

ANALISIS TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DAN PROGRAM KENPAVE

Elza Marlina¹ (elzamarlina82117@gmail.com)

John H. Frans² (john.frans@staf.undana.ac.id)

Judi K. Nasjono³ (judi.nasjono@staf.undana.ac.id)

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya tebal perkerasan yang tepat dengan kondisi lalu lintas pada lokasi tinjauan. Dalam mendesain tebal struktur perkerasan menggunakan standar metode bina marga 2017 dan metode analisa komponen serta menggunakan program kenpave untuk mengetahui besarnya regangan pada lapis perkerasan yakni nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* yang terjadi. Selanjutnya menghitung repetisi beban yang berdasarkan nilai regangan yang diperoleh. Sementara, jenis perkerasan yang ditinjau merupakan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Penelitian dilakukan terhadap sepanjang ruas Jalan Pulau Indah, Oesapa Barat, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur dengan panjang ruas jalan sebesar 320 m. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa dari tebal perkerasan yang diperoleh dengan metode bina marga 2017 dan metode analisa komponen dibandingkan dengan tebal perkerasan dari perencanaan awal Jalan Pulau Indah, jauh lebih memberikan kekuatan dalam memikul beban lalu lintas ditunjukkan dengan nilai repetisi beban yang diperoleh membuktikan bahwa semakin tebalnya lapis perkerasan maka semakin kecil regangan yang terjadi pada lapis permukaan dan semakin kecil regangan yang diteruskan pada lapis tanah dasar.

Kata Kunci: Bina Marga 2017, Program KENPAVE, Perkerasan Lentur, Mekanistik Empirik

ABSTRACT

This research was conducted to determine the appropriate pavement thickness with traffic conditions at the review location. In designing the thickness of the pavement structure using the 2017 Highways standard method and the component analysis method and using the Kenpave program to determine the amount of strain on the pavement layer, namely the value of the vertical strain and the horizontal principal strain that occurs. Next, calculate the repetition load based on the strain value obtained. Meanwhile, the type of pavement under review is flexible pavement. The research was conducted along Jalan Pulau Indah, West Oesapa, Kupang City, East Nusa Tenggara with a road length of 320 m. The results of this study prove that the thickness of the pavement obtained by the 2017 Highways method and the component analysis method compared to the thickness of the pavement from the initial planning of Jalan Pulau Indah, provides much more strength in carrying traffic loads, indicating by the load repetition values obtained proving that The thicker the pavement layer, the smaller the strain that occurs in the surface layer and the smaller the strain that is transmitted to the subgrade layer.

Key Words: Bina Marga 2017, KENPAVE Program, Flexible Pavement, Empirical Mechanistics

PENDAHULUAN

Jalan dapat mengalami kegagalan fungsional yakni apabila perkerasan tidak berfungsi sesuai rencana dan penggunaan jalan merasa tidak nyaman (Cahyaka et al., 2018). Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan mutu dan kualitas dari jalan. Demi menciptakan kondisi

¹ Prodi Teknik Sipil, FST Undana (Penulis Korespondensi);

² Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

³ Prodi Teknik Sipil, FST Undana.

jalan yang baik, maka perlu dilakukan perencanaan tebal perkerasan yang tepat sehingga dapat melayani beban lalu lintas yang ada, tak terkecuali juga terkait memperhatikan pemilihan jenis material perkerasan jalan, daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas, keadaan lingkungan, masa pelayanan atau umur rencana, ketersediaan dan karakteristik material pembentuk perkerasan jalan di sekitar lokasi (Fabiana Meijon Fadul, 2019).

Perencanaan tebal perkerasan lentur dilakukan menggunakan Metode Bina Marga 2017 yakni standar perencanaan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga sebagai landasan perencanaan tebal perkerasan jalan terkait perhitungan beban lalu lintas, uraian desain dengan metode mekanistik dimana jalan yang dibangun dianggap sebagai perencanaan terhadap jalan baru dan menggunakan program kenpave untuk mengetahui nilai regangan dan tegangan berdasarkan pada tebal lapis perkerasan hasil analisis. Program KENPAVE adalah perangkat lunak yang diciptakan dan dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P. E seorang professor Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk menganalisis regangan tegangan penyebab kerusakan pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku (Area, 2021). Hasil dari analisis dengan program KENPAVE akan digunakan untuk mengetahui nilai regangan-tegangan yaitu nilai vertical strain dan nilai horizontal principal strain pada lapis perkerasan berdasarkan tebal perkerasan hasil analisis dan mengetahui tebal perkerasan yang memberikan kualitas yang baik dengan melihat dari nilai repetisi beban yang terjadi untuk membuktikan lapis perkerasan mampu menerima beban lalu lintas yang terjadi atau tidak.

Pada ruas Jalan Pulau Indah, Oesapa Barat, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur kerusakan jalan yang terjadi yakni jalan yang berlubang dan permukaan jalan yang bergelombang. Kerusakan ini diakibatkan oleh banyaknya kendaraan berat seperti truk tangki, truk gandeng, dan kendaraan niaga sejenisnya yang melintasi jalan tersebut. Kondisi lapis permukaan perkerasan menjadi retak akibat menerima beban lalu lintas dimana semakin seringnya kendaraan berat melintasi jalan ini, mengakibatkan jalan menjadi rusak. Oleh karena itu, pada lokasi penelitian dibutuhkan perencanaan tebal perkerasan jalan yang memenuhi kebutuhan lalu lintas yang ada dengan demikian maka tiap lapis perkerasan akan mampu memikul beban lalu lintas.

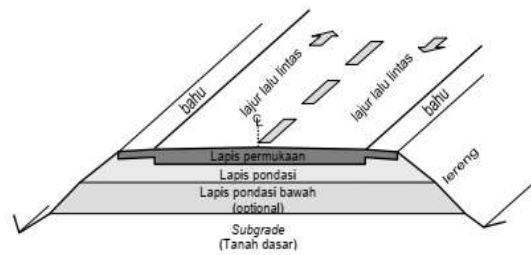
TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) umumnya digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap (Fabiana Meijon Fadul, 2019). Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari Lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), dan lapisan tanah dasar (*subgrade*)(Sukirman, 1999). Berikut ditunjukkan pada Gambar 1.

Metode Bina Marga 2017

Metode bina marga 2017 merupakan peraturan yang memuat tentang teknik pelaksanaan perencanaan dan pekerjaan struktur jalan serta juga berisi tentang desain struktur perkerasan baru dan perawatan perkerasan. Beberapa parameter yang menjadi tinjauan dalam perencanaan perhitungan yaitu umur rencana jalan, volume lalu lintas, beban sumbu standar kumulatif, penentuan tipe perkerasan, CBR tanah dasar(Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).



Gambar 1. Struktur Perkerasan lentur (Fabiana Meijon Fadul, 2019)

Metode Analisa Komponen

Perencanaan menggunakan metode analisa komponen perlu memperhatikan parameter-parameter perencanaan diantaranya volume lalu lintas, daya dukung tanah dasar dan CBR tanah, faktor regional, indeks permukaan jalan, angka ekuivalen beban sumbu kendaraan, dan koefisien kekuatan relatif berdasarkan jenis material perkerasan serta penentuan indeks tebal perkerasan (Fabiana Meijon Fadul, 2019).

Program Kenpave

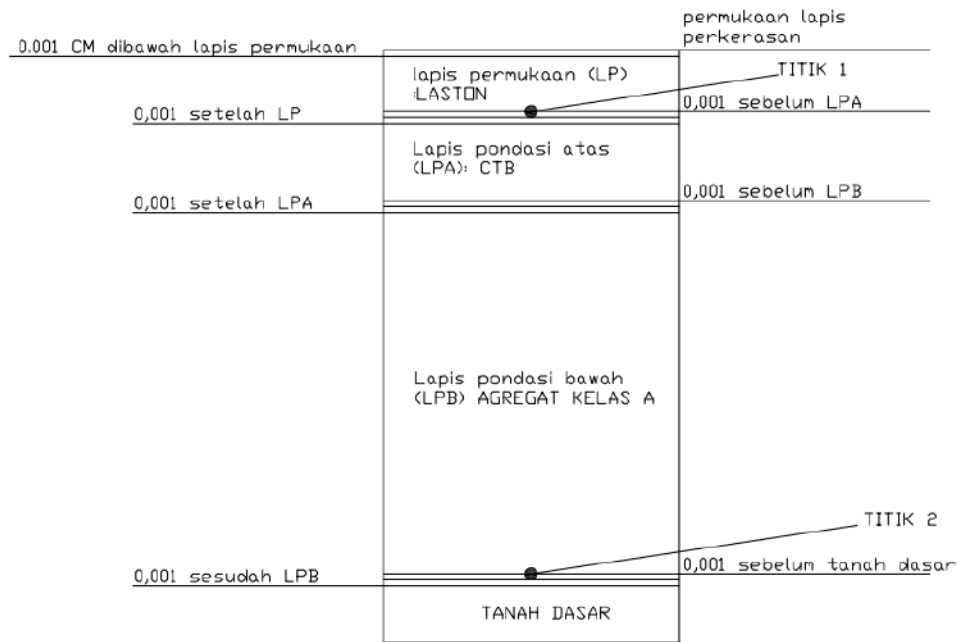
Program KENPAVE adalah perangkat lunak yang diciptakan dan dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P. E seorang professor Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk menganalisis regangan tegangan penyebab kerusakan pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku (Area, 2021). Terdiri dari program Kenlayer untuk menganalisis perkerasan lentur dan program Kenslab untuk menganalisis perkerasan kaku. Data input yang dibutuhkan adalah data struktur perkerasan jalan yang berkaitan dengan desain tebal perkerasan jalan. Berdasarkan pada teori lapis banyak maka dibutuhkan data seperti modulus elastisitas, *poisson ratio*, tebal tiap lapis perkerasan, dan kondisi pembebanan lalu lintas yang terjadi. Sementara, output program yang diperoleh yaitu yaitu *vertical deflection*, *vertical stress*, *major principal stress*, *minor principal stress*, *intermediate principal stress*, *vertical strain*, *major principal strain*, *minor principal strain*, dan *horizontal principal strain* (From & From, n.d.)

Vertical Strain Dan Horizontal Principal Strain

Vertical strain yang terjadi pada lapis perkerasan diakibatkan oleh beban roda kendaraan yang membebani lapis perkerasan dimana material perkerasan tertarik atau tertekan dalam arah vertikal, kemudian dengan kondisi pembebanan yang terjadi secara berulang dengan intensitas pembebanan yang berubah-ubah akan mengakibatkan material tidak memiliki waktu yang cukup untuk kembali ke keadaan semula sehingga regangan yang terjadi semakin besar hingga terjadi retakan yang berkembang menjadi lendutan pada lapis perkerasan yang disebut *rutting* (Rahayu, 2019).

Horizontal principal strain mengakibatkan kerusakan *fatigue cracking* yakni karena adanya regangan tarik maupun tekan dalam arah horizontal pada bagian bawah lapis permukaan akibat beban lalu lintas berulang-ulang. Dimana regangan dengan beban dinamis, beban diberikan secara terus menerus dengan kecepatan yang cukup tinggi sehingga regangan yang terjadi tidak memiliki waktu untuk kembali sebelum diberi beban selanjutnya (Mukhlis et al., 2017).

Titik tinjauan terhadap nilai *vertical strain* terletak pada bagian bawah dari lapis permukaan dan bagian bawah dari lapis pondasi bawah, sementara itu, titik tinjauan terhadap nilai *horizontal principal strain* terletak pada bagian bawah dari lapis permukaan. Berikut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model titik tinjau nilai regangan pada lapis perkerasan (Pambudi & Fauziah, 2021)

Nilai Repetisi Beban Lalu Lintas

Perhitungan nilai repetisi beban pada perkerasan untuk dapat mengetahui kondisi tebal perkerasan hasil perencanaan dapat mampu menerima beban selama umur rencana terhadap kerusakan *fatigue cracking*, *rutting*, dan *permanent deformation*. Persamaan untuk mengetahui repetisi beban berdasarkan regangan tarik horizontal di bawah lapis permukaan (Dinata et al., 2017).

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

Persamaan untuk mengetahui repetisi beban berdasarkan regangan vertikal di bawah lapis permukaan dan dibawah lapis pondasi bawah.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,477} \tag{2}$$

Keterangan:

N_f = jumlah nilai repetisi beban yang diizinkan untuk mengontrol *fatigue cracking*

N_d = jumlah nilai repetisi beban yang diizinkan untuk mengontrol *rutting* dan *permanent deformation*

ϵ_t = regangan tarik horizontal pada bagian bawah lapis permukaan

ϵ_c = regangan vertikal pada bagian bawah lapis permukaan

ϵ_c = regangan vertikal pada bagian bawah lapis pondasi bawah

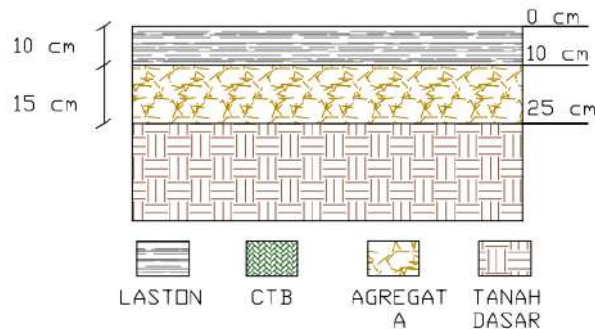
E = modulus elastis lapis permukaan

Dari nilai repetisi beban yang terjadi akan di bandingkan dengan nilai repetisi beban rencana (N_r) berdasarkan nilai hasil perhitungan CESA5. Dengan syarat yakni N_f dan $N_d > N_r$. Jika nilai N_f dan N_d lebih kecil dari nilai N_r , maka dinyatakan tebal perkerasan yang direncanakan tidak mampu menerima beban lalu lintas yang terjadi (Chrisnanda, 2018).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan terhadap Jalan Pulau Indah, Oesapa Barat, Kota Kupang. Panjang jalan yang ditinjau adalah 320 meter. Dalam perencanaan kondisi eksisting jalan pulau indah diperoleh dari data perencanaan jalan Dinas PUPR Provinsi NTT. Berdasarkan data yang diperoleh CBR tanah yang digunakan adalah 3% dan kondisi jalan pulau indah memiliki lebar 10 meter dengan kelandaian jalan sebesar 3% dan tingkat curah hujan >900 mm/tahun untuk daerah

Kota Kupang. Berdasarkan pada perencanaan jalan pulau indah per tahun 2020, jenis bahan material perkerasan jalan yang digunakan yakni lapis permukaan menggunakan *asphalt concrete* (AC WC dan AC BC), untuk lapis pondasi menggunakan bahan agregat kelas A, yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 3. Tebal Perkerasan Eksisting Ruas Jl. Pulau Indah

Dalam perencanaan jalan yang dilakukan terdapat penambahan jenis material lapis perkerasan, lapis permukaan menggunakan Laston, lapis pondasi atas menggunakan CTB (*cement treated based*), lapis pondasi bawah menggunakan Agregat A dan lapis tanah dasar. Perencanaan dengan metode bina marga 2017 dan metode analisa komponen dilakukan dengan merencanakan jalan untuk kondisi beban lalu lintas pada tahun survey 2022 dan tahun rencana 2042.

Volume kendaraan yang dipakai dalam analisis diperoleh dari survey lalu lintas yang dilakukan selama 12 jam dalam 7 hari pelaksanaan survey. Data lalu lintas dapat ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Volume lalu lintas Hasil Survey Lalu Lintas – Metode Bina Marga 2017

Jenis Kendaraan	Volume Lalu Lintas Hasil Survey`							RERATA
	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7	
1	14985	16141	16973	18860	14131	13907	11407	15201
2	2680	2754	2907	3437	2688	2528	2044	2720
3	75	22	26	101	33	36	15	44
4	816	739	890	986	794	822	355	772
5a	19	19	16	20	13	7	6	14
5b	75	50	75	62	59	69	57	64
6a	113	164	103	180	100	106	13	111
6b	889	663	790	894	735	739	444	736
7a	41	26	33	37	35	37	22	33
7b	0	5	0	0	0	0	0	1
7c	50	44	57	51	49	51	2	43

Volume lalu lintas hasil survey selanjutnya dirapikan dan dikelompokkan sesuai dengan jenis kendaraannya. Jenis kendaraan ringan terdiri dari kendaraan golongan 2, 3, dan 4. Jenis kendaraan bus terdiri dari kendaraan golongan 5a dan 5b. Jenis kendaraan truk 2 as terdiri dari kendaraan golongan 6a dan 6b, jenis kendaraan truk 3 as terdiri dari kendaraan golongan 7a. Jenis kendaraan truk 5 as terdiri dari kendaraan golongan 7b dan 7c yang dapat ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Kendaraan Lalu Lintas Hasil Survey _ Metode Analisa Komponen

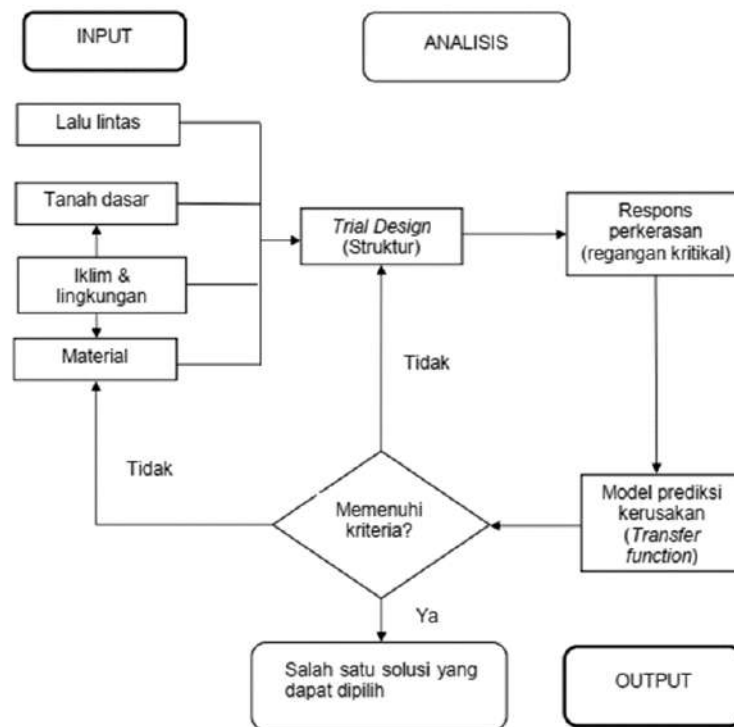
Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Rerata	
Kendaraan Ringan	(1+1) Ton	1843	Kendaraan
Bus	(3+5) Ton	42	Kendaraan
Truk 2 As	(5+8) Ton	446	Kendaraan
Truk 3 As	(6+7+7) Ton	17	Kendaraan
Truk 5 As	(6+14+5+5) Ton	23	Kendaraan
Total		2372	Kendaraan

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Perencanaan Tebal Perkerasan

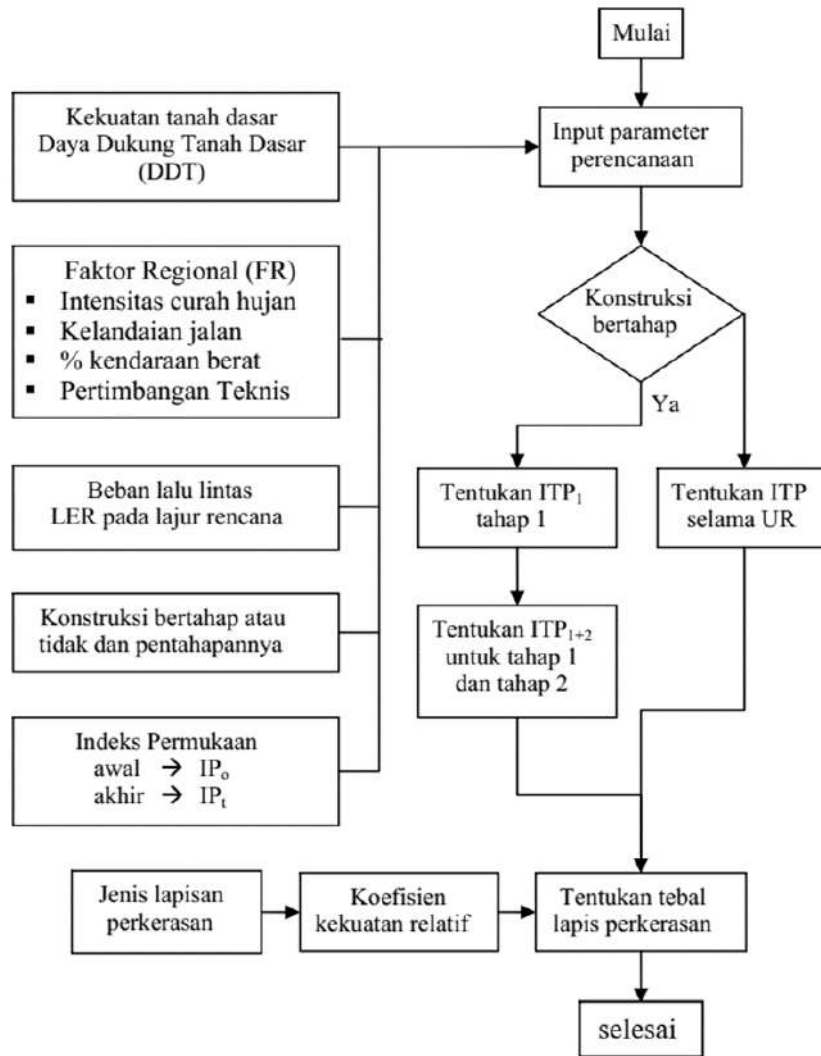
Analisis selanjutnya dilakukan menurut urutan pengerjaan berdasarkan bagan alir penelitian untuk metode bina marga 2017 dan metode analisa komponen.

Berikut ini ditunjukkan pada Gambar 3 bagan alir perencanaan tebal perkerasan lentur berdasarkan metode bina marga 2017.



Gambar 4. Prosedur Desain Perkerasan Lentur Dengan Manual Desain Perkerasan 2017 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

Berikut ini ditunjukkan bagan alir perencanaan jalan dengan metode analisa komponen.



Gambar 5. Bagan Alir Perencanaan Tebal Perkerasan Metode Analisa komponen (Sukirman, 1999)

Analisis Dengan Program KENPAVE

Tebal perkerasan lentur yang diperoleh dari perencanaan yang telah dilakukan selanjutnya di input ke program Kenpave pada sub program Kenlayer. Selain tebal perkerasan juga diperlukan data-data terkait dengan pembebanan sumbu dan roda kendaraan yang meliputi dimensi sumbu kendaraan, tekanan ban, dan jarak antar roda ganda, modulus elastisitas bahan serta *poisson ratio*. Data-data tersebut akan diisi sesuai dengan kebutuhan data pada tiap menu program kenlayer yakni terdiri dari menu general, menu zcoord, layer, moduli, dan load(Pambudi & Fauziah, 2021).

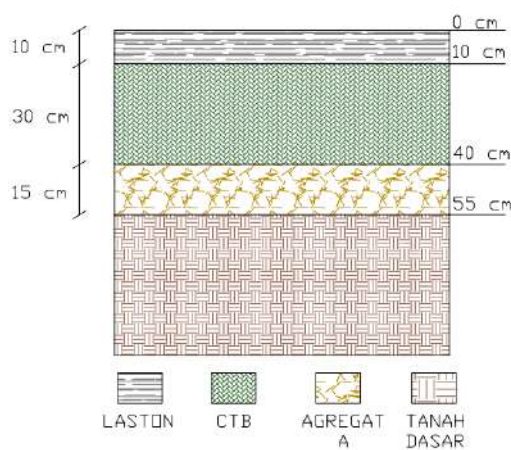
Perhitungan Nilai Repetisi Beban Lalu Lintas

Nilai repetisi beban lalu lintas dihitung menggunakan persamaan (1) untuk kerusakan *fatigue cracking* berdasarkan nilai *horizontal principal strain* lapis permukaan dan menggunakan persamaan (2) untuk kerusakan *rutting* dan *permanent deformation* berdasarkan nilai *vertical strain* pada lapis permukaan dan lapis pondasi bawah perkerasan(Dinata et al., 2017).

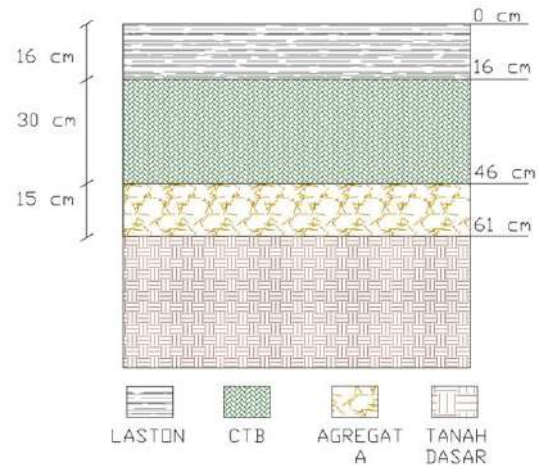
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perencanaan Tebal Perkerasan

Dari hasil analisis perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan metode bina marga 2017 pada kondisi tahun survey 2022 nilai ESA4 diperoleh sebesar 270.960 ESAL dan ESA5 sebesar 379.751 ESAL. Tebal perkerasan yang dibutuhkan yakni tebal lapis permukaan 10 cm, lapis pondasi atas 30 cm dan lapis pondasi bawah 15 cm. Tebal perkerasan yang diperoleh dari perencanaan tebal perkerasan untuk kondisi tahun rencana 2042 memperoleh nilai ESA4 sebesar 44.150.197 ESAL dan nilai ESA5 sebesar 61.876.545 ESAL, maka berdasarkan bagan desain -3 (4) 2020 diperoleh tebal perkerasan yakni lapis permukaan 16 cm, lapis pondasi atas 30 cm dan lapis pondasi bawah 15 cm. Berikut ini ditunjukkan pada Gambar 6(a) dan Gambar 6(b).

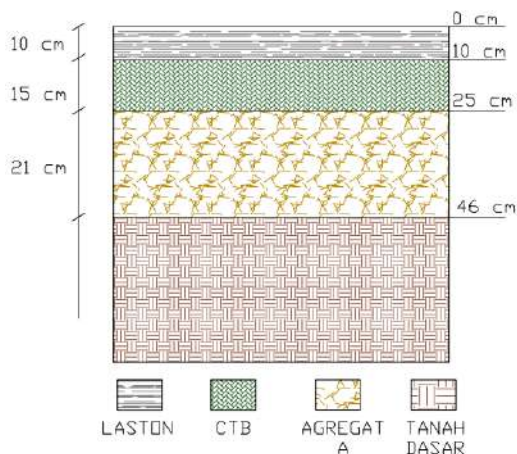


Gambar 6(a). Hasil Desain Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2017 Untuk Tahun Survey 2022

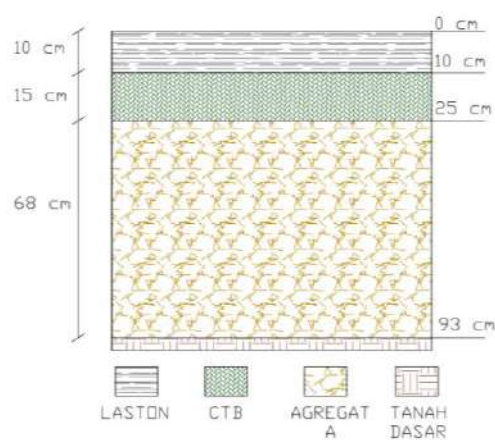


Gambar 6(b). Hasil Desain Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2017 Untuk Tahun Rencana 2042

Dari hasil perencanaan dengan metode analisa komponen, untuk kondisi lalu lintas tahun survey 2022 diperoleh tebal perkerasan yakni tebal lapis permukaan 10 cm, lapis pondasi atas 15 cm, dan lapis pondasi bawah 21 cm. Sementara itu, untuk perencanaan tebal perkerasan pada kondisi tahun rencana 2042, diperoleh tebal lapis permukaan 10 cm, lapis pondasi atas 15 cm dan lapis pondasi bawah 68 cm. Berikut ini ditunjukkan dalam Gambar 7(a) dan Gambar 7(b).



Gambar 7(a). Hasil Desain Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen Untuk Tahun Survey 2022



Gambar 7(b). Hasil Desain Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen Untuk Tahun Rencana 2042

Hasil Nilai *Vertical Strain* Dan *Horizontal Principal Strain* Dari Program Kenpave

Hasil analisis menggunakan program kenpave, diperoleh nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* dari tiap lapis perkerasan yang ditunjukkan pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Vertical Strain Dan Horizontal Principal Strain Metode Analisa Komponen Tahun Survey 2022

No. Koordinat	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 9,999 Cm	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 45,999 Cm	<i>Horizontal P. Strain</i> Pada Kedalaman 9,999 Cm
1	-8,85E-03	9,30E-03	-5,36E-03
2	-4,40E-03	6,60E-03	-2,82E-03
3	-2,06E-03	2,71E-03	-2,55E-03
Max	-8,85E-03	9,30E-03	-5,36E-03

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Vertical Strain Dan Horizontal Principal Strain Metode Bina Marga 2017 Tahun Survey 2022

No. Koordinat	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 9,999 Cm	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 54,999 Cm	<i>Horizontal P. Strain</i> Pada Kedalaman 9,999 Cm
1	1,59E-05	9,41E-05	-1,25E-05
2	-1,35E-05	4,53E-05	9,54E-03
3	-5,77E-06	2,51E-05	-5,54E-06
Max	1,59E-05	9,41E-05	9,54E-03

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Vertical Strain Dan Horizontal Principal Strain Metode Analisa Komponen Tahun Rencana 2042

No. Koordinat	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 9,999 Cm	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 92,999 Cm	<i>Horizontal P. Strain</i> Pada Kedalaman 9,999 Cm
1	1,02E-05	6,29E-05	-1,07E-05
2	-2,06E-05	5,59E-05	9,32E-06
3	-1,16E-06	7,54E-06	-4,70E-06
Max	1,02E-05	6,29E-05	9,32E-06

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai Vertical Strain Dan Horizontal Principal Strain Metode Bina Marga 2017 Tahun Rencana 2042

No. Koordinat	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 15,999 Cm	<i>Vertical Strain</i> Pada Kedalaman 60,999 Cm	<i>Horizontal P. Strain</i> Pada Kedalaman 15,999 Cm
1	-1,14E-06	7,53E-05	1,32E-05
2	-7,51E-06	3,38E-05	4,38E-06
3	-3,32E-06	1,95E-05	-2,00E-06
Max	-7,51E-06	7,53E-05	1,32E-05

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Vertical Strain Dan Horizontal Principal Strain Kondisi Eksisting Perkerasan 2020

No. Koordinat	Vertical Strain Pada Kedalaman 15,999 Cm	Vertical Strain Pada Kedalaman 60,999 Cm	Horizontal P. Strain Pada Kedalaman 15,999 C'm
1	-1,14E-06	7,53E-05	1,32E-05
2	-7,51E-06	3,38E-05	4,38E-06
3	-3,32E-06	1,95E-05	-2,00E-06
Max	-7,51E-06	7,53E-05	1,32E-05

Dari nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* yang diperoleh selanjutnya dikelompokkan berdasarkan tebal perkerasan yang direncanakan dengan umur rencana 20 tahun. Maka diambil nilai regangan dari tebal perkerasan perencanaan awal, Metode Bina Marga 2017 tahun rencana 2042 dan Metode Analisa Komponen tahun rencana 2042 yang ditunjukkan dalam Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Perbandingan Nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* Dari Masing-Masing Data Perencanaan

	Perencanaan awal	Metode analisa komponen	Metode bina marga 2017
<i>vertical strain</i> lapis permukaan	3,31E-04	1,02E-05	-7,51E-06
<i>Horizontal Principal Strain</i> lapis permukaan	-2,91E-04	9,32E-06	1,32E-05
<i>Vertical strain</i> lapis pondasi bawah	4,41E-04	6,29E-05	7,53E-05

Hasil Nilai Repetisi Beban Lalu Lintas

Tabel 9. Rekapitulasi nilai Repetisi Beban Lalu Lintas

	Nr (ESAL)	Nf (ESAL)	Nd (ESAL)	Nd (ESAL)	Pemenuhan Syarat
Perencanaan Awal	61.876.545	221.135	5.205.353	1.446.062	Nf<Nr (TIDAK) Nd<Nr (TIDAK)
Metode Bina Marga 2017 tahun survey 2022	379.751	2,28	4,18E+12	1,45E+09	Nf<Nr (TIDAK) Nd>Nr (YA)
Metode Bina Marga 2017 tahun rencana 2042	61.876.545	5,84E+09	1,19E+14	3,94E+09	Nf>Nr (YA) Nd>Nr (YA)
Metode Analisa Komponen tahun survey 2022	379.751	15	2	2	Nf<Nr (TIDAK) Nd<Nr (TIDAK)
Metode Analisa Komponen tahun rencana 2042	61.876.545	1,84E+10	3,02E+13	8,81E+09	Nf>Nr (YA) Nd>Nr (YA)

Berdasarkan pada Tabel 9, dengan membandingkan antara nilai Nf dan Nd dengan Nr, diketahui bahwa metode bina marga 2017 dan metode analisa komponen pada kondisi tahun rencana memberikan nilai repetisi beban ijin (Nf dan Nd) yang lebih besar dari repetisi beban rencana (Nr), yang menunjukkan bahwa lapis perkerasan hasil perencanaan mampu menerima beban lalu lintas yang ada untuk kondisi pembebanan selama umur rencana.

Dengan demikian, maka tebal lapis perkerasan hasil perencanaan yang dapat diusulkan untuk kondisi lokasi penelitian jika berdasarkan metode bina marga 2017 adalah lapis permukaan = 16 cm, lapis pondasi bawah = 30 cm dan lapis pondasi bawah = 15 cm. sementara, berdasarkan metode analisa komponen adalah lapis permukaan = 10 cm, lapis pondasi atas = 15 cm, dan lapis pondasi bawah = 68 cm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tebal lapis perkerasan yang dibutuhkan lokasi penelitian menggunakan metode bina marga 2017 yakni lapis permukaan 16 cm, lapis pondasi atas 30 cm, dan lapis pondasi bawah 15 cm. Sementara, dengan menggunakan metode analisa komponen diperoleh lapis permukaan 10 cm, lapis pondasi atas 15 cm, dan lapis pondasi bawah 68 cm.
2. Nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* dari analisis program kenpave, sebagai berikut:
 - a. Untuk tebal lapis perkerasan dari metode analisa komponen pada tahun survey 2022 pada kedalaman 9,999 cm didapat nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* berturut-turut yakni $-8,85E-03$ dan $-5,36E-03$. Untuk nilai *vertical strain* pada kedalaman 45,999 cm diperoleh $9,30E-03$.
 - b. Untuk tebal lapis perkerasan dari metode metode analisa komponen pada kondisi tahun rencana 2042 didapat nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* pada kedalaman 9,999 cm yakni $1,02E-05$ dan $9,32E-06$. Untuk nilai *vertical strain* pada kedalaman 92,999 cm diperoleh $6,29E-05$.
 - c. Nilai *vertical strain* dan *horizontal principal strain* untuk metode bina marga 2017 pada tahun survey 2022 yakni $1,59E-05$ dan $9,54E-03$ pada kedalaman 9,999 cm. Untuk nilai *vertical strain* pada kedalaman 54,999 cm diperoleh $9,41E-05$.
 - d. Hasil metode bina marga 2017 pada kondisi tahun rencana 2042 diperoleh nilai *vertical strain* pada kedalaman 15,999 cm sebesar $-7,51E-06$ dan nilai *horizontal principal strain* adalah sebesar $1,32E-05$. Untuk nilai *vertical strain* pada kedalaman 60,999 cm diperoleh sebesar $7,53E-05$.
3. Terdapat perbedaan tebal perkerasan dan nilai repetisi beban dari tiap-tiap hasil model tebal perkerasan, sebagai berikut:
 - a. Tebal lapis permukaan dari metode bina marga 2017 memperoleh tebal 16 cm, menghasilkan nilai repetisi beban untuk kerusakan *fatigue cracking* sebesar $5,84E+09$ ESAL dan nilai repetisi beban untuk kerusakan *rutting* sebesar $1,19E+14$ ESAL. Tebal lapis permukaan dari metode analisa komponen memperoleh tebal lapis permukaan 10 cm, menghasilkan nilai repetisi beban untuk kerusakan *fatigue cracking* sebesar $1,84E+10$ ESAL dan nilai repetisi beban untuk kerusakan *rutting* yang terjadi sebesar $3,02E+13$ ESAL. Sementara, pada tebal lapis permukaan perencanaan awal memiliki tebal 10 cm dan repetisi beban sebesar 221.135 ESAL dan repetisi beban untuk kerusakan *rutting* sebesar 5.205.353 ESAL.
 - b. Berdasarkan tebal lapis pondasi bawah metode bina marga 2017 sebesar 15 cm menghasilkan nilai repetisi beban untuk kerusakan deformasi permanen sebesar $3,94E+09$ ESAL. Dari metode analisa komponen dengan tebal lapis pondasi bawah 68 cm menghasilkan nilai repetisi beban sebesar $8,81E+09$ ESAL. Sementara, dari tebal lapis pondasi perencanaan awal sebesar 15 cm menghasilkan nilai repetisi beban sebesar 1.446.062 ESAL.

Daftar Pustaka

- Area, U. M. (2021). MENGGUNAKAN PROGRAM KENPAVE SKRIPSI Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Medan Area Disusun Oleh NURSYAFITRI BR REGAR FAKULTAS TEKNIK.
- Cahyaka, H. W., Wibowo, A., Handayani, K. D., Wiyono, A., & Santoso, E. H. (2018). TIM EJOURNAL Ketua Penyunting: Penyunting: Mitra bestari: Penyunting Pelaksana: Redaksi: Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya Website: tekniksipilunesa . org Email : REKATS. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil, 1(1), 186–194.
- Chrisnanda, R. (2018). Tugas Akhir. 175.45.187.195, 31124. ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri (0710710019).pdf
- Dinata, D. I., Rahmawati, A., & Setiawan, D. (2017). ... dengan metode analisa komponen dari Bina Marga 1987 dan metode AASHTO 1993 menggunakan program KENPAVE (studi kasus: jalan karangmojo-semin sta 0+ Semesta Teknika, 20(1), 8–19. <http://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/view/2723>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. SE Panduan Pemilihan Teknologi Pemeliharaan Preventif Perkerasan Jalan.
- Fabiana Meijon Fadul. (2019). 濟無No Title No Title No Title.
- From, D., & From, D. (n.d.). Downloaded From : www.EasyEngineering.net.
- Mukhlis, M., Djakfar, L., & Harimurti, H. (2017). Analisa Tegangan, Regangan Dan Deformasi Pada Perkerasan Konvensional Dan Perkerasan Porus. *Rekayasa Sipil*, 11(3), 203–210. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil/2017.011.03.5>
- Pambudi, R. A., & Fauziah, M. (2021). EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR PERKERASAAN DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DAN PROGRAM KENPAVE MENGGUNAKAN PENDEKATAN ELASTIK DAN VISKOELASTIK (Studi Kasus: Jalan Simpang Pundu – Tumbang Samba) Universitas Islam Indonesia ABSTRAK ISBN : 978-623-6572-45-0 . 303–314.
- Rahayu, A. (2019). Bab iii landasan teori 3.1. [Http://E-Journal.Uajy.Ac.Id/7244/4/3TF03686.Pdf](http://E-Journal.Uajy.Ac.Id/7244/4/3TF03686.Pdf), 2010, 15–48. <http://e-journal.uajy.ac.id/7244/4/3TF03686.pdf>
- Sukirman, S. (1999). *TI I/ ,1. Perkerasan Jalan Lentur*, 1–129.