

EVALUASI KERUSAKAN JALAN DAN KINERJA JALAN MENGUNAKAN PROGRAM KENPAVE DENGAN PERMODELAN ELASTIK DAN VISKOELASTIK PADA RUAS JALAN KLANGON TEMPEL YOGYAKARTA

Fiki Panjago¹⁾, Muhamad Abdul Hadi^{1,*)}

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km. 14,5, Sleman, Yogyakarta

^{*)}Correspondent Author: muhamad.abdul.hadi@uui.ac.id

Abstract

Klangon - Tempel Road is one of the provincial roads in Sleman Regency, Yogyakarta. The majority of vehicles that pass through this road are heavy vehicles from Semarang to Yogyakarta, including the Jogja - Bawen toll road construction project vehicles. The high traffic load is not matched by good road quality, causing damage to the pavement structure. This study aims to determine the condition of the pavement and provide alternative pavement designs that can withstand traffic loads well. Evaluation of flexible pavement was carried out using data from the DIY Public Works Office of Housing and Energy Mineral Resources (PUPSDM DIY). The method used in this research is mechanistic-empirical method of KENPAVE program with elastic and viscoelastic modeling. For alternative pavement design using Bina Marga 2017 method. The results showed that the existing pavement was not able to withstand the traffic load during the 10-year plan life, so an alternative design was needed. Two alternative pavement thickness designs based on the Bina Marga 2017 method are asphalt pavement with graded foundation layer and CTB. On the existing pavement, elastic modeling has a longer service life than viscoelastic modeling. The first damage that occurs is permanent deformation, followed by rutting and fatigue cracking. Meanwhile, the alternative pavement proved to be able to withstand the traffic load during the plan life well. Analysis on alternative pavement shows that elastic modeling has better pavement performance than viscoelastic modeling, with longer service life in resisting damage.

Keywords: Road Damage, Mechanistic-Empirical, KENPAVE Program, Elastic, Viscoelastic, Bina Marga 2017

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang berperan penting bagi kehidupan manusia dalam menjalankan aktifitas sehari-hari, karena jalan raya dirancang khusus untuk memfasilitasi pergerakan manusia. Dengan adanya jalan raya berbagai daerah bisa saling terhubung

satu sama lain sehingga mendukung dalam pembangunan suatu wilayah. Oleh sebab itu jalan yang baik dan efisien memungkinkan mobilitas yang lancar bagi penduduk, menghubungkan pusat-pusat ekonomi, akses bagi pariwisata serta mendukung distribusi barang dan jasa. Seiring berjalannya

waktu, perkerasan jalan akan mengalami penurunan kondisi berupa munculnya kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang diterima secara terus menerus oleh perkerasan jalan sehingga kinerja jalan menjadi tidak efisien. Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan evaluasi perkerasan jalan untuk membantu dalam menyediakan perkerasan jalan yang baik dan efisien.

Evaluasi perkerasan jalan salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode mekanistik-empiris. Metode ini merupakan pengembangan dari metode empiris. Menurut Tolab dkk (2022), metode empiris merupakan suatu metode yang diformulasikan berdasarkan hubungan statistik dengan menghubungkan antara kerusakan jalan dengan desain jalan. Sedangkan metode mekanistik-empiris didasarkan pada sifat suatu material dan kaidah teoritis yang diperkuat dengan adanya respon struktur dari suatu perkerasan jalan, dengan menggunakan metode mekanistik-empiris maka jenis kerusakan jalan dapat diprediksi dan nantinya dapat ditindaklanjuti dengan proses redesain ataupun tindakan-tindakan perantisipasi lainnya. Analisis perkerasan menggunakan metode mekanistik-empiris dapat dilakukan dengan program KENPAVE.

Program KENPAVE dikembangkan oleh Prof. Dr. Yang H. Huang, P. E yang mana keluarannya berupa nilai regangan dan nilai tegangan suatu desain perkerasan yang nantinya akan dianalisis lanjut untuk mengetahui prediksi kerusakan berupa *fatigue cracking*, *rutting*, dan

permanent deformation sesuai umur masa layanannya (Hadi & Fauziah, 2022). Menurut Hakim dan Kushari (2019), program KENPAVE merupakan model matematik yang relatif simpel untuk memodelkan struktur perkerasan.

Dalam penelitian Pambudi dan Fauziah (2021), menyebutkan bahwa program KENPAVE memudahkan perhitungan nilai tegangan, regangan, dan lendutan di berbagai titik struktur perkerasan jalan yang digunakan untuk menganalisis kerusakan jalan. Penelitian lainnya tentang penggunaan program KENPAVE dilakukan oleh Harsvardan dan Tajudin (2021), menyebutkan bahwa Program KENPAVE memiliki kemampuan dalam menganalisis perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan lebih cepat dan lebih mudah, karena cukup dilakukan dengan memasukkan data-data yang dibutuhkan berupa sifat karakteristik perkerasan dan material seperti modulus, *poisson ratio* setiap lapisan, beban roda, tekanan ban, dan koordinat di mana tegangan dan regangan yang diperlukan untuk kita dapatkan.

Lebih lanjut Suwanda dan Kushari (2019), dalam penelitiannya tentang perbandingan desain struktur perkerasan lentur di ruas Jalan Tempel Pakem Yogyakarta menyebutkan bahwa analisis perkerasan lentur dengan menggunakan program KENPAVE dapat memberikan hasil berupa prediksi kerusakan pada setiap lapisan perkerasan jalan sehingga perencanaan perkerasan jalan dapat dilakukan dengan menggunakan

berbagai macam alternatif yang aman dan efisien. Dalam melakukan analisis dengan menggunakan program KENPAVE terdapat pemodelan kondisi material yaitu kondisi viskoelastik dan kondisi elastik linear.

Menurut Hadi dan Fauziah (2020) dalam penelitiannya tentang penggunaan program KENPAVE menggunakan pemodelan viskoelastik dan elastik, Menyatakan bahwa pemodelan viskoelastik digunakan untuk menganalisis layer aspal dengan menerapkan sifat viskoelastik dimana waktu pembebanan mempengaruhi perilaku aspal. Solusi dari layer viskoelastik ini diperoleh melalui prinsip koresponden elastik – viskoelastik dengan menerapkan *laplace transform* untuk menghilangkan variabel waktu. Sedangkan pemodelan elastik digunakan untuk menganalisis layer secara linear elastik dengan menghitung tegangan, regangan dan defleksi di struktur perkerasan yang permukaannya telah dibebani. Pemodelan linear elastik ini menganggap bahwa setiap layer struktur perkerasan homogen, isotropis, dan elastis secara linear.

Berdasarkan uraian tersebut, KENPAVE telah banyak digunakan dalam menganalisis perkerasan jalan pada penelitian sebelumnya dikarenakan dengan menggunakan program KENPAVE didapatkan keuntungan yaitu dapat digunakan untuk banyak lapisan sedangkan dengan menggunakan metode perhitungan manual untuk beberapa lapisan sangat rumit dan menghabiskan

waktu. Sehingga dalam penelitian ini juga akan digunakan program KENPAVE untuk mengevaluasi kerusakan dan kinerja jalan dengan permodelan elastik dan viskoelastik pada Ruas Jalan Klangon – Tempel Yogyakarta.

Ruas Jalan Klangon – Tempel merupakan jalan provinsi yang memiliki volume kendaraan yang cukup tinggi. Dimana mayoritas kendaraan yang melewati jalan tersebut adalah kendaraan berat yang datang dari arah Semarang menuju Yogyakarta. Selain itu, jalur ini banyak dilewati oleh kendaraan berat proyek dikarenakan adanya pembangunan tol Jogja – Bawen. Tingginya beban lalu lintas pada jalan tersebut tidak diimbangi dengan kondisi jalan yang baik, sehingga terjadi kerusakan pada struktur perkerasan jalan tersebut. Kerusakan ini tidak hanya menimbulkan ketidaknyamanan bagi mereka yang menggunakan jalan, tetapi juga dapat menyebabkan kerugian seperti peningkatan waktu perjalanan, kemacetan lalu lintas, risiko kecelakaan, dan dampak negatif lainnya.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi kerusakan dan kinerja perkerasan lentur menggunakan metode mekanistik – empiris program KENPAVE dengan permodelan viskoelastik dan elastik. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat membantu dalam menyediakan perkerasan jalan yang baik dan efisien.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini diawali dengan melakukan pengumpulan data sekunder yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi D.I. Yogyakarta, meliputi data karakteristik ruas jalan, data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan tebal struktur perkerasan jalan pada ruas Jalan Klangon-Tempel Yogyakarta.

Setelah semua data sekunder yang dibutuhkan untuk analisis terkumpul langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kerusakan perkerasan dan analisis kinerja perkerasan menggunakan program KENPAVE dengan dua jenis permodelan yaitu elastik dan viskoelastik. Mengacu pada penelitian Hadi & Fauziah (2022), Tahapan dalam analisis menggunakan program KENPAVE dapat diringkas sebagai berikut:

- Melakukan penentuan data properties material dari seluruh lapis perkerasan yang akan ditinjau meliputi nilai modulus elastisitas (E), dan nilai poisson ratio.
- Melakukan analisis pada data lalu lintas meliputi periode waktu tinjauan analisis perkerasan dan menentukan detail beban sumbu roda kendaraan.
- Melakukan permodelan pada struktur perkerasan jalan menggunakan program KENPAVE, karena analisis akan dilakukan pada perkerasan lentur maka digunakan fitur KENLAYER dengan menggunakan permodelan elastik dan viskoelastik.

- Melakukan penginputan data pada program KENPAVE sehingga respon perkerasan berupa tegangan dan regangan akibat beban lalu lintas dapat diketahui berdasarkan permodelan elastik dan viskoelastik.
- Menganalisis beban gandar maksimum yang mampu ditahan oleh perkerasan sampai terjadi kerusakan berdasarkan nilai tegangan dan regangan hasil analisis program KENPAVE dari kedua permodelan dengan mengacu pada persamaan yang ada pada Asphalt Institute (1982). Berikut ini merupakan persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan yaitu persamaan (1), persamaan (2), dan persamaan (3).

$$Nf = 0,0796 \times \epsilon t^{-3,921} \times E^{-0,854} \quad (1)$$

dengan:

Nf = Beban gandar maksimum yang dapat diterima perkerasan sampai terjadi kerusakan *fatigue cracking*

ϵt = *Tensile strain* di lokasi kritis yang dihitung dari respon model struktur atau regangan tarik pada bagian bawah lapis permukaan (cm)

E = Modulus elastisitas pada lapisan permukaan kPa

$$Nr = 1,365 \times 10^{-9} \times \epsilon c^{-4,47} \quad (2)$$

dengan:

Nr = Beban gandar maksimum yang dapat diterima perkerasan sampai terjadi kerusakan *fatigue cracking*

ϵt = *Tensile strain* di lokasi kritis yang dihitung dari respon model struktur atau regangan tarik pada bagian bawah

E = Modulus elastisitas pada lapisan permukaan kPa
 lapis permukaan (cm)
 $Nd = 1,365 \times 10^{-9} \times \epsilon c^{-4,47}$ (3)
 dengan:
 Nd = Beban gandar maksimum yang dapat diterima perkerasan sampai terjadi kerusakan *fatigue cracking*
 ϵt = *Tensile strain* di lokasi kritis yang dihitung dari respon model struktur atau regangan tarik pada bagian bawah lapis permukaan (cm)
 E = Modulus elastisitas pada lapisan permukaan kPa

sumbu standar ekivalen selama umur rencana
 LHR = Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)
 VDF = Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan
 DD = Faktor distribusi arah.
 DL = Faktor distribusi lajur.
 R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

f. Melakukan evaluasi kinerja perkerasan berupa penentuan umur rencana perkerasan dalam menahan beban kendaraan sampai terjadi kerusakan menggunakan persamaan yang terdapat pada Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017. Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan dalam menentukan umur rencana yaitu persamaan (4)

$$ESAL = \left(\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK} \right) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (4)$$

dengan:
 $ESAL$ = Kumulatif beban

Setelah dilakukan analisis kerusakan perkerasan dan kinerja perkerasan pada perkerasan eksisiting, analisis dilanjutkan dengan melakukan perencanaan desain alternatif yang mampu menahan beban lalulintas selama umur rencana. Desain perkerasan alternatif dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga 2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang sebelumnya telah diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi D.I Yogyakarta Bidang Bina Marga. Adapun data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 3.

Tabel 1. Data Perkerasan Eksisting

Karakteristik Jalan	Keterangan	Jenis Lapis Perkerasan	Tebal (cm)
Jenis Jalan	Provinsi	AC-WC	4
Tahun Oprasional	2015	AC-BC	6
Umur Rencana	10 tahun	AC-Base	8
Distribusi Kendaraan	2 lajur 2 arah	LPA Kelas A	30
Lebar Jalan	8 meter		

(Sumber: Dinas PUSDM DIY, 2023)

Tabel 2. Data LHR Ruas Jalan Klangon-Tempel Yogyakarta Tahun 2022

Gol	Jenis Kendaraan	LHR (kend/jam)
1	Sepeda Motor	9.772
2	Sedan, Jeep	1.059
3	Minibus	0
4	Pick up	476
5a	Bus Kecil	6
5b	Bus Besar	5
6a	Truk 2 As (4 roda)	506
6b	Truk 2 As (6 roda)	0
7a	Truk 3 As	30
7b	Trailer 4 As	0
7c	Truk Semi Trailer	9
8	Kendaraan tak bermotor	175

(Sumber: Dinas PUSDM DIY, 2023)

Tabel 3. Data LHR Ruas Jalan Klangon-Tempel Yogyakarta

Tahun	LHR (kend/hari)
2019	10.106
2020	7.646
2021	11.153
2022	12.038

(Sumber: Dinas PUSDM DIY, 2023)

Analisis Kerusakan dan Kinerja Perkerasan Eksisting

Hasil analisis pada perkerasan eksisting menggunakan program

KENPAVE dengan permodelan elastik dan viskoelastik dimana outputnya merupakan nilai tegangan dan regangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Output Program KENPAVE Pada Perkerasan Eksisting

Permodelan Elastik		Permodelan Viskoelastik	
Jenis Kerusakan	Regangan dan Tegangan	Jenis Kerusakan	Regangan dan Tegangan
<i>Nf</i>	0,0002038	<i>Nf</i>	0,0002430
<i>Nr</i>	0,0002277	<i>Nr</i>	0,0002425
<i>Nd</i>	0,0003586	<i>Nd</i>	0,0004576

Setelah didapatkan nilai tegangan dan regangan dari analisis program KENPAVE pada perkerasan eksisting, maka hasil tersebut selanjutnya digunakan untuk perhitungan beban gandar maksimum yang dapat ditahan oleh perkerasan sampai terjadi kerusakan dengan

menggunakan persamaan (1), persamaan (2) dan persamaan (3). Setelah beban gandar maksimum diketahui, maka selanjutnya dilakukan perhitungan kinerja perkerasan lentur berupa prediksi umur rencana perkerasan dalam menahan beban lalu lintas hingga terjadi kerusakan

menggunakan persamaan (4). Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Pada Perkerasan Eksisting

Permodelan Elastik			Permodelan Viskoelastik		
Jenis Kerusakan	Beban Gandar Maks (ESAL)	Umur Rencana	Jenis Kerusakan	Beban Gandar Maks (ESAL)	Umur Rencana
<i>Nf</i>	118.632.864	25	<i>Nf</i>	59.515.818	20
<i>Nr</i>	27.747.149	15	<i>Nr</i>	20.930.431	14
<i>Nd</i>	3.631.971	5	<i>Nd</i>	1.219.374	2

Berdasarkan hasil analisis yang telah di rekap pada Tabel 5 menunjukkan perkerasan eksisting dengan menggunakan permodelan elastik dan viskoelastik tidak mampu menahan beban kendaraan selama umur rencana 10 tahun. Dengan kerusakan awal yang terjadi adalah kerusakan *permanent deformation*, disusul kerusakan *rutting* dan kerusakan terakhir terjadi adalah kerusakan *fatigue cracking*. Hasil tersebut juga menunjukkan analisis kerusakan jalan dengan menggunakan permodelan elastik memiliki umur rencana yang relatif lebih lama dibandingkan dengan menggunakan permodelan viskoelastik.

Hasil yang sama dimana kerusakan awal yang terjadi adalah *permanent deformation* dan kerusakan akhir *fatigue cracking* juga didapatkan oleh penelitian Suwanda dan Kushari (2019) pada Ruas Jalan Tempel-Pakem, sedangkan penelitian yang memiliki hasil yang sama dimana umur rencana dengan menggunakan permodelan elastik lebih lama dibandingkan permodelan viskoelastik lebih dulu disampaikan oleh Satria dan Kushari (2022) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Perbandingan Desain Mekanistik- Empiris Struktur

Perkerasan Lentur Dengan Permodelan Elastik dan Viskoelastik pada Ruas Jalan Milir- Sentolo.

Desain Perkerasan Alternatif Metode Bina Marga 2017

Hasil analisis sebelumnya menunjukkan perkerasan eksisting tidak mampu menahan beban kendaraan selama umur rencana. Oleh sebab itu dibutuhkan desain alternatif yang memiliki kinerja perkerasan yang mampu menahan beban kendaraan selama umur rencana. Desain alternatif dilakukan dengan metode Bina Marga 2017 dengan menggunakan data LHR pada Tabel 2. Selain itu data lain yang digunakan dalam desain perkerasan diantaranya adalah umur rencana desain perkerasan selama 20 tahun, faktor pertumbuhan lalu lintas dengan menggunakan data LHR pada Tabel 3 didapatkan sebesar 15,26%, faktor distribusi arah 0,5 dan faktor distribusi lajur 100%. Semua data yang digunakan merujuk pada Manual Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017.

Dari perhitungan data yang telah dijelaskan sebelumnya diperoleh nilai ESAL (*Equivalent Single Axle Load*) 5 sebesar 10.082.992 ESAL. Merujuk pada prosedur yang terdapat pada

MDPJ 2017, berdasarkan nilai ESAL yang didapat maka dipilih 2 tipe perkerasan perkerasan alternatif yang dapat dilihat pada Tabel 6. Desain perkerasan alternatif 1 merupakan tipe desain perkerasan lentur dengan menggunakan aspal dengan lapis pondasi berbutir (ditentukan berdasarkan bagian desain 3B pada

kategori FFF4). Sementara desain alternatif 2 merupakan desain perkerasan lentur didasarkan pada pertimbangan biaya minimum menggunakan tambahan lapis perkerasan *CTB* (ditentukan berdasarkan bagian desain – 3 pada kategori F2).

Tabel 6. Hasil Desain Perkerasan Alternatif

Desain Alternatif 1		Desain Alternatif 1	
Lapis Perkerasan	Tebal (mm)	Lapis Perkerasan	Tebal (mm)
<i>AC-WC</i>	40	<i>AC-WC</i>	40
<i>AC-BC</i>	60	<i>AC-BC</i>	60
<i>AC-Base</i>	145	<i>AC-Base</i>	75
<i>LPA Kelas A</i>	300	<i>CTB</i>	150
		<i>LPA Kelas A</i>	150

Analisis Kerusakan dan Kinerja Perkerasan Alternatif

Hasil desain perkerasan alternatif selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode mekanistik-empiris program KENPAVE kemudian *output* dari program KENPAVE berupa tegangan dan regangan dari kedua permodelan. Hasil analisis tersebut kemudian dianalisis kembali untuk mengetahui beban gandar maksimum

dan umur rencana yang dapat ditahan oleh perkerasan alternatif sampai terjadi kerusakan. Hasil analisis kerusakan dan kinerja perkerasan menggunakan metode mekanistik-empiris program KENPAVE dengan permodelan elastik dan viskoelastik. dari perkerasan alternatif 1 dan alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Analisis Pada Perkerasan Alternatif Dengan Permodelan Elastik

Perkerasan Alternatif 1			Perkerasan Alternatif 2		
Jenis Kerusakan	Beban Gandar Maks (ESAL)	Umur Rencana	Jenis Kerusakan	Beban Gandar Maks (ESAL)	Umur Rencana
<i>Nf</i>	122.594.803.634	73	<i>Nf</i>	24.256.230.996	62
<i>Nr</i>	12.234.072.602	57	<i>Nr</i>	744.748.950	38
<i>Nd</i>	312.252.047	32	<i>Nd</i>	126.897.880	25

Tabel 8. Hasil Analisis Pada Perkerasan Alternatif Dengan Permodelan Viskoelastik

Perkerasan Alternatif 1			Perkerasan Alternatif 2		
Jenis Kerusakan	Beban Gandar Maks (ESAL)	Umur Rencana	Jenis Kerusakan	Beban Gandar Maks (ESAL)	Umur Rencana
<i>Nf</i>	16.711.838.851	59	<i>Nf</i>	7.177.221.843	53
<i>Nr</i>	2.394.018.608	46	<i>Nr</i>	240.139.768	30
<i>Nd</i>	112.683.703	25	<i>Nd</i>	82.331.921	22

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8 terlihat bahwa kedua perkerasan alternatif dengan permodelan elastik dan viskoelastik mampu menahan beban kendaraan selama lebih dari umur rencana 20 tahun atau bisa dikatakan bahwa perkerasan alternatif memiliki kinerja perkerasan yang baik. Penelitian lain yang memiliki hasil yang sama dilakukan oleh Arianto dan Fauziah (2023), dimana tebal perkerasan alternatif baik perkerasan Pondasi berbutir maupun perkerasan CTB dengan permodelan elastik dan viskoelastik mampu menahan beban kendaraan sampai umur pelayanan yang direncanakan yaitu 20 tahun.

Berdasarkan hasil tersebut juga dapat diketahui bahwa prediksi kerusakan pada perkerasan alternatif dengan menggunakan permodelan elastik dan viskoelastik kerusakan yang pertamakali terjadi adalah kerusakan *permanent deformation*, disusul kerusakan *rutting* dan kerusakan yang terakhir kali terjadi adalah kerusakan *fatigue cracking*. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suwanda dan Kushari (2019), dimana dalam penelitian ini juga menyebutkan kerusakan yang pertamakali terjadi pada perkerasan alternatif Ruas Jalan Tempel-Pakem dengan permodelan

elastik dan viskoelastik adalah *permanent deformation*, kemudian disusul oleh kerusakan *rutting*, dan yang terakhir kerusakan *fatigue cracking*.

Selain itu dari hasil analisis tersebut dapat dikatakan baik perkerasan alternatif 1 maupun perkerasan alternatif 2 terlihat dengan jelas bahwa analisis dengan permodelan elastik memiliki umur rencana perkerasan yang lebih lama dalam menahan kerusakan dibandingkan dengan permodelan viskoelastik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Suwanda dan Kushari (2019), dimana hasil penelitian tersebut juga didapatkan hasil analisis perkerasan alternatif dengan permodelan elastik memiliki umur rencana perkerasan yang lebih lama dalam menahan kerusakan dibandingkan dengan permodelan viskoelastik. Penelitian yang menyimpulkan hasil yang sama dilakukan oleh Pambudi dan Fauziah (2021) pada perkerasan alternatif metode Bina Marga 2017.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini maka didapatkan beberapa kesimpulan bahwa perkerasan eksisting dengan

permodelan elastik memiliki umur rencana perkerasan dalam menahan beban gandar maksimum adalah selama 25 tahun sampai terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 15 tahun sampai terjadi kerusakan *rutting* dan 5 tahun sampai terjadi kerusakan *permanent deformation*. Sementara untuk permodelan viskoelastik menunjukkan perkerasan eksisting memiliki umur rencana perkerasan dalam menahan beban gandar maksimum adalah selama 20 tahun sampai terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 14 tahun sampai terjadi kerusakan *rutting* dan 2 tahun sampai terjadi kerusakan *permanent deformation*.

Permodelan elastik memiliki umur rencana yang lebih lama dibandingkan permodelan viskoelastik. Sementara itu dari kedua permodelan baik elastik maupun viskoelastik terlihat tidak mampu menahan beban kendaraan sampai terjadi kerusakan selama umur rencana 10 tahun. Kerusakan yang terjadi pertama kali adalah *permanent deformation*, disusul kerusakan *rutting* dan yang terakhir kerusakan *fatigue cracking*.

Didapatkan dua alternatif desain tebal perkerasan lentur yaitu desain alternatif 1 perkerasan dengan lapis pondasi berbutir dan alternatif 2 perkerasan lentur dengan *CTB*.

Hasil analisis perkerasan alternatif 1 maupun perkerasan alternatif 2 dengan menggunakan permodelan elastik dan viskoelastik menunjukkan kerusakan yang terjadi pertama kali terjadi adalah *permanent deformation*, disusul kerusakan *rutting*

dan yang terakhir kerusakan *fatigue cracking*. Kedua perkerasan alternatif dapat dikatakan memiliki kinerja perkerasan yang memenuhi karena mampu menahan beban lalu lintas hingga terjadi kerusakan pada struktur perkerasan selama umur rencana yaitu 20 tahun. Dari hasil analisis terlihat permodelan elastik memiliki umur rencana perkerasan yang lebih lama dalam menahan kerusakan dibandingkan dengan permodelan viskoelastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Z.A., dan Susilo, B.H., 2023, Evaluasi Perkerasan Jalan Menggunakan Program Software KENPAVE Pada Ruas Jalan Dekso-Tempel. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, Vol. 01, No.01, Januari-Juni 2023: 96-105, ISSN: 2964-352X.
- Azmi, H.R.N, dan Hadi, M.A., 2017, Evaluasi Kondisi Perkerasan Menggunakan *Pavement Condition Index (PCI)* Dan Prediksi Umur Pelayanan Jalan Dengan Pemodelan Viskoelastik (Studi Kasus: Jalan Koroulon–Joholanang Sta 0+00-1+00). Yogyakarta: Dspace UII.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017, *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017*. Jakarta.
- Dinata, I.D., Rahmawati, A., dan Setiawan, D.M., 2017, Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen Dari

- Bina Marga 1987 Dan Metode Aashto 1993 Menggunakan Program Kenpave (Studi Kasus: Jalan Karangmojo-Semin Sta 0+000 sampai Sta 4+050), *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, Vol. 20, No.1, 8-19.
- Google Earth, 2024, Lokasi Penelitian Ruas Jalan Klangon – Tempel Yogyakarta STA 2+000 – STA 3+800.
- Hadi, M.A., 2023, Identifikasi Kerentanan Kinerja Perkerasan Jalan Terhadap Aktivitas Overload Kendaraan Menggunakan Program KENPAVE. Siklus: *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), pp. 95-104.
- Hadi, M.A., & Fauziah, M., 2020, Sensitivitas Kinerja Struktur Campuran *Superpave* Terhadap Pengaruh Variasi Tipe Bahan Ikatan dan Kecepatan Kendaraan. In *Civil Engineering, Environmental, Disaster and Risk Management Symposium*.
- Hadi, M.A., dan Fauziah, M., 2022, Studi Komparasi Prediksi Umur Pelayanan Antara Campuran Superpave dan AC-WC Menggunakan Pemodelan Viskoelastik dan Elastik. *Teknisia*, 27(2), 71–82.
- Harsvardan, V.R., dan Tajudin, A.N, 2021, Desain Ulang Dan Analisis Respon Struktural Perkerasan Lentur Pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil* Vol. 4, No. 1, 109-118.
- Huang, Y.H, 2004, *Pavement Analysis and Design, 2 nd ed. Pearson Education. United States of America.*
- Lia, N. dan Mahardi, P., 2022, Evaluasi Kinerja Struktur Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Aplikasi KENPAVE. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol. 04 No.2 Tahun 2022.
- Pambudi, R.A. dan Fauziah, M., 2021., Evaluasi Perancangan Struktur Perkerasan Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Program Kenpave Menggunakan Pendekatan Elastik Dan Viskoelastik. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. Yogyakarta. ISBN 978-623-6572-45-0.
- Rahmawati, A., Setiawan, D., Pangestu, M.A., & Aulia, R.A., 2018, Evaluasi Tebal Dan Analisis Kerusakan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen, Austroads, Asphalt Institute Dan Program Kenpave. *E-Jurnal UMM Media Teknik Sipil* Volume 16, 79-85.
- Satria, M.S., dan Kushari, B., 2022, Analisis Perbandingan Desain Mekanistik-Empiris Struktur Perkerasan Lentur Dengan Pemodelan Elastik dan Viskoelastik Pada Ruas Jalan Milir-Sentolo, *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, Vol. 2, No. 1, Juli 2022, ISSN 2962-2697.
- Sodiq, R.A., & Fauziah, M., 2021, Tugas Akhir Evaluasi Kondisi Perkerasan Dengan Metode *Pavement Condition Index (PCI)*

- Dan Nilai Sisa Dengan Metode Mekanistik-Empirik Pada Jalan Gito-Gati. Yogyakarta: Dspace UII.
- Sukirman, S., 2010, Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. *Nova*. Bandung.
- Suwanda, A., dan Kushari, B., 2019, Analisis Perbandingan Desain Struktur Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Mekanistik Empiris Dengan Pendekatan Viskoelastik Dan Elastik Linier Pada Ruas Jalan Tempel – Pakem. *Jurnal Universitas Islam Indonesia*. Yogyakarta.
- Tolab, L.Z., Hadi, M.A., dan Fauziah, M., 2022, Analisis Perbandingan Perkerasan AC-WC Berbahan Ikat Starbit E-55 Dengan Pen 60/70 Menggunakan Metode Elastik Linear. *Proceeding Civil Engineering Research Forum. Universitas Islam Indonesia*. Vol. 2, No. 1, Juli 2022, ISSN: 2962-2697.
- Utami, R.A., & Fauziah, M., 2022, Evaluasi Kondisi Perkerasan Dan Prediksi Sisa Umur Dengan Metode PCI Dan Metode Mekanistik-Empirik Dengan Program Kenpave pada Ruas Jalan Bts. Kab. Kampar - Bts. Kota Bangkinang (Sta 12 + 00 - Sta 14 + 00). Yogyakarta: Dspace UII.
- Widodod, A.D., 2018, Evaluasi Kondisi Perkerasan dan Prediksi Sisa Umur Perkerasan Lentur dengan Metode Pavement Condition Index, Bina Marga dan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program Kenpave, Tesis, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.