

EVALUASI DESAIN PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN SAKETA–DAHEPODO MALUKU UTARA BERDASARKAN MDPJ 2017 DAN KENPAVE

Muhammad Saleh Habib¹, Aniek Prihatiningsih² dan Hokbyan R.S Angkat³

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Muhammad.325170132@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Aniek@ft.untar.ac.id

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
hokbyan@ft.untar.ac.id

Masuk: 05-07-2024, revisi: 14-07-2024, diterima untuk diterbitkan: 18-07-2024

ABSTRACT

The evaluation of the road pavement design for the Saketa-Dahepodo road section in North Maluku Province was conducted based on the 2017 Road Pavement Design Manual (MDPJ 2017) and utilized the KENPAVE program. The data used in the study includes an HRS Base layer of 4 cm thickness, an Upper Base Layer (UBL) of 12 cm thickness, a Lower Base Layer (LBL) of 15 cm thickness, and a sub-base layer of 20 cm thickness. The purpose of this research is to evaluate the durability and performance of road pavement in handling traffic loads and local environmental conditions. The results from the analysis using MDPJ 2017 indicated a traffic load of 629,691 CESAL5, leading to the selection of a pavement design consisting of 5 cm AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course), 40 cm of class A upper base, and 20 cm of LFS class S (or subgrade support layer). Based on the mechanistic-empirical analysis performed with the KENPAVE program, this pavement design as per the MDPJ 2017 method is deemed safe from fatigue cracking and permanent deformation.

Keywords: *Evaluation; MDPJ 2017; Flexible Pavement; North Maluku Province; Mechanistic-Empirical*

ABSTRAK

Dalam penelitian Evaluasi desain perkerasan jalan pada ruas jalan Saketa-Dahepodo di Provinsi Maluku Utara dilakukan berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan menggunakan program KENPAVE. Data yang digunakan meliputi lapisan HRS Base setebal 4 cm, Lapisan Pondasi Atas (LPA) setebal 12 cm, Lapisan Pondasi Bawah (LPB) setebal 15 cm, dan lapisan Sirtu setebal 20 cm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi ketahanan dan performa perkerasan jalan dalam menghadapi beban lalu lintas dan kondisi lingkungan setempat. n MDPJ 2017 kemudian hasilnya diuji berdasarkan analisis mekanistik empiris menggunakan program Kenpave. Hasil analisis menggunakan MDPJ 2017 diperoleh beban lalu lintas sebesar 629.691 CESAL5 sehingga desain perkerasan yang dipilih untuk digunakan adalah 5 cm AC-WC, 40 cm fondasi atas kelas A, dan 20 cm LFS Kelas S atau lapisan penopang. Berdasarkan hasil pengujian mekanistik empiris dengan program Kenpave, desain perkerasan metode MDPJ 2017 tersebut dinyatakan aman dari pengujian kerusakan akibat fatigue cracking dan permanent deformation.

Kata kunci: Evaluasi; MDPJ 2017; Perkerasan Lentur; Provinsi Maluku Utara; Mekanistik Empiris.

1. PENDAHULUAN

Provinsi Maluku Utara, yang terletak di bagian timur Indonesia, terdiri dari sejumlah pulau yang tersebar luas. Keadaan geografis ini membuat infrastruktur transportasi menjadi aspek penting dalam menunjang kegiatan ekonomi, sosial, dan budaya di daerah tersebut. Jalan raya sebagai infrastruktur transportasi darat memegang peranan utama dalam menghubungkan berbagai kabupaten dan kota yang ada di Maluku Utara.

Sejak pembentukan Provinsi Maluku Utara pada tahun 1999, pembangunan infrastruktur jalan terus menjadi prioritas dalam upaya meningkatkan konektivitas antar wilayah. Pembangunan jalan di wilayah ini menghadapi berbagai tantangan, mulai dari kondisi geografis yang sulit, seperti pegunungan dan lembah, hingga kondisi cuaca yang ekstrem dan curah hujan yang tinggi. Tantangan lainnya adalah keterbatasan sumber daya dan teknologi dalam konstruksi jalan yang sesuai dengan standar keamanan dan kenyamanan. Ruas jalan Saketa-Dahepodo merupakan salah satu jalan yang menghubungkan Kabupaten Halmahera Selatan dan Kecamatan Oba Selatan di Provinsi Maluku Utara. Jalan ini memegang peran utama dalam mendukung mobilitas penduduk, distribusi barang

dan jasa, serta akses terhadap berbagai layanan dasar antara dua wilayah penting di provinsi tersebut. Ruas jalan Saketa-Dahepodo tidak hanya penting bagi mobilitas lokal, tetapi juga memiliki peran strategis dalam mendukung aktivitas ekonomi di wilayah tersebut. Jalan ini menjadi jalur utama bagi distribusi hasil pertanian, perikanan, dan produk lokal lainnya yang diproduksi di Kabupaten Halmahera Selatan untuk dipasarkan di Kota Tidore Kepulauan dan sekitarnya. Selain itu, akses yang lebih baik juga diharapkan dapat meningkatkan sektor pariwisata di kedua wilayah, menarik lebih banyak wisatawan untuk mengunjungi objek wisata yang ada.

Sejalan dengan pentingnya ruas jalan ini, evaluasi dan peningkatan kualitas perkerasan jalan menjadi sangat esensial. Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 sebagai pedoman (Direktorat Jendral Bina Marga, 2020). Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa desain yang digunakan mampu menahan beban rencana jalan yang semakin meningkat dan tahan terhadap kondisi cuaca yang ekstrem. Teknologi analisis struktural modern, seperti program KENPAVE, digunakan untuk melakukan simulasi dan prediksi performa jalan dalam jangka panjang.

Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 adalah dokumen teknis yang disusun oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia (Direktorat Jendral Bina Marga, 2020). Manual ini memberikan panduan komprehensif untuk perancangan, konstruksi, dan pemeliharaan perkerasan jalan yang efisien dan efektif (Frans & Nasjono, 2023). Berikut ini adalah beberapa aspek utama yang dibahas dalam manual tersebut. Manual ini disusun untuk memberikan panduan yang jelas dan terstandarisasi dalam merancang perkerasan jalan di Indonesia. Perkerasan jalan adalah lapisan penutup permukaan jalan yang berfungsi untuk mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar, memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan, serta melindungi tanah dasar dari kondisi cuaca (Rahayu, 2022). Manual ini mencakup berbagai jenis perkerasan, termasuk perkerasan kaku (rigid pavement) dan perkerasan lentur (flexible pavement) (Z. A. Aji & Susilo, 2023)

Program KENPAVE

Kenpave adalah *software* yang digunakan untuk analisis dan desain perkerasan jalan, baik perkerasan kaku beton maupun perkerasan lentur aspal (Huang, 2004). Program ini dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P. EN untuk membantu insinyur dalam merancang dan mengevaluasi kinerja struktur perkerasan berdasarkan berbagai parameter dan kondisi lalu lintas serta lingkungan (Z. A. Aji & Susilo, 2023). Kenpave dikembangkan untuk menyediakan alat yang efisien dan akurat dalam menganalisis kinerja perkerasan. Proses pengembangan perangkat lunak ini melibatkan penelitian intensif dan penggabungan teori-teori dasar dari mekanika bahan dan rekayasa perkerasan yang telah terbukti keahliannya (Rahmawati et al., 2021).

2. METODE PENELITIAN

Sumber data dan metode analisis

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang di dapat dari PUPR Provinsi Maluku Utara dan Juga Balai Bina Marga P2JN Provinsi maluku utara, data yang di dapat berupa LHR tahun 2020, data CBR, dan data perkerasan eksisting yang di gunakan pada ruas jalan Saketa-Dahepodo.

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode yang di gunakan untuk penelitian yang menggunakan data numerik dan statistik untuk memahami suatu fenomena atau menjawab pertanyaan penelitian metode ini sering digunakan untuk mengukur variabel, menganalisis hubungan antara variabel dan membuat prediksi berdasarkan data yang di kumpulkan (Marlina et al., 2023)

Penelitian di lakukan pada proyek pembangunan jalan ruas Saketa-Dahepodo kecamatan gane barat, kabupaten halmahera selatan provinsi maluku utara. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Dokumentasi google maps 2024)

Sedangkan data parameter perkerasan lentur untuk analisis di diperoleh dari MDPJ 2017 dan suplemen MDPJ 2017 (2020). Sedangkan untuk CBR timbunan dan *poisson ratio* menggunakan data *modulus elastisitas* atau ditentukan sendiri sesuai persyaratan MDPJ 2017, Tahapan pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama melakukan perencanaan desain tebal perkerasan lentur menggunakan MDPJ 2017 dan yang ke dua melakukan analisis secara mekanistik empiris menggunakan program KENPAVE terhadap perkerasan lentur eksisting dan juga hasil dari perkerasan MDPJ 2017, adapun tahapan untuk perencanaan desain perkerasan lentur beracuan dari MDPJ 2017 adalah sebagai berikut:

- Perencanaa umur rencana
- Menghitung lalu lintas harian (LHR)
- Menentukan faktor pengali pertumbuhan
- Mentukan faktor distribusi lajur dan arah
- Menentukan beban ekuivalen kendaraan
- Menghitung beban sumbu standar (CESAL)
- Pemilihan bagan degain yang digunakan
- Penentuan tebal perkerasan lentur.

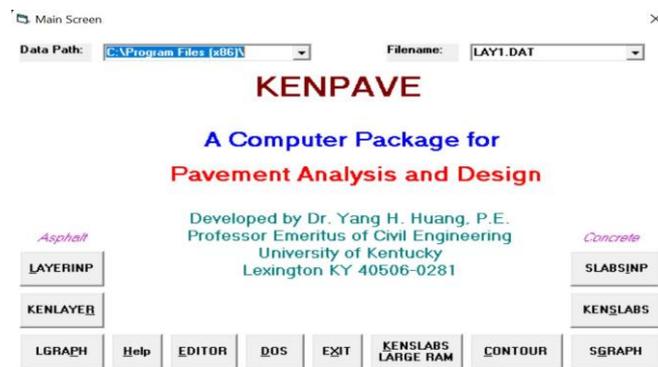
Adapun tahapan dalam menganalisis desain berdasarkan MDPJ 2017 secara mekanistik empiris menggunakan program KENPAVE, sebagai berikut:

1. Persiapan *input* data dalam program KENPAVE

Data-data yang di input dalam program KENPAVE untuk pengujian desain secara mekanistik empiris berupa tebal perkerasan yang diuji atau yang di dapat dari perkerasan eksisting dan desian perkeran MDPJ 2017, data modulus elastisitas, poisson ratio, titik tinjau arah z dari desian perkersan, dan data beban roda kendaraan (Adiman E & Pranata A, 2024).

2. Analisis menggunakan program KENPAVE

Berikut merupakan tahapan analisis menggunakan struktur perkerasan lentur dalam menggunakan program KENPAVE dan menu tampilan utama dapat disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Tampilan KENPAVE (Dokumentasi Pribadi 2024)

- Memilih menu Layerinp untuk memasukkan data input program.
- Pilih menu File untuk memulai pekerjaan baru.
- Selanjutnya dipilih menu General untuk menentukan informasi umum mengenai struktur perkerasan yang ingin dianalisis (sesuaikan dengan keterangan yang ada yang diberikan Kenpave).
- Pilih menu Zcoord dan memasukkan titik koordinat nilai regangannya yang ditinjau.
- Kemudian memasukkan tebal setiap lapis perkerasan dan angka poisson ratio pada menu Layer.
- Menu Moduli digunakan untuk memasukkan modulus elastisitas.
- Dipilih menu Load untuk memasukkan tekanan ban. Memasukkan koordinat NR or NSPT. NSPT
- Kemudian Save as data yang sudah di input pada menu Layerinp dan pilih menu Kenlayer untuk menjalankan perhitungan program.

3. Analisis kerusakan beban

Dalam penelitian ini output data yang di analisis KENPAVE di dapatkan dua nilai yang di gunakan *horizontal principal strain* dan *vertikal strain* untuk menganalisis *fatigue cracking*, *deformation* dan *rutting*, persamaan yang di gunakan untuk menghitung repetisi beban yang menggunakan persamaan dari (The Asphalt Institute, 1988).

- Keretakan (*Fatigue Cracking*) (The Asphalt Institue, 1988)

$$Nf = 0,0796(\epsilon t)^{-3,291}(E)^{-0,854} \quad (1)$$

Keterangan:

Nf = jumlah repetisi beban

ϵt = regangan tarik pada bagian bawah lapis permukaan

E = modulus elastisitas lapisan permukaan

- Lekukan Permanen (*rutting*)

$$Ndr = 1,365 \times 10^{-9}(\epsilon r)^{-0,854} \quad (2)$$

Keterangan:

Ndr = jumlah repetisi beban

ϵr = regangan tekan pada bagian bawah lapisan aus

- Penurunan (*deformation*)

$$Ndd = 1,365 \times 10^{-9}(\epsilon d)^{-0,854} \quad (3)$$

Keterangan:

Ndd = jumlah repetisi beban

ϵd = regangan tekan pada bawah lapisan pondasi

Dari analisis beban lalu lintas yang terjadi di dibandingkan dengan nilai repetisi beban rencana (Nr) berdasarkan nilai hasil perhitungan CESA5. Dengan syarat Nf dan Nd > Nr. Jika nilai Nf dan Nd < Nr maka dinyatakan tebal perkerasan tidak memenuhi atau tidak dapat menahan beban lalu lintas rencana yang terjadi (Dwiputra et al., 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan MDPJ 2017

1. Data LHR Ruas Jalan Saketa - Dadepodo

Data lalu lintas harian pada ruas jalan Saketa -Dahepodo yang di dapat dari Balai Bina Marga P2JN (Balai Bina Marga Provinsi Maluku Utara) melalui komunikasi pribadi. Data LHR dapat disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. LHR Kendaraan Per Hari ruas Jalan Saketa-Dahepodo

Gol	Jenis Kendaraan	Jumlah Kend/hari
Gol. 1	Sepeda motor, kendaraan roda-3	725
Gol. 2	Sedan, jeep dan station wagon.	1
Gol. 3	Opelet, pick-up opelet, suburban, combi dan minibus.	34
Gol. 4	Pick-up, micro truck dan mobil hantaran atau pick-up box.	38
Gol. 5a	Bus kecil	2
Gol. 5b	Bus besar	0
Gol. 6a	Truk ringan 2 sumbu	0
Gol. 6b	Truk sedang 2 sumbu	257

2. CBR Tanah Dasar

Berdasarkan data sekunder yang di dapat pada PUPR Provinsi Maluku Utara, dengan nilai CBR yang digunakan pada penelitian ini dengan nilai 8,06%.

3. Umur rencana

Penentuan umur rencana perkerasan jalan untuk jalan baru dapat dilihat pada MDPJ 2017 yang terdapat pada tabel umur rencana perkerasan jalan baru (Direktorat Jendral Bina Marga, 2020). Dimana untuk perkerasan lentur digunakan umur rencana selama 20 tahun.

Perkerasan yang di rencanakan untuk ruas jalan Saketa – Dahepodo adalah perkerasan lentur dengan pondasi berbutir. Berdasarkan tabel MDPJ untuk perkeraan lentur disyaratkan memiliki umur rencana 20 tahun dengan masa pelayanan 2022-2042.

4. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif

Berdasarkan tabel yang terdapat pada MDPJ 2017 pertumbuhan lalu lintas untuk jalan kolektor primer digunakan nilai faktor pertumbuhan LHR (i) = 3,5% maka dapat dihitung penggal pertumbuhan lalu lintas dengan menggunakan rumur berikut:

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times i)^n - 1}{0,01 \times i}$$

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times 3,5)^{20} - 1}{0,01 \times 3,5} = 24,5\%$$

5. Faktor Distribusi Lajur dan Arah

Faktor distribusi (DD) di ruas jalan Saketa – Dahepodo menggunakan 2 arah, karena itu umumnya di ambil 0,5 dan untuk faktor distribusi lajur (DL) menggunakan nilai 100% dikarenakan jalan Saketa – Dahepodo mempunyai 1 lajur setiap arah.

6. Faktor Ekuivalen Beban

Faktor ekuivalen beban atau bisa disebut dengan *Vehicle Damage Factor* (VDF) merupakan perkiraan faktor beban yang dikonversikan ke beban standar. Nilai VDF ini dibedakan menjadi 2 tipe yaitu VDF4 dan VDF5 karena pernggunaan untuk menghitung *Cumulative Equivalent Singel Axel Load* (CESA). CESA4 dan CESA5 dihitung untuk menentukan jenis perkerasan jalan dan tebal perkerasan jalan. Dapat disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Faktor Ekuivalen Beban Provinsi Maluku Utara (Bina Marga, 2017)

Kode	Jenis Kendaraan	Maluku utara			
		Beban Faktual		Beban Normal	
		VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5b	Bus 2 Sumbu 6 Roda	1,2	1,3	1,2	1,3
6a	Truk 2 Sumbu 4 Roda	0,5	0,4	0,5	0,4
6b	Truk 2 Sumbu 6 Roda	0,9	1	0,5	0,5
7a	Truk 3 Sumbu	13,2	25,5	4,5	5,8

Berdasarkan tabel 2 di atas dapat di lihat untuk menentukan nilai VDF berdasarkan beban aktual dan beban normal untuk Provinsi Maluku Utara. Perencanaan ini menggunakan beban aktual dan normal dikarenakan mengantisipasi umur rencana akibat beban berlebih.

7. Menghitung (CESAL)

Menghitung beban sumbu standar kumulatif bermaksud untuk jumlah dari beban sumbu lalu lintas pada lajur dan umur rencana kumulatif

$$\begin{aligned} \text{ESA4} &= (295 \times 0,5) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 24,5 \\ &= 659307 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA4} &= (275 \times 0,9) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 2,035 \\ &= 92020 \end{aligned}$$

$$\text{CESAL4} = 659307 + 92020 = 751.328$$

$$\begin{aligned} \text{ESA5} &= (275 \times 0,5) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 2,035 \\ &= 102245 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA5} &= (295 \times 0,5) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 24,5 \\ &= 527446 \end{aligned}$$

$$\text{CESAL5} = 102245 + 527446 = 629.691$$

Berdasarkan hasil hitungan diatas didapat nilai CESA4 sebesar 751.328 dan nilai CESA5 sebesar 629.691

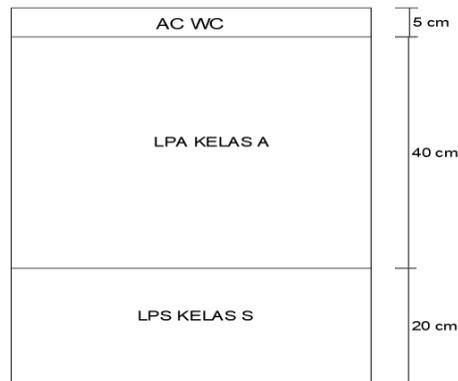
8. Menentukan bagan desain perkerasan

Bagan perkerasan ditentukan berdasarkan hasil dari nilai CESA4 yang sudah di dapatkan sebelumnya, nilai CESA4 yang di dapat sebesar 751.328 CESAL. Bagana desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagan desain 3B berdasarkan tabel pemilihan bagan desain yang ada di MDPJ 2017 yang menggunakan nilai CESA4

9. Penentuan Tebal Lapisan Perkerasan

Penentuan tebal lapisan perkerasan hampir sama dengan seperti penentuan bagan desain yang digunakan namun nilai yang digunakan dalam menentukan ptebal perkerasan adalah nilai CESA5, penentuan tebal perkerasan dapat di lihat pada bagan 3B Desain perkerasan lentur yang terdapat pada MDPJ 2017. Berdasarkan bagan desain diatas di dapatkan tebal perkerasan AC-WC dengan tebal 5 cm dan Lapisan Fondasi Agregat Kelas A didapat tebal perkerasan setebal

40 cm, dan juga menggunakan perkerasan penopang berupa sirtu setebal 20 cm, digunakan lapisan penopang dikarenakan nilai CESA4 di bawah 2 jt. Desain lapis perkerasan dapat disajikan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Desain Tebal Perkerasan Bagian 3B

Analisis Desain Perkerasan Lentur Menggunakan Program KENPAVE

1. Acuan Bahan Perkerasan

Data acuan bahan perkerasan lentur yang digunakan dalam analisis program KENPAVE sebagai data input yang merupakan hasil dari desain MDPJ 2017 dan juga perkerasan jalan eksisting PUPR Provinsi Maluku Utara yang digunakan pada ruas jalan Saketa – Dahepodo akan disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 3. Perkerasan Lentur Eksisting Ruas Jalan Saketa-Dahepodo (Bina Marga, 2017)

Lapisan Perkerasan	Tebal Perkerasan Lentur (cm)	Modulus Elastisitas, E (kPa)	Poisson Ratio (μ)
HRS Base	4	900.000	0,40
LPA Kelas A	12	150.000	0,35
LPB Kelas B	15	125.000	0,35
Sirtu	20	100.000	0,35
Subgrade	∞	80.600	0,45

Tabel 4. Perkerasan Lentur Desain MDPJ 2017 (Bina Marga, 2017)

Lapisan Perkerasan	Tebal Perkerasan Lentur (cm)	Modulus Elastisitas, E (kPa)	Poisson Ratio (μ)
AC WC	5	1.100.000	0,40
LPA Kelas A	40	150.000	0,35
LPS Kelas S	20	100.000	0,35
Subgrade	∞	80.600	0,45

Dalam Analisis perkerasan lentur diatas menggunakan analisis elastik di program KENPAVE untuk perkerasan lapisan atas dan untuk LPA Kelas A sampai subgrade menggunakan analisis linear elastik sehingga analisis membutuhkan nilai modulus elastisitas dan poisson ratio. Untuk memperoleh nilai modulus elastisitas tanah dasar dapat dilakukan korelasi nilai CBR ke modulus elastisitas. Berdasarkan MDPJ 2017 nilai modulus elastisitas tanah dasar dapat menggunakan persamaan $10 \times \text{CBR (Mpa)}$. Dengan menggunakan nilai CBR yang di dapat dari data CBR lapangan ruas jalan Saketa-Dahepodo sebesar 8,06% maka nilai modulus tanah dasar menjadi

$$\begin{aligned}
 E \text{ tanah dasar} &= 10 \times \text{CBR (Mpa)} \\
 &= 10 \times 8,06 \\
 &= 80,6 \text{ Mpa} \\
 &= 80600 \text{ Kpa}
 \end{aligned}$$

Beban roda yang di input pada program Kenpave dengan nilai load adalah 1 untuk sumbu tunggal roda ganda (*single axle road*), nilai CR menggunakan 11 cm (jarak antara ban), nilai CP menggunakan 0,55 Mpa atau 550 Kpa (tekanan ban) nilai YW menggunakan 33 dan XW menggunakan 0 yang mengacu pada (Sukirman, 2010).

2. Hasil running program KENPAVE

Hasil dari perkerasan yang dianalisis menggunakan Kenpave hasil yang di ambil dari analisis *horizontal principal strain* dan *vertikal strain*. Hasil analisis menggunakan Kenpave terhadap 2 perkerasan yaitu perkerasan eksisting dan perkerasan metode MDPJ 2017, berikut adalah hasil dari kedua analisis yang dapat disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Analisis Eksisting

Pengulangan Beban	Horizontal Strain pada kedalaman 3,9997 cm	Vertical Strain pada kedalaman 3,9997 cm	Vertical Strain pada kedalaman 51,0003 cm
1	0,0004991	0,0008842	0,0004793
2	0,0004521	0,000384	0,000525
3	0,0003017	0,0002306	0,0005331
Maksimum	0,0004991	0,0008842	0,0005331

Tabel 6. Hasil Analisis MDPJ 2017

Pengulangan Beban	Horizontal Strain pada kedalaman 4,9997 cm	Vertical Strain pada kedalaman 4,9997 cm	Vertical Strain pada kedalaman 65,0003 cm
1	0,0002225	0,0003341	0,0002346
2	0,0001978	0,0001429	0,0002512
3	0,0001545	0,00003416	0,0002543
Maksimum	0,0002225	0,0003341	0,0002543

Dari hasil analisis KENPAVE nilai yang didapat adalah nilai regangan dan tegangan pada lapisan yang ditinjau untkue menghitung nilai fatigue cracking, rutting,dan deformation yang terjadi pada perkerasan lentur yang direncanakan, berikut perhitungan untuk nilai *fatigue cracking*,*rutting*,dan *deformation*.

- Perhitungan nilai N_f dan N_d untuk Eksisting Ruas Jalan Saketa – Dahepodo

$$N_f = 0,0796 (\epsilon t)^{-3,921} I E I^{-0,854}$$

$$N_f = 0,0796 (0,0004991)^{-3,921} I 800.000 I^{-0,854}$$

$$N_f = 6.398.538,06 \text{ ESAL}$$

Menghitung nilai N_d untuk *rutting*

$$N_{dr} = f_4 (\epsilon c)^{-f_s}$$

$$N_{dr} = 1,365 \times 10^{-9} \times (0,0008842)^{-4,477}$$

$$N_{dr} = 63.888,99 \text{ ESAL}$$

Menghitung nilai N_d untuk *permanent deformation*

$$N_{dp} = f_4 (\epsilon_c)^{-f_s}$$

$$N_{dp} = 1,365 \times 10^{-9} \times (0,0005331)^{-4,477}$$

$$N_{dp} = 615.474,60 \text{ ESAL}$$

- Perhitungan nilai N_f dan N_d untuk perkerasan MDPJ 2017

$$N_f = 0,0796 (\epsilon_t)^{-3,921} I E I^{-0,854}$$

$$N_f = 0,0796 (0,0002225)^{-3,921} I 1.100.000 I^{-0,854}$$

$$N_f = 115.793.111,62 \text{ ESAL}$$

Menghitung nilai N_d untuk *rutting*

$$N_{dr} = f_4 (\epsilon_c)^{-f_s}$$

$$N_{dr} = 1,365 \times 10^{-9} \times (0,0003341)^{-4,477}$$

$$N_{dr} = 4.985.832,34 \text{ ESAL}$$

Menghitung nilai N_d untuk *permanent deformation*

$$N_{dp} = f_4 (\epsilon_c)^{-f_s}$$

$$N_{dp} = 1,365 \times 10^{-9} \times (0,0002543)^{-4,477}$$

$$N_{dp} = 16.919.869,02 \text{ ESAL}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dengan menggunakan rumus dari *asphalt institute* tersebut, dapat analisis untuk beban lalu lintas dan repetisi beban untuk melihat perkerasan lentur dapat atau tidak menahan beban lalu lintas rencana dengan membandingkan nilai N_r, N_f dan N_d dimana nilai $N_f > N_r$ dan nilai $N_d > N_r$. Hasil analiasa dapat disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Analisis Beban Lalu Lintas

Kondisi	Beban Lalu Lintas Rencana (N_r)	Repetisi Beban (ESAL)	Keterangan
Eksisting	629.691 ESAL	N_f 6.398.538,06	$N_f > N_r$ (Ya)
	629.691 ESAL	N_{dr} 63.888,99	$N_{dr} > N_r$ (Tidak)
	629.691 ESAL	N_{dd} 615.474,60	$N_{dd} > N_r$ (Tidak)
Metode MDPJ 2017	629.691 ESAL	N_f 115.793.111,62	$N_f > N_r$ (Ya)
	629.691 ESAL	N_{dr} 4.985.832,34	$N_{dr} > N_r$ (Ya)
	629.691 ESAL	N_{dd} 16.919.869,02	$N_{dd} > N_r$ (Ya)

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa desain perkerasan lentur yang didapatkan pada jalan ruas Saketa – Dahepodo Sta. 0+000–10+000 kabupaten Halmahera selatan Provinsi Maluku Utara berdasarkan MDPJ 2017 adalah dengan menggunakan tebal 5 cm lapisan AC-WC, 40 cm untuk LFA kelas A. dan 20 cm untuk tebal LFS Kelas S Secara mekanistik empiris desain perkerasan lentur tersebut aman terhadap kerusakan *fatigue cracking*, *rutting*, dan *permanent deformation* selama umur rencana. sedangkan untuk perkerasan jalan eksisting gagal dalam menahan beban lalu lintas di karenakan terjadi ke gagal pada nilai *rutting* dan *permanent deformation* sehingga tidak bisa mencapai umur rencana yang di tetapkan selama 20 tahun.

Desain perkerasan lentur yang disarankan ini belum bisa untuk diaplikasikan dan perlu dianalisis kembali, karena beberapa parameter inputan masih bersifat artificial / bukan merupakan data real lapangan. Ditambah desain ini belum menganalisis penggunaan tanah timbun yang diperlukan untuk menaikkan kekuatan *subgrade* sesuai standar yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Z. A., & Susilo, B. (2023). Evaluasi Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Program Software Kenpave. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 01(01), 96–105. <https://doi.org/10.25105/jrltb.v1i1.15921>
- Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 No. 02/M/BM/2017* (Vol. 1). Kementerian PUPR Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2020). *Manual Desain Jalan No.1/S/MDP/2017* (Vol. 2). Kementerian PUPR.
- Dwiputra, A. Y., Hapsoro, S., Utomo, T., & Mulyono, A. T. (2021). *Prediksi Sisa Umur Perkerasan Lentur Dengan Metode Mekanistik-Empirik Ruas Jalan Prof. Dr. Wirjono Prodjodikoro*, Yogyakarta (Vol. 21, Issue 3).
- Frans, J. H., & Nasjono, J. K. (2023). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Program KENPAVE. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2).
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design*. Prentice Hall.
- Marlina, E., Frans, J. H., & Nasjono, J. K. (2023). Analisis Tebal Perkerasan lentur Dengan Metode Bina Marga 2017 dan Program Kenpave. *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 12, Issue 2).
- Rahayu. (2022). Evaluasi Kondisi Perkerasan Lentur Jalan Kaliurang Km 15-16 Berdasarkan Metode Pci dan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017 Bagian II. *Thesis*.
- Rahmawati, A., Aldiansyah, F., & Setiawan, D. M. (2021). Desain Tebal Perkerasan Lentur Jalan Menggunakan Program Kenpave di Ruas Jalan Maospati - Sukomoro, Kabupaten Magetan, Jawa Timur. *Bulletin of Civil Engineering*, 1(1). <https://doi.org/10.18196/bce.v1i1.11050>
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Nova.
- The Asphalt Institute. (1988). *The Asphalt Handbook*. Asphalt Institute.
- Adiman E, Y., & Pranata A, Y. (2024). Analisis Desain Perkerasan Lentur Berdasarkan MDPJ 2017 Menggunakan Metode Mekanistik Empiris Pada Program Kenpave (Vol. 7, Issue 2).