dalam desain struktur perkerasan jalan adalah daya dukung lapisan tanah dasar. Daya dukung lapisan tanah dasar atau tanah lapis pondasi bisa diprediksi dari nilai modulus resilien. Untuk mengetahui nilai modulus resilien bisa menggunakan persamaan rumus dari nilai DCP ataupun CBR. Uji DCP memiliki beberapa keunggulan dibandingkan CBR, antara lain alat yang digunakan sederhana, ekonomis, dan prosedur pelaksanaannya mudah dilakukan. Studi ini dilakukan untuk memprediksi nilai modulus resilien lapis pondasi berdasarkan nilai DCP. Metode pengujian dilakukan di laboratorium dan pengambilan data langsung di lapangan. Pengujian di laboratorium meliputi pemeriksaan kadar air, Batas cair dan batas plastis, Batas Susut serta Analisa Saringan. Pengujian laboratorium dilakukan untuk menentukan karakteristik tanah dari sampel yang diuji. Sedangkan pengujian langsung di lapangan dengan menggunakan alat DCP. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa karakteristik tanah dari empat sampel tanah di ruas jalan Patam-Tiban, Matakucing-Sekupang, Sei Temiang-Sekupang dan Tanjung Uncang-Simpang Basecamp diperoleh klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO termasuk dalam kelompok A – 2 – 4 atau Material Kerikil Berlanau atau Berlempung dan Pasir dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sangat baik sampai buruk. Sedangkan berdasarkan sistem USCS termasuk ke dalam kelompok SC (pasir berlanau, campuran pasir-lempung). Modulus resilien pada ruas jalan Patam-Tiban, Matakucing-Sekupang, Sei Temiang-Sekupang dan Tanjung Uncang-Simpang Basecamp yang didapat kecil sehingga tanah lapis pondasi pada jalan tersebut harus dipadatkan lagi.

Kata kunci : *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, Lapis pondasi atas Modulus Resilien (M_R)

ABSTRACT

The important thing used in the design of the pavement structure is the bearing capacity of the subgrade layer. Bearing capacity of the ground layer of subgrade or foundation layer can be predicted from the modulus of resilience. To determine the value of resilient modulus can use the formula equation of value DCP or CBR. DCP test has several advantages compared to CBR, among other tools used are simple, economical, and easy implementation procedures performed. Based on these advantages, the authors tried to do a study to predict the value of resilient modulus base course based on the DCP. This study used laboratory test and data collection in the field. Laboratory testing includes examining water content, liquid limit and plastic limit, shrinkage limit and Sieve Analysis. The laboratory tests conducted to determine the soil characteristics of the samples tested. Directly test by using the DCP to get the modulus of resilience. The result showed that the soil characteristics of four soil samples on roads plate-Tiban, Matakucing-Sekupang, Sei Temiang-Sekupang and Tanjung Uncang-Simpang Basecamp obtained soil classification system based on AASHTO included in group A-2-4 or silty or clayey gravel and sand. While based on the USCS system belongs to the group SC (clayey sand, sand-clay mixture). The result of resilient modulus on road Patam-Tiban is 2.49 MPa, Matakucing-Sekupang is 2.67 MPa, Sei Temiang-Sekupang is 2.60 Mpa and Tanjung Uncang-Simp is 2.59 MPa. The average value of resilient modulus is 2.59 MPa.

Keyword : *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, Base Course, Resilient Modulus (M_R)

1. PENDAHULUAN

Modulus resilien merupakan perbandingan antara nilai *deviator stress*, yang menggambarkan repetisi beban roda dan *recoverable strain*. Modulus resilien juga didefinisikan sebagai rasio antara tegangan maksimum roda terhadap regangan elastis material yang terjadi pada lapisan perkerasan jalan. Sehingga Modulus resilien berperan penting dalam penentuan batas maksimum tegangan beban terhadap regangan yang diterima suatu material diatas lapisan perkerasan jalan.

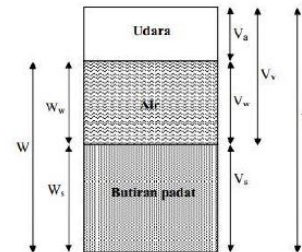
Hal penting yang juga digunakan dalam desain struktur perkerasan jalan adalah daya dukung lapisan tanah dasar dan tanah lapis pondasi. Untuk mengetahui nilai daya dukung keduanya digunakan nilai DCP ataupun CBR. Uji DCP memiliki beberapa keunggulan dibandingkan CBR, antara lain alat yang digunakan sederhana, ekonomis, dan prosedur pelaksanaannya mudah dilakukan. Berdasarkan keunggulan tersebut, penulis mencoba melakukan studi untuk memprediksi nilai modulus resilien lapis pondasi berdasarkan nilai DCP.

Penelitian ini memfokuskan pada nilai modulus resilien lapis pondasi berdasarkan uji DCP dengan memanfaatkan data parameter DCP di lapangan dengan sampel tanah di beberapa titik jalan kota Batam. Sedangkan data modulus resilien untuk masing-masing sampel didapatkan dengan metode pendekatan rumus, hingga didapatkan nilai modulus resilien lapis pondasi yang identik dengan nilai modulus resilien laboratorium.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995). Komposisi tanah terdiri dari udara, air dan butiran padat. Diagram fase tanah ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Fase Tanah

Batas konsistensi tanah sering juga disebut dengan batas-batas Atterberg. Batas-batas atterberg meliputi batas cair, batas plastis dan index plastisitas. Sedangkan untuk klasifikasi tanah didasarkan pada klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*)

2.2 DCP

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah dasar jalan langsung di tempat. Tes Penetrasi kerucut dinamis (DCPT) ini pada awalnya dikembangkan sebagai alternatif untuk mengevaluasi sifat-sifat perkerasan lentur atau tanah dasar.

Alat pengujian DCP terdiri dari komponen atas yaitu tangkai baja yang pada bagian ujung dipasang konus baja dengan ukuran dan sudut tertentu, dan pada bagian atas terdapat batang pengarah jatuh palu penumbuk. Metode DCP ini merupakan pengujian kekuatan lapisan perkerasan jalan baik itu berupa tanah dasar maupun pondasi bahan berbutir yang pengujiannya relatif cepat, yaitu dengan cara menekan ujung konus yang ditimbulkan oleh pukulan palu dengan beban dan tinggi jatuh tertentu menerus sampai kedalaman tertentu. Data DCP digunakan sebagai salah satu masukan dalam proses perencanaan jalan yaitu:

- a) Penentuan tebal perkerasan (*full depth pavement*) untuk bagian jalan yang direncanakan akan mendapatkan penanganan pelebaran jalan.

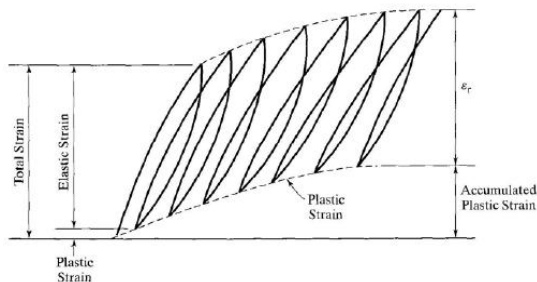
- b) Penentuan tebal lapis ulang (*overlay*) di atas jalan aspal apabila tidak dapat disediakan/tidak terdapat data Benkelman Beam.
- c) Penentuan tebal perkerasan untuk bagian jalan yang harus direkonstruksi.
- d) Penentuan tebal perkerasan jalan baru.

2.3. Modulus Resilien

Modulus resilien didefinisikan sebagai rasio tegangan siklik maksimum terhadap regangan resilien (elastis) yang dapat diperoleh melalui pembebanan berulang. Modulus resilien (MR) dihitung dari beban dan deformasi menggunakan persamaan berikut:

$$M_R = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r}$$

Dimana : M_R = resilient modulus
 σ_d = axial deviator stress
 ϵ_r = recoverable (resilient) strain.



Gambar 2. Regangan akibat beban siklik

Pengujian modulus resilient dapat dilakukan dengan :

- a) Laboratorium tes triaksial , dilakukan di tanah *Remoulded* atau sampel tanah terganggu dari lapangan. Uji laboratorium tes triaksial dilakukan untuk tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus..
- b) *Non - destruktif* tes dilakukan untuk memprediksi kapasitas struktural dan integritas struktural dari perkerasan jalan. *Non - destruktif* test untuk penentuan modulus resilient lapis pondasi bisa diperoleh dari pengujian menggunakan alat *Falling Weight deflectometer Test (FWD)* dan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*.

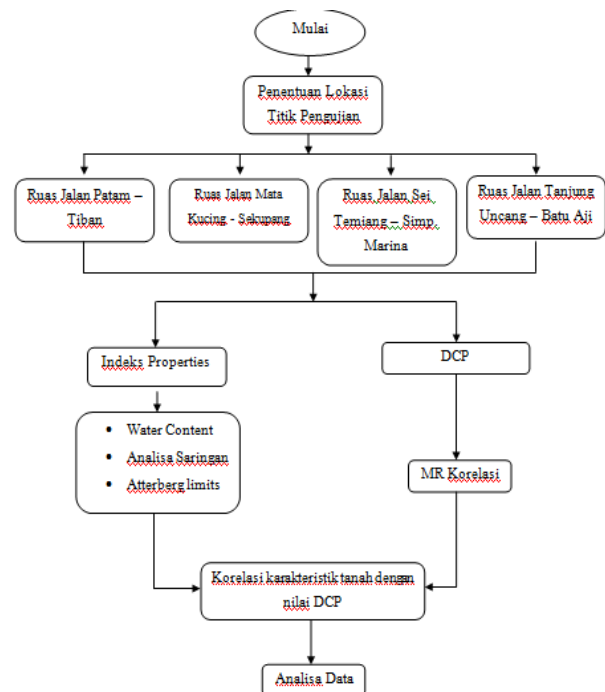
Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah. DCP sebagai parameter dalam penentuan nilai daya dukung telah memberikan suatu alternatif yang sederhana, ekonomis, dan mudah pelaksanaannya. Parameter lain yang juga berperan penting dalam design struktur perkerasan jalan yaitu nilai modulus resilien. Modulus resilien digunakan dalam analisis mekanik sistem *multilayer* untuk memprediksi perkerasan, retak beban roda dan keruntuhan. Sehingga pendekatan nilai modulus resilien dan DCP akan mempermudah dan mempercepat pekerjaan dalam desain struktur geoteknik. Persamaan yang akan digunakan adalah :

$$\text{Log } M_R = 3.12991 - 0.66116 \text{ Log DCPI}, r = 0.61 \text{ (Klu, 2011)}$$

Dimana :
 M_R = Modulus Resilien (MPa)
 DCPI = Nilai Dynamic Cone Penetrometer (mm/blow)

3. METODE PENELITIAN

Berikut ini adalah alur dari penelitian :



Gambar 3. Bagan Alur penelitian

Ruas jalan yang dijadikan sampel dalam penelitian ini adalah ruas jalan Patam – Tiban, Mata Kucing – Sekupang, Sei Temiang – Sekupang, Tanjung Uncang – Simpang Basecamp. Tanah perkerasan dari masing-masing ruas jalan di uji coba lapangan dan laboratorium. Uji lapangan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dan pengujian di laboratorium dengan mengambil sampel tanah untuk kemudian di *test water content*, *atterberg limits* dan analisa saringan. Pengujian DCP dilakukan pada setiap jarak 100 m arah memanjang dan 3 titik pada arah lebar, dan di setiap titik pengujian DCP diambil sampel tanah untuk selanjutnya dilakukan pengujian properties tanah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang didapat pada penelitian ini adalah berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Riau Kepulauan Batam, adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Properties Tanah

Ruas Jalan	No. Patuk	DCPI mm/tumbukan	Mr MPa
Patam-Tiban	I	18.55	195.5
	II	9.36	308
	III	4.55	495
Mata kucing-Sekupang	I	5.45	440
	II	5.45	440
	III	3.91	548
Sei temiang-Sekupang	I	6.55	390
	II	6.36	398
	III	5.91	417
Tanjung uncang-Simpang Basecamp	I	6.27	399
	II	6.45	394
	III	6.64	386

Dari data menunjukkan tanah merupakan jenis pasir berlempung/berlanau dengan nilai kadar air

antara 6,88% - 14,18%, batas cair 32% - 36%, bata plastis 17,07% - 24,33%, batas susut 15,75% - 21,09%, nilai indeks plastisitas 17,07% - 24,33% dan berat jenis 2,65 – 2,69.

Tabel 2. Hubungan DCPI dan Modulus Resilien (M_R) Lapis Pondasi

Tanah	Jenis Tanah	Analisa saringan	W(%)	LL	PL	PI	GS	SL
Mata Kucing - Sekupang	A-2-4	Halus 12%	6.88	32%	14.93%	17.07%	2.65	15.75 gr/cm ³
	SC	Kasar 87,6%						
Tanjung Uncang - Simp. Basecamp	A-2-4	Halus 12.2%	13.27	34%	16.67%	17.33%	2.67	20.49 gr/cm ³
	SC	Kasar 87.6%						
Patam - Tiban	A-2-4	Halus 19.4%	14.18	36%	11.67%	24.33%	2.68	21.09 gr/cm ³
	SC	Kasar 80.4%						
Sei Temiang - Sekupang	A-2-4	Halus 16%	12.00	32%	13.56%	18.44%	2.69	19.23 gr/cm ³
	SC	Kasar 84%						

Dari hasil pengujian DCP diperoleh data pada tabel 2, yang selanjutnya nilai tersebut dikorelasikan kepada nilai modulus resilien. Dari perhitungan diperoleh hasil yang ditunjukkan dalam tabel 2. Nilai DCP yang diambil pada tabel 2 adalah jumlah rata-rata dari penetrasi per pukulan (mm/blow). Dari nilai DCP yang ada kemudian dicari nilai modulus resilien. Dari empat sampel ruas jalan tersebut dapat diperoleh bahwa nilai DCP lapis fondasi atas pada ruas jalan Patam-Tiban antara 4,55-18,55 mm/blow, Mata kucing-Sekupang antara 3,91-5,45 mm/blow, Sei Temiang-Sekupang antara 5,91-6,55 mm/blow dan Tanjung Uncang-Simpang Basecamp antara 6,27 – 6,64 mm/blow. Sedangkan nilai modulus resilien (M_R) ruas jalan Patam-Tiban antara 195,5 - 495 MPa, Mata kucing-Sekupang antara 440 - 548 MPa, Sei Temiang-Sekupang antara 390 - 417 MPa dan Tanjung Uncang-Simpang Basecamp antara 386 - 394 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai DCPI (mm/blow) yang semakin kecil maka nilai modulus resilien lapis pondasi akan semakin meningkat. Begitu juga sebaliknya semakin besar nilai DCPI (mm/blow) maka nilai modulus resilien tanah semakin kecil. Nilai M_R berhubungan dengan kepadatan tanah sehingga

nilai M_R rendah, mengidentifikasi tanah belum padat. Dari nilai beberapa contoh tanah di ruas jalan kota Batam didapatkan kesimpulan bahwa pada lokasi Patam _Tiban didapati kepadatan yang tidak merata sehingga tanah lapis pondasi pada jalan tersebut perlu dipadatkan lagi untuk mendapatkan kepadatan yang seragam.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian lapangan dan laboratorium dalam penelitian ini diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Hasil uji karakteristik tanah dari empat sampel tanah di ruas jalan Patam-Tiban, Matakucing-Sekupang, Sei Temiang-Sekupang dan Tanjung Uncang-Simpang Basecamp maka diperoleh klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO yaitu termasuk dalam kelompok A – 2 – 4 atau Material kerikil atau pasir Berlanau atau Berlempung r dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sangat baik sampai baik. Sedangkan berdasarkan sistem USCS termasuk ke dalam kelompok SC (pasir berlanau, campuran pasir-lempung).
2. Dari Grafik Hubungan Modulus Resilien (M_R) dengan DCPI diperoleh makin kecil nilai DCPI maka semakin besar nilai modulus resilien lapis pondasi yang terjadi, dan sebaliknya semakin besar nilai penetrasi DCPI (mm/blow), maka makin kecil nilai modulus resilien lapis pondasi yang terjadi.
3. Pada lokasi Patam _Tiban didapati kepadatan yang tidak merata sehingga tanah lapis pondasi pada jalan tersebut perlu dipadatkan lagi untuk mendapatkan kepadatan yang seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyatmo, C.H, 2002, "Mekanika Tanah 1" Edisi ke-3, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] Klu, 2011, "Correlation between the dynamic cone penetration index and the subgrade resilient modulus obtained from the Falling Weight Deflectometer" (Doctoral Desertasi).
- [3] Mohammad, L.N., Herath, A., Abu-Farsakh, M.Y., Gaspard, K. and Gudishala, R., 2007,

"Prediction of resilient modulus of cohesive subgrade soils from dynamic cone penetrometer test parameters" *Journal of Materials in Civil Engineering*, 19(11), pp.986-992.

- [4] Smart, A.L. and Humphrey, D.N., 1999. "Determination of resilient modulus for Maine roadway soils ", (No. Technical Report ME 96-10).
- [5] SNI 03-1967-1990. Metode Pengujian Batas Cair Dengan Alat Casagrande, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [6] SNI 03-1967-1990. Metode Pengujian Batas Plastis Tanah, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [7] SNI 03-1967-1990. Metode Pengujian Kadar Air Tanah, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [8] Suaryana, N., Subagio, B.S., Kosasih, D. and Sjahdanulirwan, S., 2014, "Pengembangan Model Korelasi antara Modulus Resilien dengan Modulus Dinamis untuk Campuran Stone Matrix Asphalt", *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 21(2), pp.171-178.
- [9] Syahrudin A, 2010, "Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan", *Jurnal Aptek*, Vol. 2, No. 1, hal. 52-59.