

LIGHT WEIGHT DEFLECTOMETER (LWD) SEBAGAI KONTROL KUALITAS SECARA MEKANIS DARI MATERIAL PERKERASAN TANAH

Franky E. P. Lapian
Prodi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Yapis Papua
edwinlapian31031975@gmail.com

M. Tumpu¹
Prodi S2-Manajemen Bencana
Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin
tumpumiswar@gmail.com

Mansyur
Prodi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas SembilanBelas
November Kolaka
mansyurusn14@gmail.com

Abstract

There are several important issues that often become obstacles when carrying out road construction, including the unavailability of sufficient local materials to be used as materials in certain areas such as in the Papua region. So to meet the needs of materials for road construction such as crushed stone for coarse aggregate must be imported from outside Papua. This increases the cost of road construction. This study aims to analyze the quality of the soil pavement which consists of deflection, modulus of elasticity and deflection. This research was carried out in Merauke Regency, namely on the road that connects Merauke and Tanah Merah. The results showed that the average ELWD of the soil pavement was 367.00 MPa. The ELWD value of the soil pavement layer has an ELWD value of 7 times greater than the ELWD value of siliceous sand and 8 times greater than the ELWD value of calcareous sand. The results of the field tests that have been carried out illustrate that the asphalt pavement and soil pavement at the study site must be overlaid and reconstructed in various STAs in the study location.

Keywords: LWD, quality, mechanical, soil pavement

Abstrak

Terdapat beberapa persoalan penting yang sering menjadi hambatan, ketika melaksanakan pembangunan jalan, diantaranya adalah tidak tersedianya material lokal yang cukup untuk dimanfaatkan sebagai material pada daerah-daerah tertentu seperti di wilayah Papua. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan material untuk konstruksi jalan seperti batu pecah untuk agregat kasar harus didatangkan dari luar Papua. Hal ini meningkatkan biaya konstruksi jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas perkerasan tanah yang terdiri dari defleksi, modulus elastisitas dan lendutan. Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Merauke yaitu di ruas jalan yang menghubungkan Merauke dan Tanah Merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata E_{LWD} perkerasan tanah adalah 367,00 MPa. Nilai E_{LWD} lapisan perkerasan tanah memiliki nilai E_{LWD} lebih besar 7 kali dibandingkan dengan nilai E_{LWD} pasir yang mengandung silika (*siliceous sand*) dan lebih besar 8 kali dibandingkan dengan nilai E_{LWD} pasir berkapur (*calcareous sand*). Hasil pengujian lapangan yang telah dilakukan ini menggambarkan bahwa perkerasan aspal dan perkerasan tanah pada lokasi studi harus dilakukan overlay dan rekonstruksi pada berbagai STA yang ada di lokasi studi.

Kata Kunci: LWD, kualitas, mekanis, perkerasan tanah

¹ Corresponding Author: tumpumiswar@gmail.com

PENDAHULUAN

Kondisi infrastruktur jalan darat yang tidak memadai menjadikan jalur udara sebagai andalan untuk pengangkutan orang dan barang, termasuk berbagai kebutuhan pokok di Papua. Dalam kacamata ekonomi, hal tersebut menyebabkan mahalnya biaya distribusi, yang berarti secara otomatis juga menaikkan harga berbagai barang kebutuhan pokok tersebut, terutama di pedalaman Papua. Upaya untuk menurunkan biaya distribusi dari satu kabupaten ke kabupaten lain di wilayah Papua terus dilakukan pemerintah Indonesia melalui pembangunan infrastruktur jalan raya Trans - Papua.

Dalam rangka pembangunan infrastruktur jalan tersebut, ada beberapa persoalan yang sering menjadi hambatan. Salah satunya adalah tidak tersedianya material lokal di daerah-daerah tertentu, misalnya wilayah Papua bagian selatan seperti Kabupaten Merauke dan sekitarnya serta Papua bagian Utara seperti kabupaten Sarmi dan sekitarnya, dimana tidak terdapat material yang baik untuk dipergunakan sebagai material jalan (pasir, batu dan agregat berbutir). Oleh karena itu, untuk memenuhinya harus didatangkan dari luar Kabupaten Merauke bahkan dari luar pulau Papua seperti dari Sulawesi. Alternatif lain yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan perlakuan khusus terhadap tanah yang ada di Merauke sehingga paling tidak bisa mendekati standar perkerasan jalan.

Dalam rangka memanfaatkan material lokal, diperlukan penelitian yang bersifat inovatif dan aplikatif agar hasil penelitian benar-benar dapat bermanfaat untuk mengatasi masalah yang ada. Salah satu yang bisa dimanfaatkan adalah batu kapur yang banyak terdapat di Papua. Paling tidak bisa memperkecil *cost* dibandingkan bila harus didatangkan dari Sulawesi. Batu karang secara geologis disebut batu domato (batu lunak) yang merupakan batuan sedimen kimiawi yang terbentuk dari bahan-bahan organik (Hendarsin, 2002).

Lapisan tanah dasar atau *subgrade* merupakan lapisan tanah yang paling bawah dimana struktur lapisan perkerasan jalan (*subbase*, *base* dan *surface course*) diletakkan. Sifat lapisan tanah dasar sangat mempengaruhi tebal dan mutu perkerasan secara keseluruhan. Oleh sebab itu, dalam perencanaan tebal perkerasan jalan, data mengenai kondisi tanah dasar adalah penting dan mutlak untuk diketahui.

Kriteria kemampuan menerima beban secara berulang menentukan umur rencana perkerasan. Panduan desain perkerasan Australia (Austroads 2004 dalam Greg Arnold, 2012) menentukan umur lapisan yang mengandung semen dengan menggunakan kriteria kelelahan tarik yang berhubungan jumlah yang sumbu *equivalen* standar (ESA, *equivalent standard axles*) atau beban tarik berulang bersama regangan tarik yang timbul di dasar lapisan campuran yang menggunakan semen. Salah satu alat yang digunakan adalah alat uji bending dengan empat titik untuk menganalisa kemampuan fatik material granular yang mengandung semen. Pada awalnya alat ini secara luas digunakan untuk menganalisa kemampuan fatik dari campuran aspal (*Shell Bitumen Handbook*, 2015). Metode uji fatik dapat dilihat pada AASHTO T 321-07.

Kepadatan, lendutan dan elastisitas dari setiap lapisan tanah dasar, lapis pondasi (*base layer*) hingga lapisan campuran aspal merupakan parameter yang penting untuk mendesain suatu konstruksi jalan. Pengujian-pengujian konvensional yang biasanya dilakukan untuk evaluasi dan monitoring jalan tanpa penutup adalah antara lain *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP), CBR langsung, *Plate Bearing Test*, dll. Salah satu alat untuk menguji dan menganalisa lendutan dan elastisitas pada tanah, lapisan pondasi dan lapisan campuran aspal adalah LWD (*Light-Weight Deflectometer*). Ali Ebrahimi dan Tuncer B.E. 2011. menggunakan alat LWD (*Light-Weight Deflectometer*) untuk menganalisa lendutan dan resilient modulus dari tanah dasar yang dilapisi berbagai macam material permukaan yaitu material daur ulang dari aspal dan yang distabilisasi dengan agregat alam konvensional. Ch. Nageshwar Rao dkk., 2008, menggunakan LWD untuk menguji elastisitas tanah laterit yang telah dikupas permukaanya sedalam 30 cm. Elastisitas tanah laterit berdasarkan alat LWD adalah antara 25 MPa hingga 200 MPa.

MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Merauke yaitu di ruas jalan yang menghubungkan Merauke dan Tanah Merah. Waktu penelitian direncanakan 4 bulan yaitu dari bulan Februari 2019 sampai dengan bulan Juni 2019. Secara astronomi, Kabupaten Boven Digoel terletak diantara $4^{\circ}98' - 7^{\circ} 10'$ Lintang Selatan dan $139^{\circ}90' - 141^{\circ}$ Bujur Timur. Kabupaten Boven Digoel berbatasan dengan Kabupaten Yahukimo dan Kabupaten Pegunungan Bintang di sebelah utara, di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Merauke, di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Mappi dan di sebelah timur berbatasan dengan Negara Papua New Guinea. Seluruh wilayah Kabupaten Boven Digoel merupakan daerah yang tidak termasuk daerah pesisir dan juga daerah pegunungan, melainkan daerah yang berbukit-bukit di lokasi hamparan dengan kemiringan antara 0 sampai 15 derajat. Topografi Kabupaten Boven Digoel terdiri dari kontur-kontur yang menggambarkan perbedaan setiap jengkal wilayah di Kabupaten Boven Digoel. Kontur-kontur tersebut menggambarkan pula ketinggian wilayah Kabupaten Boven Digoel. Wilayah Kabupaten Boven Digoel berada pada ketinggian 0-1.000 meter di atas permukaan laut (dpl).

Karakteristik Fisik Tanah Laterit

Penelitian ini menggunakan tanah laterit yang berasal dari ruas Merauke - Tanah Merah, Papua. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian karakteristik tanah laterit yang telah dilakukan.

Tabel 1. Karakteristik fisik tanah laterit

No.	Karakteristik fisik	Hasil pemeriksaan
1	Berat jenis	2,58
2	Analisa saringan	>30% lolos no.200
	Batas-batas Atterberg	
3	a. Batas cair (LL)	46,10%
	b. Batas plastis (PL)	24,31%
	c. Indeks plastisitas (PI)	21,79%
4	Klasifikasi tanah	A-7-6 (Lempung plastisitas tinggi)

No.	Karakteristik mekanik	Hasil Pemeriksaan
	Pemadatan	
1	a. γ_{dry}	1,60 gr/cm ³
	b. W_{opt}	21,64%
2	Kuat tekan	0,44 MPa

Hasil pengujian analisa saringan menunjukkan tanah yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) lebih besar dari 76,03%, maka tanah dapat diklasifikasikan kedalam kelompok A-4; A-5; A-6; A-7. Batas cair (LL) = 46,10%; > 41% maka tanah tersebut masuk ke dalam kelompok A-5. Indeks plastisitas (PI) = 21,79 % maka masuk ke dalam kelompok A-5 (PI<10%) dan A-7 (PI>11%).

Tanah tersebut dapat diklasifikasikan kedalam kelompok A-7-5 (PL>30%) dan A-7-6 (PL<30%). Dengan batas plastis (PL) = 24,31%; <30% maka tanah tersebut masuk kedalam kelompok A-7-6. Tanah laterit yang digunakan dalam penelitian ini berada pada kelompok A-7-6 dan termasuk klasifikasi tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Berdasarkan buku 7 Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan (Lapis Pondasi Tanah Kapur) Dirjen Bina Marga Tahun 2006 bahwa tanah yang digunakan untuk pondasi tanah yang distabilisasi dengan kapur adalah tanah yang tergolong sebagai tanah lempung dan termasuk tanah ekspansif.

Karakteristik Kimia Tanah Laterit

Tabel 2 memperlihatkan karakteristik kimia tanah laterit. Unsur utama dalam tanah laterit ini adalah SiO₂ sebanyak 73,74%, Al₂O₃ sebanyak 17,49% dan Fe₂O₃ sebanyak 5,61% sedangkan unsur minor yaitu TiO₂ sebesar 1,82%, MgO sebesar 0,7%, ZrO₂ sebesar 0,23%, K₂O sebesar 0,14%, SO₃ sebesar 0,10% dan Cl sebesar 0,05%.

Tabel 2. Karakteristik kimia tanah laterit

Unsur	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	ZrO ₂	K ₂ O	SO ₃	Cl
Kandungan (%)	73,74	17,49	5,61	1,82	0,7	0,23	0,14	0,10	0,05

Hasil Pengujian California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium

Hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) campuran tanah laterit diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian CBR laboratorium

No.	California Bearing Ratio (CBR) (%)
1	8,2
2	8,9
3	8,7
4	8,3
5	8,5
Rata-rata	8,5

Pengujian Lentutan Jalan dengan Alat LWD

Pengujian modulus elastisitas dilakukan di lapangan dengan menghampar pada lokasi yaitu campuran tanah laterit, kapur padam dan semen. Pengujian ini menggunakan alat LWD (*Light Weight Deflectometer*). Pedoman pengujian LWD adalah pedoman metoda uji lentutan menggunakan *Light Weight Deflectometer* Pd-03-2016-B, SE Menteri PUPR No/19/SE/M/2016. Pengoperasian alat LWD yang dilakukan oleh 1 sampai 2 orang teknisi.

Alat LWD digunakan untuk pengukuran lentutan pada permukaan perkerasan tanpa penutup, digunakan untuk mengukur kekuatan struktur lapisan (dalam parameter modulus elastisitas) dan digunakan untuk jalan yang bervolume lalu lintas rendah. Adapun prosedur pengujian lentutan dengan menggunakan alat LWD berdasarkan pedoman metoda uji lentutan menggunakan *Light Weight Deflectometer* Pd-03-2016-B, SE Menteri PUPR No/19/SE/M/2016 adalah :

- Meletakkan alat *Light Weight Deflectometer* pada titik pengujian. Kemiringan permukaan lapisan yang biasa diuji dengan LWD adalah maksimum 4%. Untuk lapisan granular direkomendasikan menggunakan lapisan tipis pasir pada titik pengujian. Hal ini untuk mendapatkan permukaan kontak yang seragam antara pelat pembebanan dan permukaan lapisan.
- Memeriksa sekali lagi posisi pelat pembebanan dan sensor *geophone*.
- Mengangkat beban pada ketinggian tertentu sampai mencapai level tegangan yang diinginkan dan kemudian jatuhkan sehingga menimbulkan beban impact pada pelat pembebanan.
- Melakukan pengujian pada titik tersebut minimum 2 kali. Apabila perbedaan hasil pengujian 1 dan 2 lebih besar dari 3%, mencatat perbedaan ini dalam laporan. Pengujian ketiga dibutuhkan apabila hal ini terjadi.
- Untuk pengujian pada lapisan granular, juga dicatat besarnya kadar air lapangan.

Analisis Data

Analisis data dengan menggunakan alat LWD laboratorium prinsipnya sama dengan analisis data dengan menggunakan alat LWD lapangan yaitu dengan sistem komputerisasi. Berdasarkan elastis Boussinesq, hubungan antara tekanan dan perpindahan yang diterapkan di dalam tanah untuk kasus basa kaku atau fleksibel yang terletak pada ruang setengah elastis dapat diturunkan seperti pada persamaan 1.

$$E = \frac{(1 - \nu^2) \times \sigma_0 \times a}{d_0} \times f \quad (1)$$

dimana:

- E = modulus elastisitas (MPa)
- d0 = penurunan yang diukur (mm)
- v = Rasio Poisson
- σ_0 = tegangan terapan (MPa)
- a = jari-jari pelat (mm)
- f = faktor bentuk tergantung pada distribusi tegangan

Modulus permukaan (modulus lapisan permukaan) adalah dihitung dari defleksi permukaan menggunakan persamaan Boussinesq:

$$E_0(0) = 2(1 - \mu^2) \sigma_0 a / D(0) \quad (2)$$

$$E_0(r) = (1 - \mu^2) \sigma_0 a^2 / (r D(r)) \quad (3)$$

Dalam kasus Zorn LWDs, gaya yang diterapkan dari massa jatuh diukur di laboratorium dan digunakan untuk semua perhitungan modulus permukaan untuk alat LWD. Persamaan 14 dapat digunakan untuk memperkirakan beban yang diterapkan untuk Zorn LWDs.

$$F_z = \sqrt{2 \times m \times g \times h \times k} \quad (4)$$

dimana :

- F_z = Estimasi besarnya gaya (N)
- m = Massa beban dari alat LWD (kg)
- g = Besarnya percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
- h = Tinggi jatuh beban dari alat LWD (m)
- k = Konstanta karet buffer (362396,2 N/m)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian lapangan perkerasan tanah berupa pengujian lendutan dengan menggunakan alat *Light Weight Deflectometer* (LWD) dilaksanakan di ruas jalan Merauke – Tanah Merah, Provinsi Papua. Selama pengujian, penurunan atau deformasi dari pelat bantalan dicatat untuk setiap pukulan. Pada setiap titik uji jumlah pukulan yang diberikan adalah 3 kali. Selain pengujian lapangan dilaksanakan dengan menggunakan alat LWD, juga dilakukan pengujian lapangan berupa pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) langsung (lapangan). Tabel 4 memperlihatkan nilai rata-rata frekuensi angular (ω), standar deviasi (σ_w) dan koefisien variasi (COV_w) dari hasil pengujian LWD untuk perkerasan tanah serta hasil pengujian CBR lapangan.

Tabel 4. Hasil pengujian LWD pada perkerasan tanah

Titik Uji	STA	ω	σ_w (mm)	COV _w (%)	ELWD (MPa)	CBR lapangan (%)
1	0 + 010	0,141	0,071	0,5	86	8,6
2	0 + 011	0,138	0,060	0,4	88	8,8
3	0 + 012	0,250	0,131	0,5	87	8,7
4	0 + 013	0,137	0,076	0,6	93	9,3
5	0 + 014	0,184	0,090	0,5	87	8,7
6	0 + 015	0,153	0,100	0,6	91	9,1
7	0 + 016	0,207	0,055	0,3	130	13,0
8	0 + 017	0,163	0,056	0,3	141	14,1
9	0 + 018	0,138	0,067	0,5	177	17,7
10	0 + 019	0,128	0,063	0,5	235	23,5
11	0 + 020	0,122	0,074	0,6	240	24
12	0 + 021	0,133	0,064	0,5	244	24,4
13	0 + 022	0,127	0,076	0,6	369	36,9
14	0 + 023	0,130	0,065	0,5	937	93,7
15	0 + 023	0,150	0,105	0,7	886	88,6
16	0 + 024	0,143	0,086	0,6	1977	197,7

Catatan: COV = Koefisien variasi

Pada Tabel 4 terlihat nilai E_{LWD} berkisar antara 86 MPa dan 1977 MPa sedangkan nilai koefisien variasi adalah sebesar 0,4%. Koefisien variasi (COV) yang diperoleh dalam penyelesaian dan hasil pengujian dari lokasi uji pada lapisan perkerasan tanah ditemukan berada pada nilai sebesar 0,4% untuk seluruh lokasi pengujian (Tabel 4). Modulus deformasi lapisan perkerasan aspal diperoleh dengan nilai yang berkisar antara 86,00 sampai dengan 1977,00 MPa. Nilai modulus deformasi yang diperoleh sangat bervariasi pada setiap lokasi pengujian, hal ini disebabkan karena variasi dalam pemadatan energi. Selain itu, hasil pengujian CBR lapangan juga berkisar antara 8,6% hingga 197,7%. Nilai CBR lapangan tersebut berkorelasi dengan nilai modulus elastisitas dengan menggunakan alat LWD.

Hubungan Antara Titik Pengujian dengan Nilai Defleksi (D)

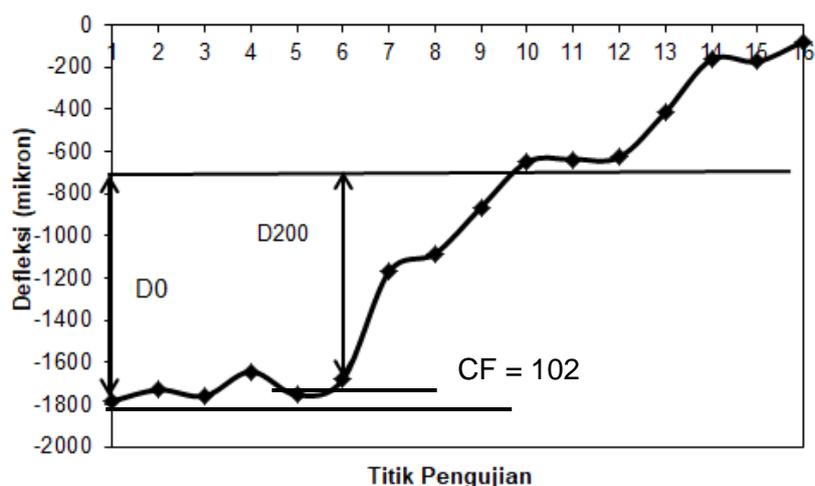
Gambar 1 memperlihatkan hubungan antara titik pengujian LWD dengan nilai defleksi yang dihasilkan pada perkerasan tanah. Di dalam metode desain perkerasan (MDP, 2013) data defleksi LWD dapat dijadikan sebagai dasar untuk penentuan penanganan overlay dan rekonstruksi. Parameter yang dapat digunakan adalah fungsi lengkung (*curvature function*).

$$CF = D_0 - D_{200} = 1782,4 - 1680,4 = 102 \text{ mikron} \quad (5)$$

Keterangan:

D₀ = Defleksi di titik pembebanan

D₂₀₀ = Defleksi di titik sejauh 200 mm dari pusat pembebanan

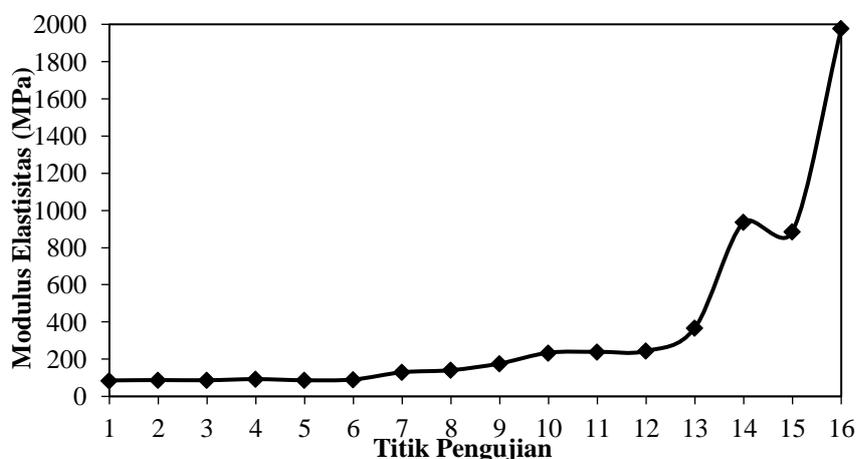


Gambar 1. Hubungan antara titik pengujian dengan nilai defleksi

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa nilai CF yang didapatkan adalah 120,0 mikron atau 0,102 mm. Berdasarkan Tabel MDP, nilai CF sebesar 0,102 mm mengisyaratkan bahwa perkerasan aspal pada ruas tersebut sudah harus di overlay dengan memperhatikan kaidah-kaidah perkerasan jalan seperti tanah tersebut harus dilakukan perbaikan tanah (stabilisasi tanah) sebelum dilakukan penghamparan material perkerasan.

Hubungan Antara Titik Pengujian dengan Nilai Modulus Elastisitas (EVD0)

Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara titik pengujian dengan modulus elastisitas pada perkerasan tanah. Terlihat bahwa nilai modulus elastisitas dari alat LWD yang dihasilkan pada masing-masing titik pengujian bervariasi bergantung pada kepadatan masing-masing titik pengujian. Nilai modulus elastisitas terbesar pada titik pengujian 16 sebesar 1977,0 MPa sedangkan nilai modulus elastisitas yang terkecil pada titik pengujian 1 sebesar 86,0 MPa.

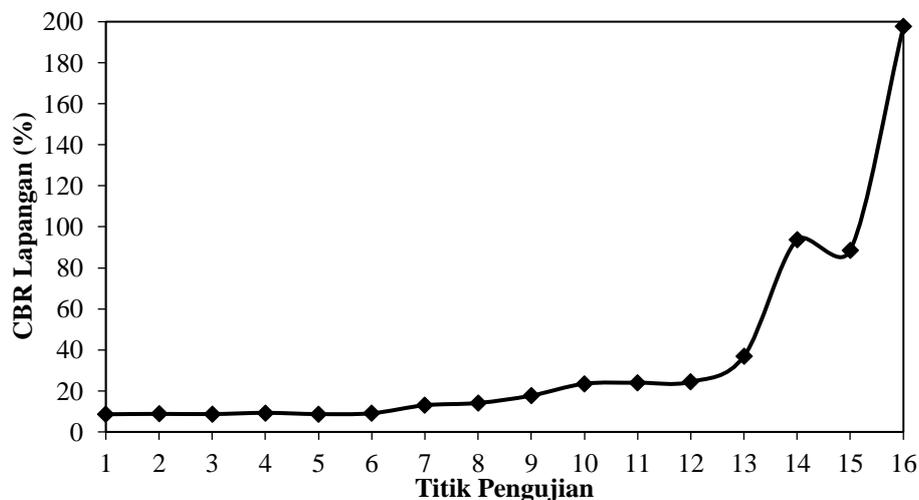


Gambar 2. Hubungan antara titik pengujian dengan nilai modulus elastisitas (EVD0)

Berdasarkan buku Pedoman Metoda Uji Lendutan menggunakan *Light Weight Deflectometer* (LWD) (Pd 03 – 2016 – B) mensyaratkan bahwa jika nilai EVD0 ≥ 250 MPa maka lapis perkerasan tersebut harus diberikan penanganan yaitu overlay sedangkan jika nilai EVD0 ≤ 250 MPa maka lapisan perkerasan tersebut harus di rekonstruksi. Dengan demikian, berdasarkan hasil pengujian EVD0 terlihat bahwa perkerasan tanah yang ada pada ruas jalan Merauke – Tanah Merah, Provinsi Papua harus di overlay.

Hubungan Antara Titik Pengujian dengan Nilai CBR Lapangan

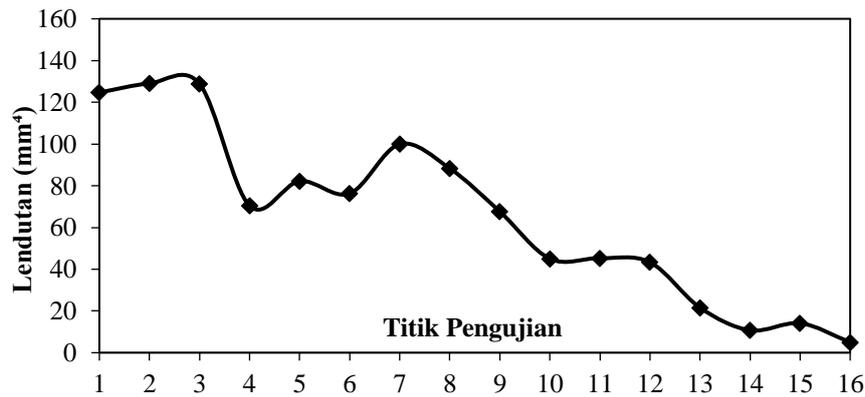
Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara titik pengujian dengan nilai CBR lapangan perkerasan tanah. Nilai CBR lapangan yang dihasilkan berkorelasi dengan nilai modulus elastisitas yang dihasilkan dari pengujian LWD. Terlihat pula bahwa nilai CBR lapangan bergantung pada kepadatan masing-masing titik pengujian yang dilakukan di lokasi studi. Nilai CBR lapangan terbesar pada titik pengujian 16 sebesar 197,7% sedangkan nilai modulus elastisitas yang terkecil pada titik pengujian 1 sebesar 8,6%. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa nilai CBR lapangan rata-rata pada ruas tersebut dengan 16 titik pengujian memiliki nilai CBR lapangan yang kecil yaitu dengan rata-rata 36,7% dengan rekomendasi adalah ruas tersebut harus di overlay berdasarkan kaidah-kaidah perkerasan aspal.



Gambar 3. Hubungan antara titik pengujian dengan nilai CBR lapangan

Hubungan Antara Titik Pengujian dengan Nilai Lendutan

Gambar 4 memperlihatkan hubungan antara titik pengujian dengan nilai lendutan yang dihasilkan dari perkerasan tanah. Terlihat bahwa nilai lendutan yang dihasilkan bervariasi pada masing-masing titik pengujian. Berdasarkan buku Pedoman Metoda Uji Lendutan menggunakan *Light Weight Deflectometer* (LWD) (Pd 03 – 2016 – B) mensyaratkan bahwa jika nilai lendutan > 41 mm⁴ maka jalan tersebut harus di rekonstruksi sedangkan jika nilai lendutan yang dihasilkan < 41 mm⁴ maka jalan tersebut harus di overlay.



Gambar 4. Hubungan antara titik pengujian dengan nilai lendutan

Pada titik pengujian 13, 14, 15 dan 16 terlihat bahwa nilai lendutan yang dihasilkan $< 41 \text{ mm}^4$. Sehingga pada titik itu harus diberikan penanganan berupa overlay sedangkan pada titik pengujian 1 hingga 12 nilai lendutan yang dihasilkan $> 41 \text{ mm}^4$ dan harus diberikan penanganan berupa rekonstruksi. Secara garis besar terlihat bahwa perkerasan asphalt pada ruas jalan Merauke – Tanah Merah, Provinsi Papua harus diberikan penanganan berupa overlay.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata E_{LWD} perkerasan tanah adalah 367,00 MPa. Nilai E_{LWD} lapisan perkerasan tanah memiliki nilai E_{LWD} lebih besar 7 kali dibandingkan dengan nilai E_{LWD} pasir yang mengandung silika (*siliceous sand*) dan lebih besar 8 kali dibandingkan dengan nilai E_{LWD} pasir berkapur (*calcareous sand*). Hasil pengujian lapangan yang telah dilakukan ini menggambarkan bahwa perkerasan asphalt dan perkerasan tanah pada lokasi studi harus dilakukan overlay dan rekonstruksi pada berbagai STA yang ada di lokasi studi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Ebrahimi dan Tuncer B.E. 2011. Light-weight Deflectometer for Mechanistic Quality Control of Base Course Materials, ice proceedings, pp : 1-10.
- Amr F. Elhakim, Khaled Elbaz, dan Mohamed I. Amer. 2013. The Use of Light Weight Deflectometer for In Situ Evaluation of Sand Degree of Compaction, Volume 10 Issue 3, pp : 298-307.
- Arnold, G, C Morkel dan G van der Weshuizen 2. 2011 Development of tensile fatigue criteria for bound materials. NZ Transport Agency research report 463. 135p.
- Austrroads. 1992. Pavement design – a guide to the structural design of road pavements. AP17/92, Austrroads, Sydney.
- B. Thagesen. 1996. Tropical Rocks and Soil, In: *Highway and Traffic Engineering in Developing Countries*: B, Thagesen, ed. Chapman and Hall, London.

- Ch. Nageshwar Rao, Varghese George, and R. Shivashankar. 2008. PFWD, CBR and DCP Evaluation of Lateritic Subgrades of Dakshina Kannada, India. The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG) 1-6 October, Goa, India, pp. 441-4423.
- EN Standard 1971. 2000. Composition, specification and conformity criteria for common cements. ENV 197-1: 1992. European Standard Norme Europeenne Europaische Norm.
- Nageshwar Rao, Varghese George dan R. Shivashankar. 2008. PFWD, CBR and DCP Evaluation of Lateritic Subgrades of Dakshina Kannada, India, The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG), pp. 4417-4423.
- Nils Ryden dan Michael A. Mooney. 2009 Analysis of surface waves from the light weight deflectometer, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 29, pp. 1134–1142.