

**EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR PERKERASAAN DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DAN PROGRAM KENPAVE MENGGUNAKAN PENDEKATAN ELASTIK DAN VISKOELASTIK
(Studi Kasus: Jalan Simpang Pundu – Tumbang Samba)**

Radityo Aji Pambudi^{1*}, Miftahul Fauziah²

^{1,2} Universitas Islam Indonesia

*Email: *Radityoaji.p@gmail.com*

ABSTRAK

Perkerasan jalan berfungsi sebagai penyalur beban dari roda kendaraan ke permukaan tanah dasar. Adanya beban yang terjadi pada permukaan yang keras menyebabkan beberapa kerusakan. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlu dilakukan perawatan secara rutin. Dalam hal ini, untuk dapat menentukan apakah jalan pada ruas Simpang Pundu – Tumbang Samba dapat dikatakan baik, maka perlu dilakukan evaluasi perkerasan saat ini untuk mendapatkan nilai tegangan dan regangan yang dihasilkan menggunakan KENPAVE dan redesign menggunakan 2017 metode Bina Marga. Penelitian dilakukan di jalan Simpang Pundu – Tumbang Samba. Metode Bina marga 2017 yang dievaluasi menggunakan KENPAVE dengan pendekatan elastis dan viskoelastik untuk mengetahui nilai tegangan-regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas dan untuk memprediksi kerusakan yang terjadi. kemudian memprediksi sisa masa pakai yang tersedia. Hasil penelitian menunjukkan respon tegangan – regangan maksimum dari keempat desain yang telah dievaluasi menggunakan KENPAVE, didapatkan bahwa pendekatan elastik memiliki nilai tegangan yang lebih kecil dibandingkan dengan pendekatan viskoelastik. Pada perencanaan perkerasan Bina Marga, tebal Ac-Wc 4 cm, Ac-Bc 6 cm, Ac-base 7,5 cm, CTB 15 cm, dan LPA kelas A 15 cm. Tegangan pada retak lelah dengan pendekatan elastis adalah 0,000158 Kpa, sedangkan pendekatan viskoelastik adalah 0,000159 Kpa. Ruting damage dengan pendekatan elastis adalah 0,000237 Kpa sedangkan pendekatan viskoelastik adalah 0,000238 Kpa. Kerusakan deformasi permanen dengan pendekatan elastis adalah 0,000234 Kpa, sedangkan pendekatan viskoelastik adalah 0,000236 Kpa. Hasil penelitian ini juga membuktikan bahwa sisa umur pakai yang menggunakan pendekatan elastic memiliki nilai umur pakai yang lebih besar dibandingkan dengan sisa umur pakai yang menggunakan pendekatan viskoelastik.

Kata kunci: Bina Marga 2017, KENPAVE, Mekanistik Empiris, Elastis dan Viskoelastik

ABSTRACT

The road pavement functions as a channel for the load from the wheels of the vehicle to the subgrade surface. The existence of loads that occur on the hard surface causes some damage. To anticipate this, it is necessary to have routine maintenance. In this case, to be able to determine whether the road on the Simpang Pundu - Tumbang Samba section can be said to be good, it is necessary to evaluate the current pavement to get the stress and strain values generated using KENPAVE and redesign using the 2017 Bina Marga method. The research was conducted on the Simpang Pundu - Tumbang Samba road. The 2017 Bina marga method which is evaluated uses KENPAVE with an elastic and viscoelastic approach to determine the stress-strain value that occurs due to traffic loads and to predict

the damage that occurs. then predicts the remaining service life available. The results of the study show the maximum stress - strain response of the four designs that have been evaluated using KENPAVE, it is found that the elastic approach has a smaller stress value compared to the viscoelastic approach. In the pavement design of Bina Marga, the thickness of the Ac-Wc was 4 cm, Ac-Bc was 6 cm, Ac-base is 7.5 cm, CTB was 15 cm, and LPA class A was 15 cm. The stress on fatigue cracking with the elastic approach was 0.000158 Kpa, while the viscoelastic approach was 0.000159 Kpa. The rutting damage with the elastic approach is 0.000237 Kpa while the viscoelastic approach is 0.000238 Kpa. The permanent deformation damage with the elastic approach is 0.000234 Kpa, while the viscoelastic approach is 0.000236 Kpa. The results of this study also prove that the remaining service life in which the elastic approach has a greater service life value compared to the remaining service life using the viscoelastic approach.

Keywords: Bina Marga 2017, KENPAVE, Mekanistik Empirik, Elastic and Viscoelastic

PENDAHULUAN

Jalan raya sebagai sarana yang sangat berpotensi untuk akses transportasi jasa dan barang keseluruh wilayah. Untuk itu guna mendukung hal tersebut dibutuhkan Infrastruktur yang semakin baik, sehingga aliran perekonomian menjadi ikut berkembang.

Adanya pertumbuhan yang terjadi maka pengguna kendaraan akan ikut semakin bertambah yang menyebabkan volume lalu lintas yang tinggi. Akibat volume lalu lintas yang tinggi akan mengakibatkan kinerja struktur perkerasan menurun. Menurut Hardiyatmo (2015) menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja struktur perkerasan sebagai berikut:

1. Kelembaban air yang berlebihan, ditambah dengan volume lalu lintas yang semakin tinggi mempercepat timbulnya kerusakan pada perkerasan.
2. Temperatur berpengaruh pada kinerja perkerasan. Pada perkerasan lentur aspal menjadi kaku dan getas pada temperatur rendah dan menjadi lunak atau lembek pada temperatur tinggi. Sedangkan pada perkerasan beton akibat perbedaan temperatur suhu dibagian atas dan bawah perkerasan menyebabkan perkerasan beton melengkung.
3. Pekerjaan pemeliharaan perkerasan memerlukan pemilihan kondisi cuaca yang tepat.
4. Drainase jalan yang baik harus mampu menghindarkan masalah kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh air dan beban lalu lintas.

Penelitian ini bertujuan untuk dapat membantu menentukan tebal lapis perkerasan menggunakan Metode Bina Marga 2017 dibantu dengan program Kenpave

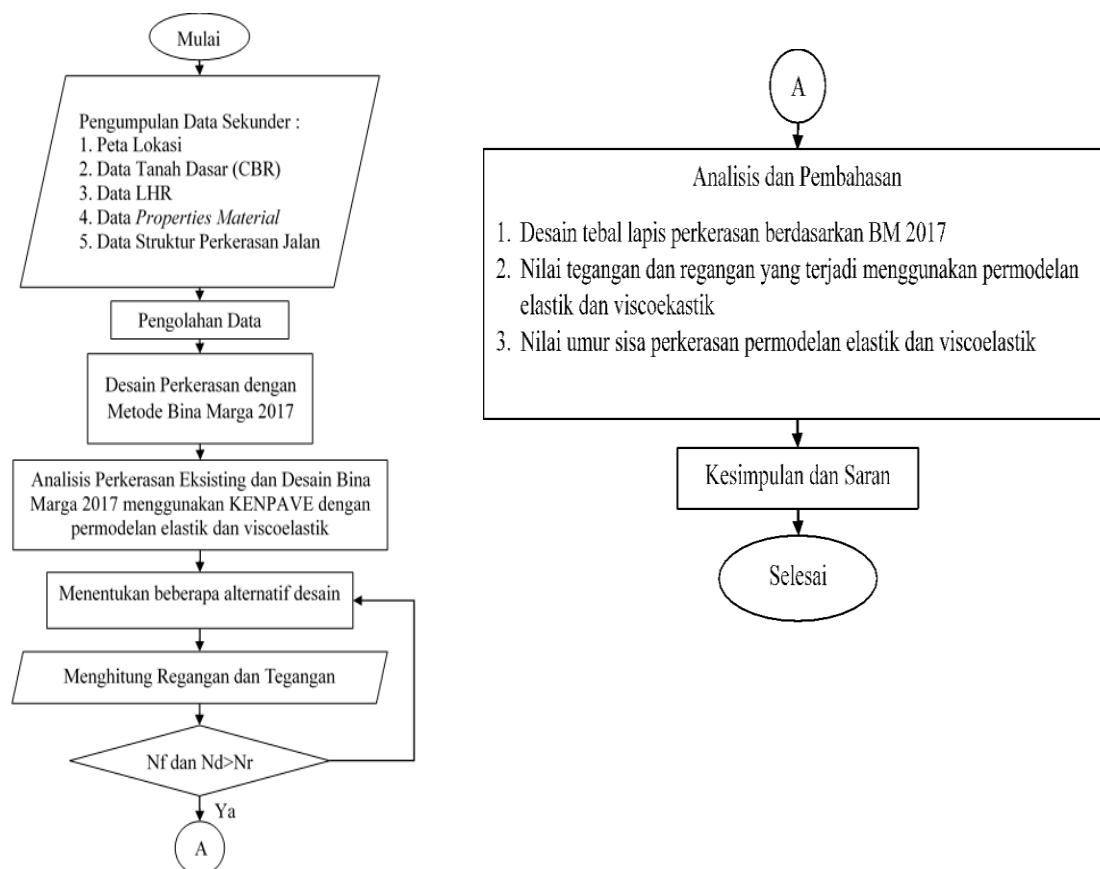
Dalam program *Kenpave* ada dua kondisi material yang dapat di analisa yaitu pada kondisi elastik dan viskoelastik yang mana Huang, Y. H. (2004) dalam buku mengenai program *Kenpave*

mengatakan Karakteristik material linear elastik ini menganggap bahwa setiap layer struktur perkerasan Homogen, Isotropis, dan elastis secara linear. Permodelan layer secara linear elastik dapat menghitung tegangan, regangan dan defleksi di struktur perkerasan yang permukaannya telah dibebani. Sedangkan Karakteristik material aspal yang bersifat viskoelastik layer di mana waktu pembebanan mempengaruhi perilaku aspal. Solusi dari *viscoelastic layer* ini diperoleh melalui prinsip koresponden elastik - viskoelastik dengan menerapkan *laplace transform* untuk menghilangkan variabel waktu. Menurut Suwanda (2019) menunjukkan bahwa perkerasan lentur alternatif dengan pendekatan Viskoelastik dan Elastik Linier yang dirancang dapat mengakomodasi beban lalu lintas dengan baik selama umur yang direncanakan yakni 20 Tahun. Menurut Ramadhani (2018) penggunaan program *Kenpave* dapat menjadi alat bantu kontrol untuk mengetahui keamanan desain dan kerusakan apa yang terjadi.

Berdasarkan kajian yang telah di jelaskan pada publikasi-publikasi sebelumnya, Penggunaan Program *Kenpave* menjadikan desain perkerasan menjadi lebih baik.

METODE PENELITIAN

Desain perkerasan lentur memerlukan data-data mengenai obyek yang akan direncanakan. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data lalu lintas harian rerata (LHR) dan data daya dukung tanah dasar (CBR) yang selanjutnya di hitung menggunakan metode Bina Marga 2017 dan kemudian di analisis menggunakan program *KENPAVE* untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada struktur perkerasan tersebut serta mengetahui nilai sisa umur layan pada perkerasan eksisting dan perkerasan hasil desain menggunakan metode Bina Marga 2017 yang mana tahapan pada penelitian ini dapat dijelaskan pada bagan alir pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan yaitu data lalu lintas harian rerata (LHR) Provinsi Kalimantan Tengah pada ruas jalan Simpang Pundu-Tumbang Samba pada tahun survei 2019 yang didapatkan dari P2JN Provinsi Kalimantan Tengah ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data LHR 2019 Ruas jalan Simpang Pundu-Tumbang Samba

Tipe Kendaraan	LHR 2019
Sepeda motor	2548
Sedan, Jeep, Wagon	365
Pickup, Mini Bus,	17
Micro Truk, Mobil Hantaran	274
Bus kecil	5
Bus Besar	1

Truk 2 Sumbu Ringan	5
Truk 2 sumbu Berat	619
Truk 3 Sumbu Berat	10
Truk 3 Sumbu Berat	10

METODE BINA MARGA 2017

Metode Bina Marga 2017 merupakan hasil revisi dari Metode Bina marga tahun 2013. Metode ini memerlukan input parameter material dan beban lalu lintas yang akurat. Dari hasil perhitungan perencanaan tebal lapis perkerasan lentur menggunakan nilai $CESA_4$ selama umur rencana 20 tahun sebesar 12.106.778 ESAL digunakan jenis perkerasan AC dengan CTB serta nilai $CESA_5$ selama umur rencana yang sama sebesar 16.315.225 ESAL didapatkan tebal perkerasan dengan lapis *surface* 175 mm, *Base* 150 mm, *Subbase* 150 mm.

Program *Kenpave*

Data yang diinput-kan pada program *KENPAVE* untuk mendapatkan tegangan yang terjadi pada perkerasan yaitu tebal struktur, data bahan material serta nilai dukung tanah. Kemudian di analisis dengan permodelan elastik dan viskoelastik. Dengan Program *Kenpave* di dapatkan hasil *output* berikut.

1. Pada analisis perkerasan eksisting berikut hasil perhitungan tersebut didapatkan tegangan yang terjadi dengan permodelan elastik di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tegangan yang Terjadi Permodelan Elastik

Pengulangan Beban	<i>Vertical Strain</i> pada kedalaman 9,9997 cm	Horizontal Strain pada kedalaman 9,9997 cm	<i>Vertical Strain</i> pada kedalaman 52,0003cm
1	0,0001914	0,0003486	0,0001977
2	0,0001702	0,0001795	0,0002147
3	0,000148	0,00006079	0,000177
Maksimum	0,0001914	0,0003486	0,0002147

Dari tabel di atas diperoleh nilai regangan pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,0001914 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,0003486 dan 0,0002147. Hasil analisis pada permodelan viskoelastik dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tegangan yang Terjadi Permodelan Viskoelastik

Pengulangan Beban	<i>Vertical Strain</i> pada kedalaman 9,9997 cm	Horizontal Strain pada kedalaman 9,9997 cm	<i>Vertical Strain</i> pada kedalaman 52,0003 cm
1	0,00019	0,0003495	0,0001996
2	0,0001683	0,0001774	0,0002167
3	0,0001454	0,00005568	0,0002198
Maksimum	0,00019	0,0003495	0,0002198

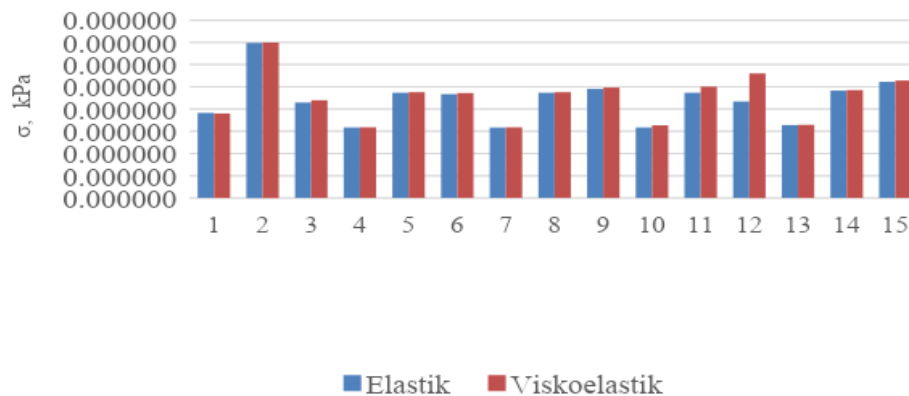
Dari tabel di atas diperoleh nilai regangan pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,00019 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,0003495 dan 0,0002198

2. Pada analisis perkerasan Bina Marga 2017 didapatkan hasil tegangan yang diperoleh permodelan elastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar **0,000159** untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar **0,000237** dan **0,000234**. Sedangkan hasil tegangan yang diperoleh menggunakan permodelan viskoelastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,000159 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,000238 dan 0,000236.
3. Pada analisis perkerasan Alternatif 1 didapatkan hasil tegangan yang diperoleh permodelan elastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,000159 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,000237 dan 0,000217. Sedangkan hasil tegangan yang diperoleh menggunakan permodelan viskoelastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,000159 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,000238 dan 0,000219.
4. Pada analisis perkerasan Alternatif 2 didapatkan hasil tegangan yang diperoleh permodelan elastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,000152 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent*

deformation masing-masing nilainya sebesar 0,000231 dan 0,000199. Sedangkan hasil tegangan yang diperoleh menggunakan permodelan viskoelastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,000153 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,000233 dan 0,000201.

5. Pada analisis perkerasan Alternatif didapatkan hasil tegangan yang diperoleh permodelan elastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,000149 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,000229 dan 0,000179. Sedangkan hasil tegangan yang diperoleh menggunakan permodelan viskoelastik pada lapis di bawah permukaan perkerasan lentur atau *HMA* sebesar 0,000150 untuk analisa kerusakan jenis *fatigue cracking*. Untuk analisa kerusakan jenis *rutting* dan *permanent deformation* masing-masing nilainya sebesar 0,000230 dan 0,000181.

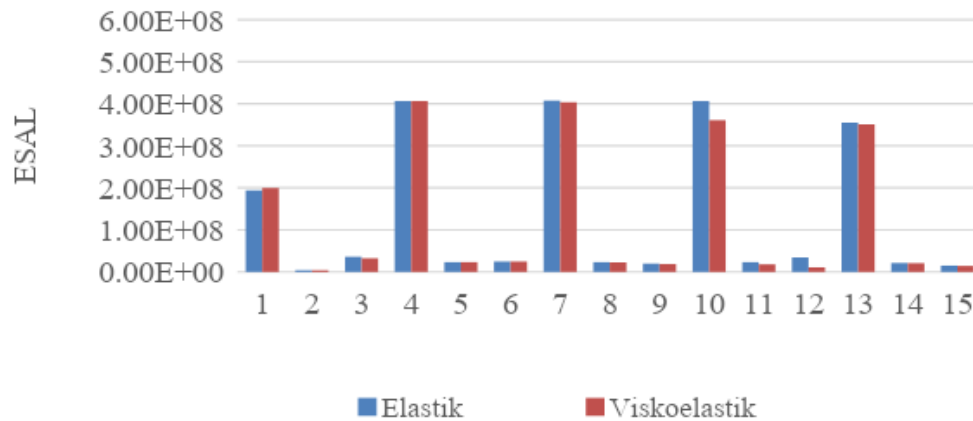
Dari penjabaran diatas didapatkan grafik hasil tegangan - regangan menggunakan permodelan elastik dan viskoelastik pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hasil Permodelan Elastik dan Viskoelastik

REPITISI BEBAN

Repitisi beban yang diijinkan pada perkerasan eksisting dan alternatif menggunakan hasil tegangan yang telah didapatkan dari program *KENPAVE* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Replitisi Beban

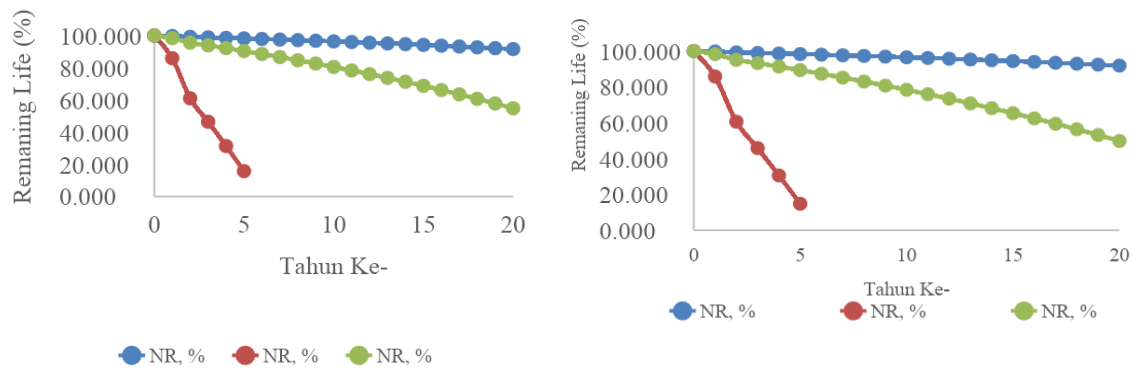
Hasil dari perhitungan menggunakan persamaan dapat dilihat bahwa perkerasan eksisting permodelan elastik mampu mengakomodasi beban sebesar 193.998.317 *ESAL* hingga terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 4.122.237 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *rutting*, 36.101.112 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *permanent deformation*. Untuk hasil perhitungan menggunakan permodelan viskoelastik mampu menaakomodasi beban sebesar 199.663.837 *ESAL* hingga terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 4.074.925 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *rutting*, 32.499.351 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *permanent deformation*.

Untuk perkerasan lentur hasil desain menggunakan metode Bina Marga 2017 didapatkan nilai yang dapat mengakomodasi beban sebesar 193.998.317 *ESAL* hingga terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 4.122.237 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *rutting*, 36.101.112 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *permanent deformation*. Untuk hasil perhitungan menggunakan permodelan viskoelastik mampu menaakomodasi beban sebesar 199.663.837 *ESAL* hingga terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 4.074.925 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *rutting*, 32.499.351 *ESAL* sampai terjadi kerusakan *permanent deformation*.

UMUR SISA LAYAN

Umur Sisa Pelayanan Jalan Menggunakan Permodelan Elastik dari analisis program *kenpave* didapatkan nilai – nilai kerusakan yang terjadi setelah dilalui beban seperti kerusakan *fatigue cracking* sebesar 193.998.317 *ESAL*, untuk kerusakan *rutting* sebesar 4.122.237 *ESAL* dan

kerusakan *permanent deformation* sebesar 36.101.112 ESAL. Sehingga didapatkan hasil Rekapitulasi Perhitungan Umur Sisa Layan seperti pada Gambar 7 di bawah ini:

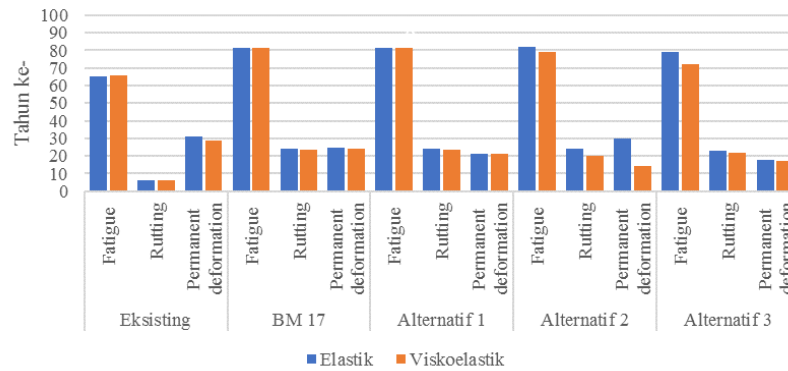


Gambar 7. Umur Sisa Layan Perkerasan Eksisting Permodelan Elastik (kiri), Viskoelastik (kanan)

Dapat dilihat hasil grafik diatas umur sisa layan pada perkerasan Eksisting menggunakan permodelan elastik yakni pada tahun ke- 20 kerusakan *fatigue cracking* sebesar 91,59%. Umur sisa layan pada perkerasan untuk kerusakan *permanent deformation* sebesar 54,81%. Sedangkan pada kerusakan *rutting* mengalami kerusakan pada tahun ke-5 sebesar 15,76% hingga pada tahun ke- 6 mengalami kerusakan *rutting*. Hasil tersebut dapat dikatakan bahwa tebal perkerasan tersebut tidak mampu menahan beban selama umur rencana yaitu 20 tahun.

Umur Sisa Layan Perkerasan menggunakan Permodelan Viskoelastik dari analisis program *kenpave* didapatkan nilai – nilai kerusakan yang terjadi setelah di lalui beban seperti kerusakan *fatigue cracking* sebesar 199.663.837 ESAL, untuk kerusakan *rutting* sebesar 4.074.925 ESAL dan kerusakan *permanent deformation* sebesar 32.499.351 ESAL. Sehingga umur sisa layan pada perkerasan Eksisting menggunakan permodelan viscoelastik yakni pada tahun ke- 20 kerusakan *fatigue cracking* sebesar 91,82%. Umur sisa layan pada perkerasan untuk kerusakan *permanent deformation* sebesar 49,79%. Sedangkan pada kerusakan *rutting* mengalami kerusakan pada tahun ke-5 sebesar 14,78% hingga pada tahun ke-6 mengalami kerusakan *rutting*. Hasil tersebut dapat dikatakan bahwa tebal perkerasan tersebut tidak mampu menahan beban selama umur rencana yaitu 20 tahun.

Dari masing-masing tebal perkerasaan Bina Marga 2017 dan alternatif didapatkan juga hasil umur masa layan yang dapat di lihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9 Perbandingan Umur Sisa Pada Masing-masing Perkerasan

Dapat dilihat nilai umur sisa pada perkerasan eksisting dengan menggunakan permodelan elastik terjadi kerusakan berurutan yaitu *rutting* pada tahun ke – 6, kerusakan *permanent deformation* pada tahun ke- 31, *fatigue cracking* pada tahun ke- 64. Umur sisa layan pada perkerasan elastik dengan menggunakan permodelan viskoelastik terjadi. kerusakan berurutan yaitu *rutting* pada tahun ke- 6, *permanent deformation* pada tahun ke- 29, *fatigue cracking* pada tahun ke- 66. Sedangkan dari hasil analisis umur sisa layan dari desain perkerasan dengan metode Bina Marga 2017 dan dilakukannya pengurangan tebal lapis pondasi pada Alternatif 1, Alternatif 2 serta Alternatif 3 terlihat nilai umur sisa lebih besar dibandingkan dengan perkerasan Eksisting. Serta tebal lapis perkerasan Bina Marga 2017 dan Alternatif 1 memiliki umur sisa layan ≥ 20 tahun dibandingkan Alternatif 2 dan Alternatif 3 yakni

KESIMPULAN

Dari hasil analisis perkerasan eksisting serta perkerasan alternatif Bina marga 2017 pada ruas jalan Simpang Pundu – Tumbang Samba dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Tebal lapis perkerasan dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 diperoleh tebal lapis permukaan AC-WC sebesar 4 cm dan lapis AC-BC sebesar 13,5 cm. Tebal lapis pondasi atas CTB dengan tebal 15 cm dan untuk lapis pondasi bawah LPA kelas A dengan tebal 15 cm.
2. Nilai tegangan dan regangan permodelan elastik penyebab kerusakan berupa *fatigue cracking* terjadi sebesar 0,0001585 pada kedalaman 17,499 cm (di bawah lapisan permukaan atau HMA). Pada kedalaman yang sama nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan berupa

rutting sebesar 0,0002367. Pada kedalaman 47,5003 nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan *permanent deformation* sebesar 0,0002335. Sedangkan nilai tegangan dan regangan dengan permodelan viskoelastik pada kedalaman 17,4997 penyebab kerusakan *fatigue cracking* terjadi sebesar 0,000165 dan kerusakan *rutting* sebesar 0,000251. Serta penyebab kerusakan permanent deformation pada kedalaman 47,5003 nilai tegangan dan regangan sebesar 0,00044.

3. Tebal minimum yang dapat menahan beban selama umur pelayanan cukup dengan tebal dengan desain menggunakan metode bina Marga 2017 dengan tebal permukaan 17,5 cm, lapis pondasi atas sebesar 15 cm dan lapis pondasi bawah sebesar 15 cm.

SARAN

Berdasarkan hasil yang didapat dalam penelitian ini, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh negara lain.
2. Perlu adanya perhitungan perbandingan berdasarkan biaya dari hasil tebal perkerasan yang direncanakan dan metode mana yang lebih efisien dan efektif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan dalam penyusunan Karya Ilmiah ini yang mana banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Pak Heri selaku staf satuan kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Kalimantan Tengah.

Akhirnya Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jendral Bina Marga. (2017). Manual Desain Perkerasan jalan Nomor 04/SE/Db/2017. Jakarta.

- Sunenth, D. N., & Kushari, B. (2018). "Studi Pengaruh Tebal Lapis dan Modulus Elastisitas Terhadap Respon Struktur Perkerasan Lentur dan Kapasitas Beban Repitisi". Prosiding Kolokium FTSP UII.
- Hardiyatmo, H. C. (2009). "Pemeliharaan Jalan Raya". Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Huang, Y. H. (2004). "Pavement Analysis and Design, 2nd". Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education
- Sukirman, S. (1992). "Perkerasan Lentur Jalan Raya". Bandung: NOVA.
- Sukirman, S. (1999). "Perkerasan Lentur Jalan Raya (Vol. 2)". Bandung: Nova.
- Yoder, E. J., & Witzczak, M. W. (1991). "Principles of Pavement Design". John Wiley & Son
- Setiawan, I. B., Rahmawati, A., & Setiawan M, D. (2018). "Perbandingan Tebal dan Analisis Kerusakan Perkerasan Lentur Menggunakan Program *KENPAVE* dan Metode Asphalt Institute". Semesta Teknik Vol. 21, No.2, 106-113.
- Muliasari, A., & Lukiana. (2013). "Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Berdasarkan Nilai CBR (California Bearing Ratio) dan ESWL (Equivalent Single Wheel Load) Pesawat Rencana Pada Perencanaan Pembangunan Bandar Udara Baru di Karawang.". Perhubungan Udara, 181-191.
- Widiastuti, A. P. (2018). Analisis Perbandingan Desain Struktur Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Empiris dan Metode Mekanistik Empiris Pada Ruas Jalan LEGUNDI-KENIGORO-PLANJAN. TUGAS AKHIR, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.