

Evaluasi Struktur Perkerasan Lentur Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2017 Menggunakan Kriteria *Perpetual Pavement*

Entang¹, Ranna Kurnia², Ligar Fitriani³

¹Mahasiswa, Bandung, Indonesia

^{2,3}Dosen, Bandung, Indonesia

Email: entangboled@gmail.com

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana yang penting dalam menunjang perekonomian masyarakat dimana jalan berguna agar masyarakat dapat menempuh dari satu tempat ke tempat lain. Metode yang umum digunakan dalam pembangunan jalan di Indonesia yaitu metode MDP 2017 namun seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi dalam perencanaan perkerasan jalan agar perkerasan mampu berumur panjang (*Perpetual Pavement*), *Perpetual Pavement* adalah perkerasan yang mampu bertahan sampai 50 tahun bahkan lebih tanpa memerlukan rekonstruksi secara struktural. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi struktur perkerasan lentur model tipikal MDP 2017 apakah struktur perkerasan tersebut masuk kedalam konsep *Perpetual Pavement* atau tidak. Model tipikal MDP 2017 akan dianalisis menggunakan bantuan software yaitu program Kenlayer dimana hasil dari analisis dapat masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* dengan regangan tarik $< 100 \mu\epsilon$ dan regangan tekan $< 200 \mu\epsilon$. Berdasarkan hasil analisis pada model tipikal MDP 2017 didapatkan regangan pada lapisan AC-Base yang melebihi batas regangan artinya model MDP 2017 tidak masuk kedalam *Perpetual Pavement*. Berdasarkan hasil analisis regangan agar model tipikal MDP 2017 masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* yaitu dengan cara mempertebal lapisan perkerasan pada lapis AC-Base. Kemudian repitisi izin minimum yang terjadi pada retak lelah beraspal sebesar 698.805.247 ESAL dan repitisi izin minimum deformasi permanen sebesar 3.29151×10^{13} ESAL.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, MDP 2017, Program Kenlayer, *Perpetual Pavement*

ABSTRACT

Roads are important infrastructure to support the economy of the community where roads are useful for people to travel from one place to another. The method commonly used in road construction in Indonesia is the MDP 2017 method, along with the times and technology in pavement design so that the pavement can live long (Perpetual Pavement). Perpetual Pavement is pavement that can last up to 50 years or more without the need for structural reconstruction. This research aims to evaluate the flexural pavement structure of the MDP 2017 typical model and whether or not the pavement structure is included in the Perpetual Pavement concept. The MDP 2017 typical model will be analyzed using software support, namely the Kenlayer program, where the results of the analysis can be included in the Perpetual Pavement criteria with tensile strain $< 100 \mu\epsilon$ and compressive strain $< 200 \mu\epsilon$. Based on the results of the analysis of the typical MDP 2017 model, the strain obtained on the AC base layer exceeds the strain limit, which means that the MDP 2017 model is not included in the Perpetual Pavement. Based on the results of the strain analysis, the typical MDP 2017 model is included in the Perpetual Pavement criteria by thickening the pavement layer in the AC base layer. The minimum allowable repetition of asphalt fatigue cracking is then 698,805,247 ESAL and the minimum allowable repetition of permanent deformation is 3.29151×10^{13} ESAL.

Keywords: Flexible Pavement, MDP 2017, Kenlayer Program, *Perpetual Pavement*

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana yang penting dalam menunjang perekonomian masyarakat oleh karena itu pembangunan jalan harus menggunakan material yang baik dan juga berkualitas. Metode yang umum digunakan dalam pembangunan jalan di Indonesia yaitu dengan menggunakan metode MDP 2017 dimana metode ini merupakan metode yang termasuk kedalam mekanistik-empiris, dengan cara pendekatan mekanistik-empiris dapat menghasilkan desain struktur perkerasan dengan umur panjang. Seiring dengan kemajuan teknologi dalam perencanaan struktur perkerasan agar jalan mampu berumur panjang maka ada yang disebut dengan *Perpetual Pavement* yang dimana dapat didefinisikan sebagai perkerasan yang mampu berumur panjang bahkan sampai 50 tahun bahkan lebih tanpa memerlukan rekonstruksi secara struktural melainkan hanya memerlukan pemeliharaan pada lapis permukaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model tipikal MDP 2017 masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* atau tidak kemudian jika model tipikal MDP 2017 tidak masuk maka bagaimana model tipikal MDP 2017 agar bisa masuk kedalam *Perpetual Pavement* dan berapa repitisi izin retak leleh dan deformasi permanen.

Secara khusus terdapat beberapa ruang lingkup dalam penelitian ini yaitu:

1. Struktur perkerasan yang digunakan adalah model struktur perkerasan tipikal MDP 2017.
2. Menganalisis kerusakan leleh (fatigue cracking) dan deformasi permanen pada perkerasan lentur.
3. Persamaan yang digunakan pada penelitian ini hanya menggunakan persamaan yang ada pada MDP 2017.
4. Program yang digunakan pada penelitian ini hanya menggunakan program Kenlayer untuk mengetahui regangan tarik dan regangan tekan.
5. Komponen yang diperhitungkan pada penelitian ini hanya pada perkerasan lentur saja.
6. Pada penelitian ini untuk analisis biaya tidak di perhitungkan.
7. Agar masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* parameter yang diubah hanya pada ketebalan perkerasan.
8. Faktor suhu, cuaca, kelembaban dan kondisi tanah dibawah perkerasan tidak diperhitungkan.
9. Beban sumbu kendaraan yang digunakan yaitu beban sumbu 8 ton.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut metodologi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan kajian pustaka yang berhubungan dengan perkerasan lentur, metode perencanaan, dan analisis kerusakan pada perkerasan lentur.
2. Menentukan data-data sekunder yang akan diolah pada metode yang sudah ditentukan sebelumnya.
3. Memodelkan struktur perkerasan menggunakan program Kenlayer untuk mendapatkan regangan.
4. Menganalisis regangan tarik dan tekan yang dihasilkan dari program Kenlayer apakah masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* dengan syarat regangan tarik harus $< 100 \mu\epsilon$ dan regangan tekan harus $< 200 \mu\epsilon$. Kalau tidak oke maka kembali lagi ke point 3.
5. Menganalisis repitisi izin pada tebal perkerasan berdasarkan hasil dari program Kenlayer.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyajian Data Sekunder

A. Model Struktur Perkerasan Lentur MDP 2017

Model struktur perkerasan yang digunakan merupakan model tipikal yang ada pada MDP 2017, dimana model tersebut akan dievaluasi apakah masuk kedalam kriteria perpetual atau tidak. Detail struktur perkerasan tiap lapisan bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketebalan Setiap Lapisan

Lapisan Perkerasan	Tebal Perkerasan (mm)
AC WC	40
AC BC	60
AC Base	170
LFA Kelas A	300
Tanah Dasar	∞

B. Modulus Beton Aspal

Modulus beton aspal penting untuk dipertimbangkan dalam perancangan struktur jalan dan penilaian kondisi jalan yang ada, karena ukuran kekakuan ini dapat mempengaruhi kinerja jalan dalam hal ketahanan terhadap beban lalu lintas, pergerakan tanah, dan perubahan suhu. Modulus beton aspal juga digunakan dalam model pembebanan jalan untuk memperkirakan respons struktural jalan pada kondisi tertentu. Berikut modulus dan poisson ratio yang digunakan pada model tipikal MDP 2017 dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Modulus dan Poisson Ratio (Sumber: MDP 2017)

Lapis Perkerasan	Modulus Elastisitas (E) MPa	Poisson Ratio (μ)
AC WC	1100	0.4
AC BC	1200	0.4
AC Base	1600	0.4
LFA Kelas A	150	0.35
Tanah Dasar	60	0.45

C. Beban Sumbu Kendaraan

Beban sumbu kendaraan merupakan faktor penting dalam perencanaan dan perancangan jalan, karena besaran dan frekuensi beban sumbu kendaraan dapat mempengaruhi kinerja jalan dan masa pakai jalan. Berikut pada Tabel 3 merupakan data beban sumbu kendaraan yang digunakan pada model tipikal MDP 2017.

Tabel 3. Beban Sumbu Kendaraan (Sumber: MDP 2017)

Beban Gandar (kN)	Jarak Spasi Ban (mm)	Tekanan Ban (kPa)	Jari-Jari Bidang Kontak (mm)
80	165	750	92.10

D. Volume Aspal Dalam Campuran

Volume aspal dalam campuran diperlukan untuk memastikan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas campuran beton aspal (*asphalt concrete*), serta memastikan keberhasilan konstruksi dan penyebaran campuran aspal yang optimal.

Tabel 4. Volume Aspal Dalam Campuran (Sumber: MDP 2017)

Bahan Lapisan Aspal	Volume Aspal (Vb) (%)	Smix (Mpa) Pada WMAPT 41°C
AC WC	12.2	1100
AC BC	11.5	1200
AC Base	11.5	1600

3.2 Analisis Regangan Menggunakan Program Kenlayer dan Analisis Reptisi Izin

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis menggunakan program Kenlayer berikut rekapitulasi output dari hasil pengulangan beban pada tebal perkerasan model tipikal MDP 2017 dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Regangan Tekan dan Regangan Tarik Pada Model MDP 2017

Jenis Lapisan	Tebal Lapisan (mm)	Regangan Tarik Kritisal ($\mu\epsilon$)	Regangan Tekan Kritisal ($\mu\epsilon$)
AC-WC	40	55	-
AC-BC	60	70	-
AC-Base	170	104	-
LPA Kelas A	300	-	114

Berdasarkan hasil analisis diperoleh regangan tarik yaitu sebesar 58 $\mu\epsilon$ pada lapisan AC-WC, 70 $\mu\epsilon$ pada lapisan AC-BC, 104 $\mu\epsilon$ pada lapisan AC-Base sedangkan untuk regangan tekan sebesar 114 $\mu\epsilon$ di bawah LPA. Berdasarkan dari konsep *Perpetual Pavement* bahwa regangan tarik tidak boleh lebih dari 100 $\mu\epsilon$, sedangkan hasil dari analisis pada model tipikal MDP 2017 untuk lapisan AC Base melebihi dari ketentuan konsep *Perpetual Pavement*.

Model tipikal MDP 2017 agar masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* yaitu dengan cara mempertebal setiap lapisan perkerasan dari setiap material yang digunakan. Berdasarkan hasil dari analisis bahwa regangan tarik yang melebihi batas 100 $\mu\epsilon$ terjadi pada lapisan AC Base maka untuk mengevaluasi agar model tipikal MDP 2017 masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* yaitu dengan cara mempertebal lapisan struktur perkerasan AC-Base. Berikut pada Tabel 6 hasil analisis regangan menggunakan program Kenlayer.

Tabel 6. Hasil Analisis Regangan Berdasarkan Penambahan 10 mm pada Lapisan AC-Base

Model 1				
Jenis Lapisan	Tebal Lapisan (mm)	Regangan Tarik Kritisal ($\mu\epsilon$)	Regangan Tekan Kritisal ($\mu\epsilon$)	Reptisi Izin beban rencana (ESAL)
AC WC	40	61	-	19.173.594.468
AC BC	60	71	-	5.876.036.953
AC Base	180	98	-	698.805.247
LPA Kelas A	300	-	109	$3,29151 \times 10^{13}$
Model 2				
Jenis Lapisan	Tebal Lapisan (mm)	Regangan Tarik Kritisal ($\mu\epsilon$)	Regangan Tekan Kritisal ($\mu\epsilon$)	Reptisi Izin beban rencana (ESAL)
AC WC	40	63	-	16.317.362.635
AC BC	60	72	-	5.479.157.440
AC Base	190	92	-	958.401.311
LPA Kelas A	300	-	104	$4,57243 \times 10^{13}$

Tabel 6. Hasil Analisis Regangan Berdasarkan Penambahan 10 mm pada Lapisan AC-Base

Model 3				
Jenis Lapisan	Tebal Lapisan (mm)	Regangan Tarik Kritisal ($\mu\epsilon$)	Regangan Tekan Kritisal ($\mu\epsilon$)	Repitisi Izin beban rencana (ESAL)
AC WC	40	65	-	13.956.802.387
AC BC	60	73	-	5.114.014.573
AC Base	200	87	-	1.267.331.627
LPA Kelas A	300	-	99	$6,45557 \times 10^{13}$
Model 4				
Jenis Lapisan	Tebal Lapisan (mm)	Regangan Tarik Kritisal ($\mu\epsilon$)	Regangan Tekan Kritisal ($\mu\epsilon$)	Repitisi Izin beban rencana (ESAL)
AC WC	40	67	-	11.994.404.726
AC BC	60	73	-	5.114.014.573
AC Base	170	81	-	1.811.596.369
LPA Kelas A	210	-	93	$1,0000 \times 10^{14}$
Model 5				
Jenis Lapisan	Tebal Lapisan (mm)	Regangan Tarik Kritisal ($\mu\epsilon$)	Regangan Tekan Kritisal ($\mu\epsilon$)	Repitisi Izin beban rencana (ESAL)
AC WC	40	69	-	10.353.978.502
AC BC	60	74	-	4.777.686.656
AC Base	220	77	-	2.333.634.894
LPA Kelas A	300	-	90	$1,25801 \times 10^{14}$

Berdasarkan hasil analisis regangan dengan menggunakan program Kenlayer pada *trial and error* dengan penambahan ketebalan pada AC-Base hasil analisis regangan tekan diatas permukaan tanah dasar dan regangan tarik dibawah lapisan dasar aspal didapatkan regangan yang tidak melebihi batas regangan pada konsep *Perpetual Pavement*. Artinya ketebalan lapisan AC-Base pada model tipikal MDP 2017 kurang sehingga perlu dipertebal agar masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement*. Hasil dari perhitungan repitisi izin retak leleh dan deformasi permanen bahwa repitisi yang diizinkan sangat besar dimana hasil dari penambahan ketebalan pada lapisan tersebut dinyatakan aman dan mampu menahan beban lebih dari 20 tahun.

4. KESIMPULAN DAN DARAN

Berdasarkan hasil evaluasi pada struktur perkerasan lentur model tipikal MDP 2017 menggunakan kriteria *Perpetual Pavement*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Model tipikal MDP 2017 tidak masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* karena melebihi regangan batas yang sudah ditetapkan pada konsep *Perpetual Pavement*. Dimana, hasil dari analisis regangan pada lapisan struktur model tipikal MDP 2017 didapatkan regangan tarik pada lapis AC-WC sebesar $58 \mu\epsilon$, lapis AC-BC sebesar $70 \mu\epsilon$, Lapis AC-Base sebesar $104 \mu\epsilon$, dan Lapis LPA kelas A sebesar $114 \mu\epsilon$.
2. Struktur perkerasan lentur model tipikal MDP 2017 akan masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement* dengan cara menambah ketebalan pada lapisan campuran aspal di AC-Base. Pada penelitian ini struktur perkerasan model tipikal MDP 2017 ditambah pada lapisan campuran aspal sebesar 10 mm dengan 5 kali penambahan pada model tipikal MDP 2017. Berdasarkan hasil dari evaluasi pada struktur perkerasan model tipikal MDP 2017 regangan yang terjadi pada struktur perkerasan tersebut menjadi lebih kecil sehingga model tersebut akan masuk kedalam kriteria *Perpetual Pavement*.

3. Berdasarkan hasil analisis pada struktur perkerasan dari evaluasi model tipikal MDP 2017 didapatkan repitisi izin minimum retak lelah beraspal yaitu sebesar 698.805.247 ESAL yang terjadi dibawah lapis AC-Base, dan repitisi izin minimum deformasi permanen didapatkan sebesar 3.29151×10^{13} ESAL yang terjadi dibawah permukaan lapis LPA.

Berdasarkan hasil dari evaluasi struktur perkerasan model tipikal MDP 2017 dengan konsep *Perpetual Pavement* terdapat usulan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis dengan merubah parameter ketebalan dari setiap lapisan penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya bisa merubah dari modulus elastisitasnya setiap lapisan yang digunakan.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan beban sumbu standar lainnya atau menggunakan beban sumbu terberat pada kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chalid, N. I. (2016). Karakteristik Campuran Aspal HRS-Base Menggunakan Agregat Kasar Batu Kapur Asal Tinoring. *Pena Teknik*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta: PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Perencanaan dan Pemrograman Pekerjaan Preservasi Jaringan Jalan*. Jakarta: PUPR.
- E.Newcomb, D., Willis, R., & H.Timm, D. (2002). *Perpetual Asphalt Pavement*. Amerika.
- Fahrurrozi, Wibisono, G., & Yusa, M. (2020). Evaluasi Struktur Perkerasan Lentur Dengan Metode Empiris dan Mekanistik-Empiris. *Jurnal Aptek*.
- Fitrianiingsih, L. (2021). *Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur dengan Metode Austroads 2017 dan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2017*. Bandung: ITB.
- Kurnia, R. (2014). *Kinerja Camouran Beraspal Lapis Pengikat Menggunakan Aspal Pen 40/50 Dengan Variasi Gradasi Bina Marga dan Asphalt Institute (Bagian Dari Studi Perpetual Pavement)*. Bandung: ITB.
- Lubis, A. A., A.Muis, Z., & Lubis, A. S. (t.thn.). Kajian Perencanaan Perkerasan Berumur Panjang Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan-Kualanamu. *Universitas Sumatera Utara*.
- Pusjatan. (2013). *Perpetual Pavement/Long Lasting Asphalt Pavement*. Bandung: PUPR.
- Rahman, H., & Zega, R. T. (2018). Analisis Kesesuaian Model Modulus Aspal dan Campuran Laston Lapis Aus untuk Aspal Modifikasi Asbuton Murni. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Ramadhani, R. I. (2018). Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2013 dan Metode Mekanistik Empirik Menggunakan Program Kenpave Pada Ruas Jalan Jogja-Solo. *Universitas Islam Indonesia*.
- Regar, N. B. (2021). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Program Kenpave. *Universitas Medan Area*.
- Simanjuntak, I. L. (2014). Evaluasi Tebal Lapis Perkerasan Lentur Manual Desain Perkerasan Jalan No.22.2/KPTS/Db/2012 dengan Menggunakan Program Kenpave. *Universitas Sumatra Utara*.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: NOVA.
- Tjan, A. (2021). Pengembangan Modulus Elastisitas Campuran Beraspal, Standar Load Group, dan Angka Ekvivalen pada Manual Desain Perkerasan (MDP). *Jurnal Teknik Sipil*.
- Yang H. Huang. (2012). *Pavement Analysis and Design*. Amerika.