

Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2013 Dan Metode *Asphalt Institute* 1991 Dengan Program *Kenpave* (Studi Kasus : Jalan Tempel – Pakem Sta. 0+000 Sampai Sta. 7+800, Sleman, D. I. Yogyakarta)

Evaluation of Flexible Pavement Thickness with Manual Desain Perkerasan 2013 Method and Asphalt Institute 1991 Method using Kenpave Program (Case Study : Tempel – Pakem Road Sta. 0+000 to Sta. 7+800, Sleman, D. I. Yogyakarta)

Edwin Normansyah, Anita Rahmawati

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Pembangunan infrastruktur jalan berperan penting dalam perkembangan sistem transportasi nasional, sehingga diperlukan perencanaan perkerasan jalan yang sesuai dengan prosedur dan memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan tebal perkerasan jalan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2013 dan Metode *Asphalt Institute* 1991 kemudian menganalisis kemampuan jalan dalam mengalami retak lelah dan retak alur menggunakan program *Kenpave*. Berdasarkan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2013 didapatkan lapis permukaan 4 cm (AC-WC), lapis permukaan 13,5 cm (AC-BC), lapis pondasi atas 15 cm (CTB) dan lapis pondasi bawah 15 cm (LPA Kelas A). Untuk metode *Asphalt Institute* 1991 didapatkan lapis permukaan 10 cm (Laston MS 744), lapis pondasi atas 15 cm (*Untreated Aggregate Base*), dan lapis pondasi bawah 15 cm (*Untreated Aggregate Base*). Hasil evaluasi program *Kenpave* didapatkan pada metode Manual Desain Perkerasan 2013 memiliki nilai untuk retak lelah (Nf) sebesar 1.523.689,174 ESAL dan untuk retak alur (Nd) sebesar 2.120.504,247 ESAL lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) 13.374.491,14 ESAL, sedangkan pada metode *Asphalt Institute* memiliki nilai untuk retak lelah (Nf) sebesar 42.569,280 lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) dan untuk retak alur (Nd) sebesar 246.823,076 ESAL lebih besar dari nilai beban rencana (Nr) 316692,908 ESAL. Dapat disimpulkan hasil tebal perkerasan yang dianalisis menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2013 dan metode *Asphalt Institute* 1991 mampu menahan beban lalu lintas selama umur rencana perkerasan jalan.

Kata Kunci: *Asphalt Institute* 1991, *Kenpave*, Manual Desain Perkerasan 2013, Perkerasan Lentur, Umur Rencana,

Abstract. Construction of road infrastructure was instrumental in the development of the national transport system, so that the necessary planning of road roughness which in accordance with the procedures and provide comfort and safety for road users. This research aims to plan road roughness use their thick Manual Desain Perkerasan Method and *Asphalt Institute* 1991 Method then analyze the ability of roads in experiencing fatigue cracking and rutting using *Kenpave* program. Based on the results of the calculation of thick layers of roughness using Manual Desain Perkerasan 2013 Method obtained surface layers of 4 cm (AC-WC), coats the surface of 13.5 cm (AC-BC), the base layer of 15 cm (CTB) and and sub-base layer of 15 cm (LPA Grade A). For the *Asphalt Institute* 1991 method obtained a surface layer of 10 cm (Laston MS744), the base layer of 15 cm (*Untreated Aggregate Base*), and sub-base layer of 15 cm (*Untreated Aggregate Base*). *Kenpave* program evaluation results obtained on Manual Desain Perkerasan 2013 Method has value for fatigue cracking (Nf) of 1.523.689,174 ESAL and rutting (Nd) of 2.120.504,247 ESAL smaller than the value of the load plan (Nr) 13.374.491,14 ESAL, while at *Asphalt Institute* 1991 Method has value for fatigue cracking (Nf) of 42.569,280 ESAL smaller than the value of the load plan (Nr) and for rutting (Nd) of 246.823,076 ESAL smaller than the value of the load plan (Nr) 316.692,908 ESAL. It can be concluded that the results of thick roughness were analyzed using Manual Desain Perkerasan 2013 method and *Asphalt Institute* 1991 method able to withstand traffic loads during the life design of road roughness

Keyword: *Asphalt Institute* 1991, *Kenpave*, Manual Desain Perkerasan 2013, Flexible Pavement, Life Design

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur jalan sangat mempengaruhi tingkat pertumbuhan lalu lintas pada suatu wilayah karena berhubungan dengan mobilitas masyarakat. Kekuatan dan keawetan jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Empat tantangan terhadap kinerja aset di Indonesia adalah beban berlebih, temperatur perkerasan tinggi dan tanah lunak (Romauli dkk., 2016)

Pembuatan struktur perkerasan jalan bertujuan untuk mengurangi tekanan akibat beban roda sehingga, tekanan yang diterima oleh tanah dasar berkurang. Ketika kendaraan bergerak akan timbul tegangan dinamis akibat pergerakan kendaraan ke atas dan ke bawah karena ketidakrataannya perkerasan, beban angin dan sebagainya (Wignall, 2004).

Sifat penyebaran gaya yang diterima pada setiap lapisan perkerasan berbeda karena semakin kebawah akan semakin kecil. Setiap lapisan permukaan harus mampu menahan gaya vertikal dan getaran yang diakibatkan oleh beban lalu lintas, jadi kapasitas dukung perkerasan lentur bergantung pada karakteristik distribusi beban dari sistem lapisan pembentuknya.

Apabila muatan berlebihan atau lapisan tersebut kehilangan kekuatannya pengulangan beban mengakibatkan terjadinya gelombang dan retakan pada akhirnya menyebabkan keruntuhan.

Nilai CBR juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap umur suatu konstruksi perkerasan dan tebal lapisan pada struktur jalan (Akbar dkk., 2015).

Dalam merencanakan struktur perkerasan jalan terdapat beberapa metode Bina Marga (Indonesia), AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), *Road Notes* (Inggris), *Asphalt Institute* (Amerika Serikat) dan *Austroroads* (Australia). Metode tersebut memiliki beberapa parameter yang berbeda dalam merencanakan tebal perkerasan jalan. Dalam penelitian ini akan menganalisis tebal perkerasan jalan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2013 dari Bina Marga dan metode *Asphalt Institute* 1991. Setelah didapatkan nilai tebal perkerasan jalan dilakukan evaluasi menggunakan program *Kenpave* untuk

mengetahui kemampuan jalan dalam menahan beban lalu lintas rencana.

Prosedur perencanaan perkerasan berdasarkan bahwa perkerasan dapat dimodelkan sebagai beberapa lapisan atau struktur *visco elastic* dalam sebuah elastitas atau pondasi *visco elastic* (Simanjuntak dan Muis, 2014)

Program *Kenpave* merupakan *software* untuk menganalisa tebal perkerasan dari tanah dasar, lapis pondasi hingga lapis permukaan, *software* ini dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E. Professor Emeritus dari *Civil Engineering University of Kentucky*. *Kenpave* mengkombinasikan *Kenslabs* untuk *rigid pavement* dan program *Kenlayer* untuk *flexible pavement* (Muniandy dkk., 2013). Data yang diperlukan untuk menginput ke dalam Program *Kenpave* berupa data karakteristik dan material perkerasan jalan, seperti *poisson ratio*, modulus elastisitas, tekanan ban, beban roda dan koordinat dimana tegangan regangan terjadi (Dinata dkk., 2017).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Ruas Jalan Tempel – Pakem dari Sta. 0+000 sampai Sta. 7+800. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi D. I. Yogyakarta. Berikut ini merupakan data yang digunakan dalam penelitian

a. Data lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Data LHR merupakan data sekunder yang didapatkan dari Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi D. I. Yogyakarta.

b. Nilai pertumbuhan lalu lintas

Nilai pertumbuhan lalu lintas yang didapatkan dari data sekunder sebesar 4,28 %

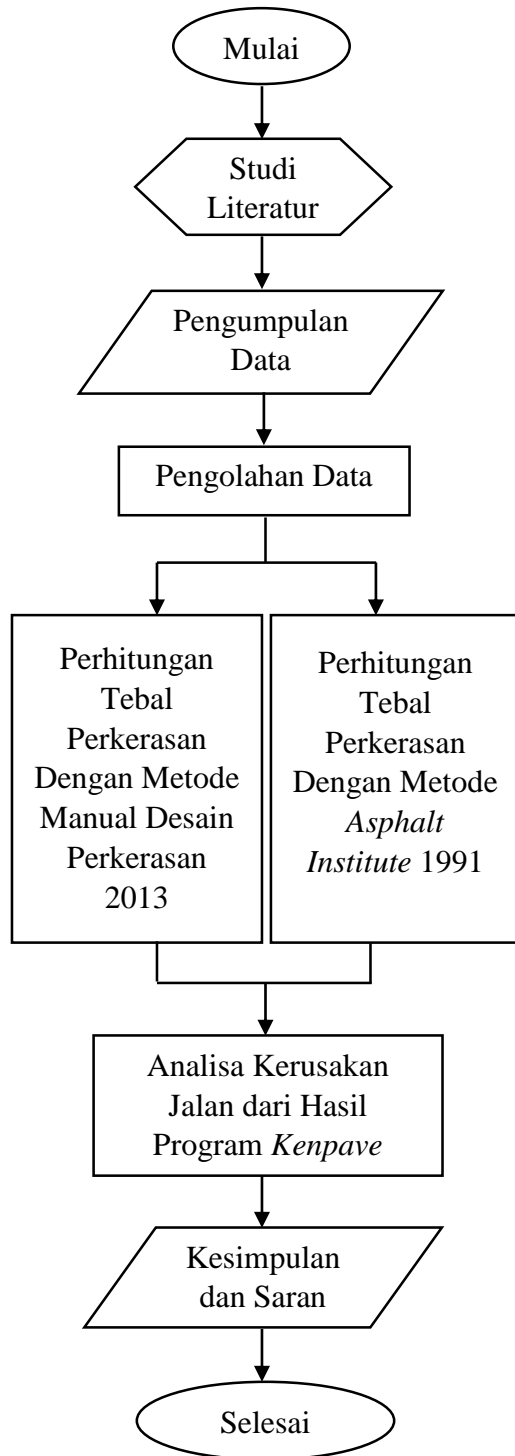
c. Nilai CBR

Nilai CBR yang diperoleh dari data sekunder sebesar 6,55 %

d. Data Temperatur Udara

Data temperatur udara rata-rata daerah Sleman sebesar 26,4°C

e. Bagan Alir Tahapan Penelitian



Gambar 1 Bagan Alir Tahapan Penelitian

3. Analisis Tebal Perkerasan

Metode Manual Desain Perkerasan 2013

Metode Manual Desain Perkerasan 2013 merupakan metode yang memberikan pendekatan perencanaan dan desain untuk merencanakan tebal lapis tambah (*overlay*)

pada struktur perkerasan jalan. Untuk Parameter perancangan tebal perkerasan metode Manual Desain Perkerasan 2013 dapat dilihat pada Tabel 1

Metode *Asphalt Institute 1991*

Metode *Asphalt Institute* merupakan metode yang menerapkan teori lapis elastis pada perkerasan. Metode ini lebih berfokus pada hukum mekanika untuk memprediksi regangan dan tegangan kritis dari hubungan kekuatan tanah dengan kondisi lalu lintas pada tebal perkerasan. Lalu lintas dinyatakan dengan muatan gandar tunggal 18 kN (18.000 lb) yang diterima pada perkerasan berupa dua set roda gandar. Pada metode ini material setiap lapisan pada perkerasan ditandai dengan modulus elastisitas dan *poisson ratio*. Untuk Parameter perancangan tebal perkerasan metode *Asphalt Institute 1991* dapat dilihat pada Tabel 2

Analisis Kerusakan Jalan

Berdasarkan dari hasil analisis program *Kenpave* didapatkan data *Horizontal Strain* dan *Vertical Strain*. Data ini digunakan untuk menghitung nilai retak leleh dan retak alur menggunakan persamaan metode *Asphalt Institute*.

a. Retak Leleh (*Fatigue Cracking*)

Kelelahan (*fatigue*) adalah konsep menilai campuran beraspal yang didasarkan hubungan tegangan dan regangan dengan umur rencana (Indrayati, 2017). Persamaan untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tarik dibawah lapis permukaan.

$$N_f = 0,0796 (et)^{-3,291} (E)^{-0,854} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- N_f = Jumlah repetisi beban.
- et = Regangan Tarik bagian bawah lapis permukaan.
- E = Modulus elastis lapis permukaan.

b. Retak Alur (*rutting*)

Persamaan untuk mencari jumlah repetisi beban berdasarakan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon c)^{-4,447} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- N_d = Jumlah repetisi beban.
- εc = Regangan tekan pada bagian bawah lapis pondasi bawah

Tabel 1 Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan Metode Manual Desain Perkerasan 2013

Parameter	Keterangan
Kelas Jalan	Arteri
Umur Rencana	20 Tahun
Pertumbuhan Lintas	Lalu- 4,28%
CBR Rencana	6,55%
Material Perkerasan	Lapisan
Lapis Permukaan	AC-WC
Lapis Permukaan	AC-BC
Lapis Pondasi Atas	CTB (<i>Cement Treated Base</i>)
Lapis Pondasi Bawah	LPA Kelas A
Distribusi Lajur (D_L)	80 %
<i>Traffic Multiplier</i> (TM)	2

Tabel 2 Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan Metode *Asphalt Institute* 1991

Parameter	Keterangan
<i>Growth Factor</i> (GF)	30,658
Koefisien Distribusi pada Jalur Rencana (C)	0,5
CBR	6,55 %
Temperatur Udara	26,4°C
Material Lapisan Perkerasan	
Lapisan Permukaan	Laston MS744
Lapisan Pondasi Atas	<i>Untreated Aggregate Base</i>
Lapisan Pondasi Bawah	<i>Untreated Aggregate Base</i>

4. Hasil Analisis Tebal Perkerasan

Dari hasil analisis tebal perkerasan lentur berdasarkan Metode Manual Desain Perkerasan 2013 dan Metode *Asphalt Institute* 1991 didapatkan hasil tebal perkerasan seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Analisis Metode Manual Desain Perkerasan 2013

Lapisan	Material	Tebal
Permukaan	AC-WC	4 cm
Permukaan	AC-BC	13,5 cm

Tabel 3 Hasil Analisis Metode Manual Desain Perkerasan 2013 (Lanjutan)

Lapisan	Material	Tebal
Pondasi Atas	CTB (<i>Cement Treated Base</i>)	15 cm
Pondasi Bawah	LPA Kelas A	15 cm

Tabel 4 Hasil Analisis Metode *Asphalt Institute* 1991

Lapisan	Material	Tebal
Permukaan	Laston MS 744	10 cm
Pondasi Atas	<i>Untreated Aggregate Base</i>	15 cm
Pondasi Bawah	<i>Untreated Aggregate Base</i>	15 cm

5. Analisis Kerusakan Menggunakan Program *Kenpave*

Setelah menganalisis tebal perkerasan dilakukan evaluasi tebal perkerasan menggunakan program *Kenpave*. Data yang digunakan seperti tebal perkerasan, *poisson ratio*, beban roda, jarak antar roda dan tekanan roda.

Input Data

Untuk memasukkan data pada program *Kenpave* diperlukan nilai modulus elastisitas dan *poisson ratio*. Nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Nilai Modulus Elastisitas dan *Poisson Ratio* Metode Manual Desain Perkerasan 2013

Surface AC-WC dan AC-BC	Modulus Elastisitas <i>Poisson Ratio</i>	1.200.000 kPa 0,4
Base	Modulus Elastisitas <i>Poisson Ratio</i>	500.000 kPa 0,35
Subbase	Modulus Elastisitas <i>Poisson Ratio</i>	144.789 kPa 0,4
Subgrade	Modulus Elastisitas <i>Poisson Ratio</i>	65.500 kPa 0,45

Tabel 6 Nilai Modulus Elastisitas dan *Poisson Ratio* Metode *Asphalt Institute* 1991

Surface	Modulus	3.600.000
	Elastisitas	kPa
	<i>Poisson Ratio</i>	0,4
Base	Modulus	144.789 kPa
	Elastisitas	
	<i>Poisson Ratio</i>	0,4
Subbase	Modulus	124.105 kPa
	Elastisitas	
	<i>Poisson Ratio</i>	0,4
Subgrade	Modulus	65.500 kPa
	Elastisitas	
	<i>Poisson Ratio</i>	0,45

Hasil Program *Kenpave*

Hasil dari program *Kenpave* didapatkan data *horizontal strain* (ϵ_t) regangan tarik dibawah lapis permukaan dan *vertical strain* (ϵ_c) di bawah lapis pondasi bawah

Tabel 7 Rekapitulasi Hasil *Kenpave* Metode Manual Desain Perkerasan 2013

Poin	<i>Horizontal Strain</i> (ϵ_t) (17,51 cm)	<i>Vertical Strain</i> (ϵ_c) (47,51 cm)
1	-0,0001605	0,0003726
2	-0,0001621	0,0004044
3	-0,0001605	0,0003726
4	-0,0001605	0,0003726
5	-0,0001621	0,0004044
6	-0,0001605	0,0003726
Max	-0,0001621	0,0004044

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil *Kenpave* Metode *Asphalt Institute* 1991

Poin	<i>Horizontal Strain</i> (ϵ_t) (10,01 cm)	<i>Vertical Strain</i> (ϵ_c) (40,01 cm)
1	-0,0003615	0,0005908
2	-0,0003608	0,0006538
3	-0,0003615	0,0005908
4	-0,0003615	0,0005908
5	-0,0003608	0,0006538
6	-0,0003615	0,0005908
Max	-0,0003615	0,0006538

Dari hasil analisis yang telah dilakukan metode Manual Desain Perkerasan 2013 memiliki nilai untuk retak lelah (Nf) sebesar 1.523.689,174 ESAL dan untuk retak

alur (Nd) sebesar 2.120.504,247 ESAL lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) 13.374.491,14 ESAL, sedangkan pada metode *Asphalt Institute* memiliki nilai untuk retak lelah (Nf) sebesar 42.569,280 ESAL lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) 316.692,908 ESAL dan untuk retak alur (Nd) sebesar 246.823,076 ESAL lebih besar dari nilai beban rencana (Nr) 316692,908 ESAL, Hal ini menunjukkan bahwa tebal perkerasan yang dianalisis menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2013 mampu menahan beban lalu lintas selama umur perencanaan jalan, sedangkan pada metode *Asphalt Institute* belum mampu menahan beban lalu lintas dan akan mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan sebelum umur rencana habis.

Behiry (2012) menyatakan bahwa *fatigue cracking* dan *rutting* tidak memiliki korelasi yang sensitif dengan ketebalan lapis pondasi, namun memiliki korelasi yang sensitif dengan tebal lapis permukaan.

Sarsam (2016) menyatakan bahwa kontak tarik tinggi yang dihasilkan dari permukaan jalan dengan ban pada kendaraan mengakibatkan terjadinya retakan kecil.

Hasil akumulasi retakan kecil yang berubah menjadi retakan besar kemudian berubah menjadi retakan lentur dipengaruhi oleh suhu, interaksi muatan dan penuaan jalan (Sarsam dan Husain, 2016).

Dalam meminimalisir *rutting* pada perkerasan jalan beraspal jumlah kerja yang hilang (*work dissipated*) untuk setiap siklus pembebanan pada lapisan beraspal harus diminimalkan (Nono dan Hermadi, 2012).

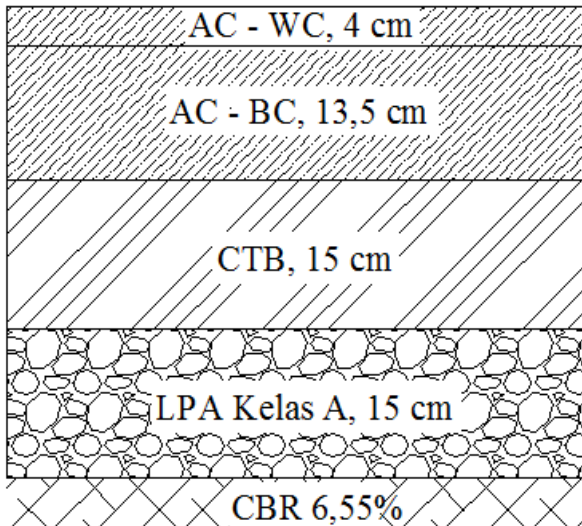
6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2013 dan metode *Asphalt Institute* dengan program *Kenpave* dapat diambil kesimpulan :

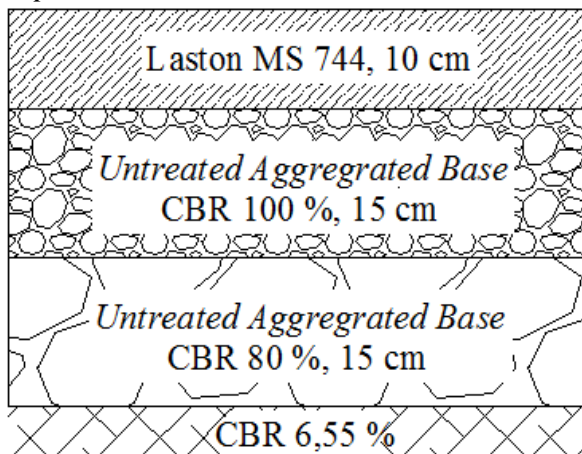
- a. Berdasarkan hasil analisis tebal perkerasan dapat disimpulkan pada metode Manual Desain Perkerasan memiliki desain yang lebih tebal dari metode *Asphalt Institute*, hal ini dikarenakan perbedaan parameter yang digunakan dalam menganalisis tebal

perkerasan, faktor yang paling berpengaruh adalah parameter jenis kendaraan yang digunakan.

- b. Hasil analisis tebal perkerasan Metode Manual Desain Perkerasan 2013



- c. Hasil analisis tebal perkerasan Metode Asphalt Institute 1991



- d. Hasil analisis kerusakan tebal perkerasan jalan menggunakan metode Asphalt Institute didapatkan nilai *horizontal strain* (ϵ_c) sebesar -0,0001621 dan *vertical strain* (ϵ_t) 0,0004044 pada metode Manual Desain Perkerasan 2013 sedangkan pada metode Asphalt Institute 1991 didapatkan *horizontal strain* (ϵ_c) sebesar -0,0003615 dan *vertical strain* (ϵ_t) 0,0006538. Hasil nilai tegangan pada metode Asphalt Institute 1991 lebih besar dikarenakan memiliki tebal lapisan lebih tipis dari metode Manual Desain Perkerasan 2013

- e. Hasil evaluasi analisis tebal perkerasan menggunakan program Kenpave didapatkan nilai repetisi beban *fatigue cracking* (retak

lelah) sebesar 1.523.689,174 ESAL (Manual Desain Perkerasan 2013) dan 42.569,280 (Asphalt Institute), kemudian nilai repetisi beban *rutting* (alur) sebesar 2.120.504,247 ESAL (Manual Desain Perkerasan 2013) dan 246.823,076 (Asphalt Institute)

- f. Hasil analisis kerusakan pada perkerasan jalan menggunakan metode Asphalt Institute didapatkan metode Manual Desain Perkerasan 2013 mampu menahan beban lalu lintas rencana sebesar 13.374.491,14 ESAL pada kerusakan *fatigue cracking* (retak lelah) dan kerusakan *rutting* (alur), untuk metode Asphalt Institute mampu menahan beban lalu lintas rencana sebesar 316.692,908 pada kerusakan *fatigue cracking* (retak lelah) dan kerusakan *rutting* (alur) belum mampu. Hal ini menunjukkan bahwa tebal perkerasan yang dianalisis menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2013 dan metode Asphalt Institute 1991 mampu menahan beban lalu lintas selama umur perencanaan perkerasan jalan.

7. Daftar Pustaka

- Akbar, S.J., Burhanudin, dan Jufriadi., 2015. Hubungan Nilai CBR dan Sand Cone Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Lentur Jalan, *Teras Jurnal*. 5(1), 21-31.
- Asphalt Institute, 1991, *Thickness Design, Asphalt Pavement for Highways and Streets, Manual Series No. 1*, AI
- Behiry, A.E.A.E.-M., 2012. Fatigue and Rutting Lives in Flexible Pavement, *Ain Shams Engineering Journal*. 3, 367-374.
- Bina Marga, 2013, Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dinata, D.I., Rahmawati A., Setiawan D.M., 2017. Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen Dari Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1993 Menggunakan Program Kenpave, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. 20(1), 8-19.
- Huang, Y.H. 2004. *Pavement Analysis and Design, 2nd ed*, Pearson Education. United States of America.
- Indrayati, E.W., 2017. Kajian Perbandingan Penggunaan Aspal Modifikasi Asbuton

- dan Asphalt Rubber (Ar) untuk Infrastruktur Jalan. *Jurnal Teknik Sipil*. 14(2), 94-100.
- Muniandy, R., Aburkaba, E.E. dan Noor, T., 2013. Comparison of Flexible Pavement Performance Using Kenlayer and Chev PC Program, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(9), 112-119.
- Nono, dan Hermadi, M., 2012. Karakteristik Ketahanan Rutting Aspal Keras Kelas Penetrasi Berdasarkan Kriteria Kelas Kinerja. *Jurnal Jalan Jembatan*. 29(3), 150-158.
- Romauli, T.D., Waani, J.E., dan Sendow, T.K., 2016, Analisis Perhitungan Tebal Lapis Tambah (Overlay) pada Perkerasan Lentur dengan Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013. *Jurnal Sipil Statik*. 4(12), 749-759.
- Sarsam, S.I., 2016. Sustainability of Asphalt Pavement in Terms of Crack Healing Phenomena: A Review. *Scientific Technical Medical Journals*, 3(2), 38-55.
- Sarsam, S.I. dan Husain, H.K., 2016. Impact of Micro Crack Healing on Resilient Characteristics of Asphalt Concrete. *Applied Research Journal*, 2(8), 362-369.
- Simanjuntak, I. dan Muis, Z.,A., 2014, Evaluasi Tebal Lapis Perkerasan Lentur Manual Desain Perkerasan Jalan No.22.2/KPTS/Db/2012 dengan Menggunakan Program Kenpave. *Jurnal Teknik Sipil*. 3(2), 1-10.
- Wignall, A., 2004, *Proyek Jalan Teori dan Praktek*. Erlangga: Jakarta.