

ANALISIS TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN DAN METODE AASHTO MENGGUNAKAN PROGRAM KENPAVE

(Studi Kasus Ruas Jalan Ciawi – Singaparna Kabupaten Tasikmalaya)

Azis Ramdani¹, Uu Saepudin², Dedi Sutrisna³

¹Mahasiswa (Teknik Sipil, Universitas Galuh Ciamis)

²³Dosen (Teknik Sipil, Universitas Galuh Ciamis)

¹Korespondensi : azisramdani22@gmail.com

ABSTRACT

The Ciawi-Singaparna road section includes a Regency road that serves as an arterial road with a road length of 23.59 KM. In general, the Ciawi-Singaparna road is in good condition, but at some points damage was found, either hollow or bumpy. Data collection in the form of Primary data with direct observations in the field and secondary data obtained from the DPUPRP and DISKOMINFO Offices of Tasikmalaya Regency in 2022. Thick analysis of bending pavement on the Ciawi-Singaparna road section with the empirical method used is the Component Analysis method and the AASHTO 1993 method as well as the mechanistic-empirical method using the KENPAVE program which is used to determine the value of stress and strain that occurs on the road due to traffic loads. The results of the initial analysis obtained the thickness of the pavement layer of the Ciawi - Singaparna road section with the Component Analysis method, namely the thickness of the surface layer with Laston MS 744 material of 8 cm, the upper foundation layer with Class A Broken Stone material of 15 cm, and the lower foundation layer with Class B Sirtu material of 15 cm. The 1993 AASHTO method obtained a surface layer thickness with Laston MS 744 material of 15 cm, an upper foundation layer with Class A Crushed Stone material of 17 cm, and a lower foundation layer with Class B Sirtu material of 12 cm. From the thick design of the pavement, the two methods were controlled using the KENPAVE program with the 1987 Bina Marga Component Analysis method, the voltage and strain values of the cause of damage were 0,0003399 kPa and the cause of damage in the form of rutting was 0,0006807 kPa. The 1993 AASHTO method obtained the value of voltage and strain causing damage in the form of fatigue cracking, which was 0.0002087 kPa and the cause of damage was in the form of rutting of 0,0004099 kPa.

Keywords : Bina Marga Component Analysis 1987, AASHTO 1993, KENPAVE

I. PENDAHULUAN

Jaringan jalan raya merupakan bagian penting dalam sektor perhubungan khususnya dalam prasarana transportasi darat untuk keseimbangan barang dan jasa. Keberadaan dan kondisi jalan raya yang baik sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi, seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan transportasi darat guna menjangkau daerah terpencil dengan waktu yang lebih efektif dan efisien. Ruas jalan Ciawi-Singaparna termasuk jalan Kabupaten yang berfungsi sebagai jalan arteri dengan panjang jalan 23,59 km. Secara umum jalan Ciawi-Singaparna dalam kondisi baik, namun pada beberapa titik ditemukan kerusakan baik berlubang ataupun bergelombang. Mengingat

ruas jalan Ciawi-Singaparna merupakan akses yang menghubungkan Kabupaten Tasikmalaya bagian utara dengan pusat Kabupaten Tasikmalaya yakni Singaparna dengan arus lalu lintas yang tinggi dan beban lalu lintas yang besar karena mobilisasi dari mobil pertambangan, sehingga harus diimbangi dengan perkerasan jalan yang baik. Namun pada kenyataannya masih banyak dijumpai kerusakan pada permukaan jalan yang dapat mengganggu kenyamanan serta keselamatan pengguna jalan sehingga diperlukan analisis terhadap kondisi jalan secara berkala untuk menentukan jenis pemeliharaan dan perawatan yang tepat. Dalam rangka meningkatkan dan mengembangkan kinerja jalan untuk pelaksanaan kegiatan pekerjaan kontruksi

jalan guna menjamin kualitas perkerasan jalan, maka dilakukan pendekatan perencanaan dan desain perkerasan jalan.

Analisis tebal perkerasan lentur dengan metode Analisa Komponen dan metode AASHTO dimaksudkan untuk mengetahui sensitivitas dan perbandingan tebal perkerasan lentur dari kedua metode tersebut serta menggunakan program KENPAVE yang digunakan untuk mengetahui nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada jalan akibat beban lalu lintas. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk menganalisis permasalahan tersebut.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode kuantitatif dengan metode survei untuk mendapatkan sebuah data. Sedangkan untuk teknik pengambilan data dilakukan teknik observasi untuk mengamati serta mencatat hasil penelitian secara langsung dilapangan. Analisis data menggunakan metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 dan metode AASHTO 1993 serta menggunakan Program KENPAVE.

Metode Bina Marga 1987 dalam perkembangannya lebih dikenal dengan sebutan metode Analisa Komponen. Metode ini merupakan modifikasi dari AASHTO 1972 revisi 1981. Hal yang perlu diperhatikan dalam merancang tebal perkerasan ini adalah sebagai berikut :

1. Lalu lintas, meliputi jumlah jalur, koefisien distribusi kendaraan, angka ekivalen, dan lalu lintas harian rata-rata.
2. Daya dukung tanah dasar dan CBR.
3. Faktor Regional, merupakan keadaan lapangan yang meliputi permeabilitas tanah, drainase, bentuk alinyemen dan presentase kendaraan berat, serta iklim.
4. Indeks permukaan, merupakan nilai dari tingkat pelayanan lalu lintas meliputi kerataan/kehalusan dan kekokohan permukaan jalan.
5. Koefisien kekuatan relatif.
6. Indeks tebal perkerasan, untuk mencari nilainya diperlukan plotting dari nilai yang telah ditentukan.

Sedangkan untuk metode AASHTO pertama kali dikenal pada tahun 1972. Metode ini pada awalnya merupakan sebuah penelitian berkelanjutan yang dibiayai oleh pemerintah federal (AASHTO, 1993). Metode ini pada dasarnya merupakan perhitungan dengan metode empiris dan merupakan metode perancangan tebal perkerasan yang berkembang di Amerika Serikat. Untuk merancang tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993, diperlukan beberapa parameter, diantaranya:

1. Structural Number (SN), merupakan fungsi dari koefisien relatif lapisan serta fungsi dari koefisien drainase.
2. Lalu lintas, adapun pedoman yang digunakan adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana berlangsung. Nilai tersebut diperoleh dengan mengalikan kumulatif beban gandar standar selama satu tahun (W18) dengan pertimbangan parameter volume lalu lintas, umur rencana, serta pertumbuhan lalu lintas.
3. Reliability, merupakan tingkat probabilitas keberhasilan dari perkerasan dalam memenuhi fungsi sesuai dengan yang diinginkan. Salah satu fungsi yang dimaksud yakni menyediakan layanan tertentu berupa kinerja (Alsherri dan George, 1988).
4. Serviceability, merupakan tingkat kenyamanan pengguna jalan yang dirasakan selama melewati jalan tersebut.
5. Faktor lingkungan.

Untuk program yang digunakan yaitu Program KENPAVE, merupakan software desain perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E. Professor Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky. Software ini ditulis dalam bahasa pemrograman *Visual Basic* dan dapat dijalankan dengan versi Windows 95 atau diatasnya. *Software* ini terbagi dalam empat program, *LAYERINP* dan *KENLAYER* merupakan program analisis untuk perkerasan lentur yang berdasarkan pada teori sistem lapis banyak, sedangkan *SLABINP* dan *KENSLAB* merupakan program analisis untuk perkerasan kaku yang berdasarkan metode elemen hingga dan memungkinkan penggunaan bahan elastis *linier*, *nonlinier* dan

serta sifat *viskoelastik* untuk lapisan yang berbeda (Huang, 2004).

Permodelan pada analisa kerusakan perkerasan yang akan dibahas adalah retak fatik (*fatigue cracking*) dan alur (*rutting*). Kerusakan perkerasan disebabkan oleh beban kendaraan dan pengaruh cuaca.

1. Fatigue Cracking

Fatigue cracking diakibatkan oleh beban yang berulang yang dialami oleh lapis permukaan perkerasan jalan serta digunakan untuk mengetahui repetisi ban berdasarkan regangan tarik di bawah lapis permukaan.

$$N_f = 0,0796 (\epsilon_t) (\epsilon_t)^{-3,921} |E^*|^{-0,854} \dots (1)$$

dengan :

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

ϵ_t = regangan tarik horizontal di bagian bawah aspal, dan

$|E^*|$ = modulus dinamis dari campuran beton aspal.

2. Rutting

Alur yang terjadi pada lapis permukaan jalan, merupakan akumulasi dari semua deformasi plastis yang terjadi, baik dari lapis beraspal, lapis agregat pondasi dan lapis tanah dasar.

$$N_d = f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \dots (2)$$

dengan :

N_d = jumlah nilai repetisi beban yang diizinkan untuk mengontrol *rutting*,

ϵ_c = regangan tekan vertikal diatas lapisan dasar,

f_5 = koefisien kriteria deformasi permanen,

f_4 = koefisien kriteria deformasi permanen.

3. Permanent Deformation

Deformasi permanen dapat diketahui di setiap lapisan dari struktur, membuat lebih sulit untuk memprediksi dibanding retak lelah.

$$N_d = f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \dots (3)$$

dengan :

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

ϵ_c = regangan tekan vertikal diatas lapisan dasar,

f_5 = koefisien kriteria deformasi permanen,

f_4 = koefisien kriteria deformasi permanen.

Permodelan yang digunakan yaitu permodelan Lapis Perkerasan Jalan sebagai berikut:

1. Modulus Elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan suatu benda. Hampir semua bahan elastis yang artinya dapat kembali ke bentuk aslinya setelah diregangkan atau ditekan.

Tabel 1. Nilai Modulus Elastisitas Berdasarkan Jenis Bahan Perkerasan

Material	Modulus Elastisitas	
	Psi	Kpa
Cement-treated granular base	$1 \times 10^6 - 2 \times 10^6$	$7 \times 10^5 - 14 \times 10^5$
Cement aggregate mixture	$5 \times 10^5 - 1 \times 10^6$	$35 \times 10^3 - 7 \times 10^4$
Asphalt treated base	$7 \times 10^4 - 45 \times 10^4$	$49 \times 10^3 - 3 \times 10^6$
Asphalt concrete	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^5$	$14 \times 10^4 - 14 \times 10^5$
Bituminous stabilized mixture	$4 \times 10^4 - 3 \times 10^5$	$28 \times 10^4 - 21 \times 10^5$
Lime stabilized	$2 \times 10^4 - 7 \times 10^4$	$14 \times 10^4 - 49 \times 10^4$
Unbound granular materials	$15 \times 10^3 - 45 \times 10^3$	$105 \times 10^3 - 315 \times 10^3$
Fine grained or natural subgrade materials	$5 \times 10^3 - 4 \times 10^4$	$35 \times 10^3 - 28 \times 10^4$

2. Poisson's ratio merupakan angka perbandingan antara regangan horizontal (*lateral strain*) dan regangan vertikal (*axial strain*) yang disebabkan oleh beban sumbu sejajar dan regangan aksial.

Tabel 2. Nilai Poisson Ratio

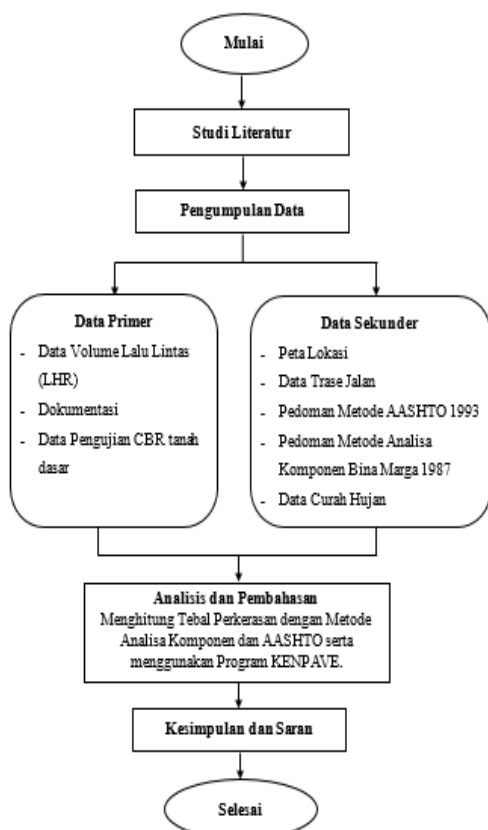
Materials	Nilai v	v tipikal
Hot mix asphalt	0,30 – 0,40	0,35
Portland cement concrete	0,15 – 0,20	0,15
Untreated granular material	0,30 – 0,40	0,35
Cement-treated granular material	0,10 – 0,20	0,15
Cement-treated fine-grained material	0,15 – 0,35	0,25
Lime-stabilized material	0,10 – 0,25	0,20
Lime-flyash mixture	0,10 – 0,15	0,15
Loose sand / silty sand	0,20 – 0,40	0,30
Dense sand	0,30 – 0,45	0,35
Fine-grained soil	0,30 – 0,50	0,40
Saturated soft clay	0,40 – 0,40	0,45

Program KENPAVE akan mempermudah perhitungan tegangan, regangan, dan lendutan di berbagai titik pada struktur perkerasan. Ada beberapa titik atau lokasi penting yang biasa digunakan dalam analisa perkerasan.

Tabel 3. Analisa Struktur Perkerasan

Lokasi	Respon	Analisa Struktur Perkerasan
Permukaan perkerasan	Defleksi	Digunakan dalam desain lapis tambah
Bawah lapis perkerasan	Regangan tarik horizontal	Digunakan untuk memprediksi retak fatigue pada lapis permukaan
Bagian atas tanah dasar / bawah lapis pondasi bawah	Regangan tekan vertikal	Digunakan untuk memprediksi kegagalan rutting yang terjadi

Langkah-langkah atau tahapan dalam penelitian ini terlihat pada gambar diagram alir (*flow chart*) berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Ruas jalan Ciawi-Singaparna Kabupaten

Tasikmalaya merupakan ruas jalan dengan tipe jalan 2 lajur dan 2 arah tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar badan jalan 8,1 Meter dan panjang jalan 23,59 Kilometer. Lokasi penelitian di titik (Singaparna-Padakembang-Sukaratu).

3.1.2 Kondisi Tanah

Untuk mengetahui daya dukung tanah dasar sepanjang ruas jalan dilakukan pengujian CBR langsung di lapangan. Berikut adalah tabel data dari hasil pengujian CBR yang dilakukan lapangan.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian CBR Lapangan

No	Lokasi STA	Nilai CBR (%)	Ka/Ki	Lokasi STA	Nilai CBR (%)	Ka/Ki
1	0+100	9,60	Ki	1+650	11,27	Ki
2	0+300	11,88	Ka	1+800	4,18	Ka
3	0+450	3,91	Ki	1+950	2,89	Ki
4	0+600	3,92	Ka	2+100	7,55	Ka
5	0+750	8,57	Ki	2+250	6,14	Ki
6	0+900	7,19	Ka	2+400	6,62	Ka
7	1+050	3,40	Ki	2+550	5,59	Ki
8	1+200	3,41	Ka	2+700	5,92	Ka
9	1+350	11,80	Ki	2+850	10,93	Ki
10	1+500	5,59	Ka	3+000	9,81	Ka

3.1.3 Kondisi Lalu Lintas

Data lalu lintas pada ruas jalan Ciawi-Singaparna merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Perumahan Pemukiman Kabupaten Tasikmalaya.

Tabel 5. Data Ruas Ciawi-Singaparna

No	Data	Keterangan
1	Jenis jalan	Kolektor
2	Umur rencana (UR)	20 tahun (2024-2044)
3	Pertumbuhan lalu lintas (i)	4,45 %
4	Distribusi kendaraan	2/2 UD
5	Lebar jalan	8,1 M
6	Panjang ruas jalan	23,590 Km
7	Klasifikasi fungsi jalan	Lokal Primer

3.1.4 Volume Lalu Lintas

Analisis lalu lintas mengenai data distribusi kendaraan dan komposisi lalu lintas diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan selama 4 hari dengan periode waktu

pengamatan selama 12 jam. Berikut adalah data lalu lintas rata-rata ruas jalan Ciawi – Singaparna:

Tabel 6. Data Lalu Lintas Rata-rata Ruas Jalan Ciawi-Singaparna

No	Jenis Kendaraan	LHR 2022 (Kend/2 Arah/Hari)
1	Mobil Penumpang, Angkutan Umum, <i>Pick-Up</i> , dll.	2128
2	Bus Besar Dan Kecil Golongan 5a	14
3	Bus Besar Dan Kecil Golongan 5b	6
4	Truk 2as Golongan 6a 1.2 L	430
5	Truk 2as Golongan 6b 1.2 H	23
5	Truk 2as Golongan 6b 1.22	66
6	Truk 3as Golongan 7a1	3
7	Truk 3as Golongan 7b	-
8	Truk 3as Golongan 7c	-

Sumber : Data survei volume lalu lintas tahun 2022

3.1.5 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diambil yaitu dari stasiun hujan terdekat yang terdiri dari tiga stasiun pemangatan yaitu stasiun hujan Cigede, stasiun hujan Cimulu dan Stasiun Hujan Kawalu.

Tabel 7. Curah Hujan Harian Maksimum

DATA CURAH HUJAN				
Tahun	Sta. Hujan Cigede	Sta. Hujan Cimulu	Sta. Hujan Kawalu	Hujan Maks
2002	52,0	104,0	73,0	76,3333333
2003	50,0	114,0	73,0	79
2004	90,0	90,0	74,0	84,6666667
2005	98,0	98,0	104,0	100
2006	90,0	86,0	69,0	81,6666667
2007	141,0	131,0	69,0	113,6666667
2008	95,0	138,0	74,0	102,3333333
2009	85,0	132,0	84,0	100,3333333
2010	125,0	160,0	117,0	134
2011	120,0	127,0	108,0	118,3333333
2012	128,0	211,0	65,0	134,6666667
2013	118,0	231,0	84,0	144,3333333
2014	154,0	213,0	128,0	165
2015	92,0	183,0	99,0	124,6666667
2016	102,0	111,0	115,0	109,3333333
2017	97,0	134,0	114,0	115
2018	134,0	111,0	115,0	120
2019	118,0	116,0	140,0	124,6666667
2020	141,0	108	106	118,3333333
2021	197,0	82	121	133,3333333
				113,9833333

3.1.6 Analisis Tebal Perkerasan

1. Analisis Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan data-data untuk perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut:

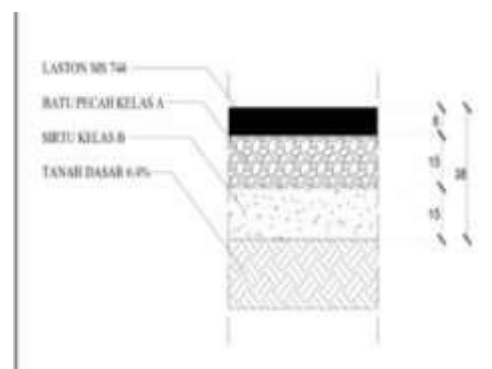
Tabel 8. Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan

No	Parameter	Nilai
1	Jalan Dibuka	2024
2	Pertumbuhan Lalu Lintas	4,45%
3	Umur Rencana	20 tahun
4	Susunan Lapisan Perkerasan a. Surface Course b. Base Course c. Sub-Base Course	1 Laston MS-744 Batu Pecah Kelas A Sirtu Kelas B
5	CBR Tanah Dasar	6,4%
6	Lintas Ekuivalen Rencana	142
	Lapis Perkerasan	Laston
	IP_0	3,9 – 3,5
	IP_0	2,0
	Nilai Daya Dukung Tanah	4,992
	Faktor Regional	1,5

Maka didapatkan tebal perkerasan dengan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 sebagai berikut:

Tabel 9. Tebal Perkerasan Tiap Lapisan dengan Metode Bina Marga 1987

Lapisan	Bahan	Tebal Lapisan
Lapisan Permukaan	Laston MS-744	8 cm
Lapisan Pondasi Atas	Batu Pecah Kelas A	15 cm
Lapisan Pondasi Bawah	Sirtu/ Pirtu Kelas B	15 cm
Tanah Dasar	6,4 %	-



Gambar 2. Tebal Perkerasan Tiap Lapisan dengan Metode Bina Marga 1987

2. Analisis Tebal Perkerasan dengan Metode AASHTO 1993

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan data yang menjadi parameter untuk perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut:

Tabel 10. Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan

No	Parameter	Nilai
1	Reabilitas	R = 90%
2	Simpang Baku Keseluruhan	So = 0,45
3	Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana	W18 = 4.267.292,68
4	Modulus Resilien	ESG = 9.609 Psi ESB = 12.500 Psi EB = 30.000 Psi EAC = 450.000 Psi
5	Indeks Pelayanan	$\Delta PSI = 4,2 - 2,5 = 1,7$
6	Faktor Drainase	m2 = 1,20 m3 = 1,20
7	Koefisien Relatif Lapisan	A1 = 0,44 A2 = 0,14 A3 = 0,09

Maka didapatkan tebal perkerasan dengan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 seperti Tabel 11 dan Gambar 3.

Tabel 11. Tebal Perkerasan Tiap Lapisan dengan Metode AASHTO 1993

Lapisan	Bahan	Tebal Lapisan
Lapisan Permukaan	Laston-MS-744	15 cm
Lapisan Pondasi Atas	Batu Pecah Kelas A	17 cm
Lapisan Pondasi Bawah	Sirtu/Pirtu Kelas B	12 cm
Tanah Dasar	6,4 %	-

Gambar 3. Tebal Perkerasan Tiap Lapisan dengan Metode AASHTO 1993

3.1.7 Analisis Program KENPAVE

Data tebal perkerasan yang dianalisis dengan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan metode AASHTO 1993.

Tabel 14. Tebal Lapisan Perkerasan Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO 1993

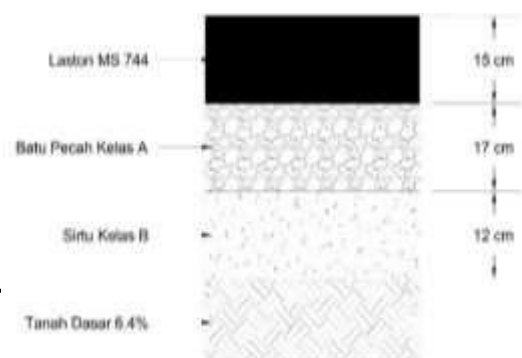
Lapis Perkerasan	Metode Bina-Marga-1987	Metode AASHTO-1993
Lapis Permukaan	8 cm	15 cm
Lapis Pondasi Atas	15 cm	17 cm
Lapis Pondasi Bawah	15 cm	12 cm
Tanah Dasar	-	-

Nilai poisson ratio yang di input pada program yang disajikan pada Tabel 13 sesuai jenis bahan perkerasan.

Tabel 13. Nilai Poisson Ratio

Lapisan Perkerasan	Bahan Perkerasan	Nilai Poisson Ratio
Lapis Permukaan	Laston-MS-744	0,35
Lapis Pondasi Atas	Batu Pecah Agregat Kelas-A	0,40
Lapis Pondasi Bawah	Sirtu-Kelas-B	0,40
Tanah Dasar	CBR-6,4 %	0,45

Nilai modulus elastisitas yang di input pada program didapatkan perhitungan Koefisien Relatif Lapisan (a) yang disajikan pada Tabel 14 sesuai jenis bahan perkerasan.



Tabel 14. Nilai Modulus Elastisitas

Lapisan Perkerasan	Bahan Perkerasan	Nilai Modulus Elastisitas, E (kPa)
Lapis Permukaan	Laston MS-744	3.102.640,78
Lapis Pondasi Atas	Batu Pecah Agregat Kelas A	206842,72
Lapis Pondasi Bawah	Sirtu Kelas B	86184,47
Tanah Dasar	CBR 6,4 %	66251,72

1. Analisis Tebal Lapis Perkerasan Metode Analisa Komponen menggunakan Program KENPAVE

Nilai regangan tarik horizontal atau *horizontal principal strain* di bawah lapis permukaan untuk analisa jenis kerusakan *fatigue cracking* dan regangan tekan vertical atau *vertikal strain* di bawah lapis pondasi bawah untuk analisa jenis kerusakan rutting digunakan untuk menghitung nilai repetisi beban. Nilai repetisi beban Nf dan Nd dihitung menggunakan Persamaan 1 sampai dengan Persamaan 3.

Tabel 15. Nilai *horizontal principal strain* dan *Vertical Strain* Bina Marga 1987

Pengulangan Beban	Horizontal-Principal-Strain (kPa)	Vertical-Strain (kPa)
1	0,0003399	0,0006266
2	0,0003355	0,0006807
3	0,0005754	0,0002122
Maksimum	0,0003399	0,0006807

Dari data tersebut diperoleh nilai regangan tarik atau nilai *horizontal principal strain* di bawah lapis permukaan sebesar 0,0003399 kPa untuk analisa jenis kerusakan *fatigue cracking*. Untuk regangan tekan di bawah pondasi bawah atau nilai *vertical strain* sebesar 0,0006807 kPa untuk analisis jenis kerusakan *rutting*.

Perhitungan nilai Nf dan Nd

- Menghitung nilai Nf untuk *fatigue cracking*

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

$$= 0,0796 (0,0003399)^{-3,921} |1100000|^{-0,854}$$

$$N_f = 21.985.472 \text{ Esal}$$

- Menghitung nilai Nd untuk *rutting*

$$N_d = f_4 (\epsilon c)^{-f_5}$$

$$= 1,365 \times 10^{-9} (0,0006807)^{-4,477}$$

$$N_d = 206.058 \text{ Esal}$$

Berdasarkan hasil analisis di atas, tebal perkerasan dengan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dengan program KENPAVE dilanjutkan sampai mendapatkan jumlah repetisi beban berdasarkan nilai tegangan dan regangan. Analisa menggunakan nilai Nf dan Nd.

Tabel 16. Analisis Beban Lalu Lintas

Beban lalu-lintas rencana (Nr)	Repetisi beban (ESAL)		Analisa beban lalu-lintas
4.267.292,74	Nf	21.985.472	Nf > Nr (Ya)
4.267.292,74	Nd	206.058	Nd < Nr (Tidak)

2. Analisis Tebal Lapis Perkerasan Metode AASHTO 1993 menggunakan Program KENPAVE

Nilai regangan tarik horizontal atau *horizontal principal strain* di bawah lapis permukaan untuk analisa jenis kerusakan *fatigue cracking* dan regangan tekan vertical atau *vertikal strain* di bawah lapis pondasi bawah untuk analisa jenis kerusakan rutting digunakan untuk menghitung nilai repetisi beban.

Tabel 17. Nilai *horizontal principal strain* dan *Vertical Strain* AASHTO 1993

Pengulangan Beban	Horizontal-Principal-Strain (kPa)	Vertical-Strain (kPa)
1	0,0002047	0,0003828
2	0,0002087	0,0004099
3	0,00006677	0,0001832
Maksimum	0,0002087	0,0004099

Dari data tersebut diperoleh nilai regangan tarik atau nilai *horizontal principal strain* di bawah lapis permukaan sebesar 0,0002087 kPa untuk analisa jenis kerusakan *fatigue cracking*.

Untuk regangan tekan di bawah pondasi bawah atau nilai *vertical strain* sebesar 0,0004099 kPa untuk analisis jenis kerusakan *rutting*.

Perhitungan nilai Nf dan Nd

- Menghitung nilai Nf untuk *fatigue cracking*

$$Nf = 0,0796 (\epsilon t)^{-3,921} |E^*|^{-0,854}$$

$$= 0,0796 (0,0002087)^{-3,921} |1100000|^{-0,854}$$

$$Nf = 148.838.811 \text{ Esal}$$

- Menghitung nilai Nd untuk *rutting*

$$Nd = f_4(\epsilon c)^{-f_5}$$

$$= 1,365 \times 10^{-9} (0,0004099)^{-4,477}$$

$$Nd = 1.996.060 \text{ Esal}$$

Berdasarkan hasil analisis di atas, tebal perkerasan dengan metode AASHTO 1993 dengan program KENPAVE dilanjutkan sampai mendapatkan jumlah repetisi beban berdasarkan nilai tegangan dan regangan. Analisa menggunakan nilai Nf dan Nd.

Tabel 18. Analisis Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas rencana (Nr)	Repetisi beban (ESAL)	Analisa beban lalu lintas
4.267.292,74	Nf = 148.838.811	Nf > Nr (Ya)
4.267.292,74	Nd = 1.996.060	Nd < Nr (Tidak)

Dari hasil analisis pada Tabel 16 dan Tabel 18 di atas tebal perkerasan metode Analisa Komponen dan metode AASHTO 1993 menggunakan program KENPAVE, nilai Nf lebih besar dari pada Nr dan nilai Nd rutting lebih kecil dari pada Nr.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

Dari hasil analisis yang telah disampaikan pada sub bab sebelumnya diperoleh hasil tebal lapis total perkerasan sebesar 38 cm dengan lapis permukaan sebesar 8 cm, dan lapisan pondasi atas Base Course sebesar 15 cm dan

Lapis pondasi bawah Sub Base Course sebesar 15 cm.

3.2.2 Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Menggunakan Metode AASHTO 1993

Dari analisis yang telah disampaikan pada sub bab sebelumnya diperoleh hasil tebal lapis total perkerasan sebesar 44 cm dengan lapis permukaan sebesar 15 cm, dan lapisan pondasi atas *Base Course* sebesar 17 cm dan Lapis pondasi bawah *Sub Base Course* sebesar 12 cm.

3.2.3 Tegangan dan Regangan yang Terjadi (Kontrol Program Kenvape)

Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 yang dikontrol menggunakan program KENPAVE, diperoleh nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan berupa *fatigue cracking* sebesar 0,0003399 kPa pada kedalaman 7,997 cm dibawah lapisan permukaan atau HMA. Penyebab kerusakan berupa *rutting* sebesar 0,0006807 kPa pada kedalaman 38,003 cm diatas lapisan tanah dasar. Dari hasil analisis tebal perkerasan metode Analisa komponen Bina Marga 1987 menggunakan program KENPAVE, diperoleh dari hasil tersebut Nf = 21.985.472 ESAL, dan nilai Nd rutting = 206.058 ESAL lebih kecil dari pada Nr = 4.267.292,74 ESAL. Metode AASHTO 1993 yang dikontrol menggunakan program KENPAVE, diperoleh nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan berupa *fatigue cracking* sebesar 0,0002087 kPa pada kedalaman 14,997 cm dibawah lapisan permukaan atau HMA. Penyebab kerusakan berupa *rutting* sebesar 0,0004099 kPa pada kedalaman 44,003 cm diatas lapisan tanah dasar.

Dari hasil analisis tebal perkerasan metode AASHTO 1993 menggunakan program KENPAVE, nilai Nf = 148.838.811 ESAL lebih besar dari pada nilai Nr = 4.267.292,74 ESAL dan nilai Nd rutting = 1.996.060 ESAL lebih kecil dari pada Nr = 4.267.292,74 ESAL. Dapat disimpulkan bahwa tebal perkerasan lapis permukaan yang direncanakan mampu menahan beban lalu lintas yang direncanakan selama umur rencana sedangkan untuk pondasi bawah tidak mampu menahan beban lalu lintas yang direncanakan dan akan terjadi

kerusakan lebih cepat jika tidak dilakukan penanggulangan lebih lanjut.

IV. SIMPULAN

1. Tebal lapis perkerasan ruas jalan Ciawi - Singaparna dengan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 diperoleh tebal lapisan permukaan dengan bahan Laston MS 744 sebesar 8 cm, lapisan pondasi atas dengan bahan Batu Pecah Kelas A sebesar 15 cm, dan Lapisan pondasi bawah dengan bahan Sirtu kelas B sebesar 15 cm.
2. Tebal lapis perkerasan ruas jalan Ciawi - Singaparna dengan metode AASHTO 1993 diperoleh tebal lapisan permukaan dengan bahan Laston MS 744 sebesar 15 cm, lapisan pondasi atas dengan bahan Batu Pecah Kelas A sebesar 17 cm, dan Lapisan pondasi bawah dengan bahan Sirtu kelas B sebesar 12 cm.
3. Nilai tegangan dan regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas dengan menggunakan program KENPAVE untuk Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 didapatkan nilai kerusakan berupa *fatigue cracking* sebesar 0,0003399 kPa pada kedalaman 7,997 cm dibawah lapisan permukaan dan penyebab kerusakan berupa *rutting* sebesar 0,0006807 kPa pada kedalaman 38,003 cm diatas lapisan dasar. Untuk *refitisi* beban $N_f = 21.985.472$ ESAL lebih besar dari nilai $N_r = 4.267.292,74$ Esal dan nilai N_d *rutting* = 206.058 Esal lebih kecil dari nilai $N_r = 4.267.292,74$ Esal. Sedangkan Metode AASHTO 1993 didapatkan nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan berupa *fatigue cracking* yaitu sebesar 0,0002087 kPa pada kedalaman 14,997 cm dibawah lapisan permukaan dan penyebab kerusakan berupa *rutting* sebesar 0,0004099 kPa pada kedalaman 44,003 cm dibawah lapisan dasar. Untuk *refitisi* beban nilai $N_f = 148.838.811$ Esal lebih besar dari pada nilai $N_r = 4.267.292,74$ ESAL dan N_d *rutting* = 1.996.060 ESAL lebih kecil dari pada $N_r = 4.267.292,74$ ESAL.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement Structures. Washington DC. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *7f519_4._desain_tebal_perkerasan_jalan_lentur.pdf* (pu.go.id) [online, diakses pada tanggal 24 Maret 2022].
- Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga. (1987). Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987/SNI No:1732-1989 - F. Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Dinata, D.I., Rahmawati, A., dan Muhamad, D.S. (2017). Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1993 menggunakan Program KENPAVE (Studi kasus: Jalan Karangmojo-Semin Sta 0+000 sampai 4+050), Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 20, No. 1, 8-19, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Fajri, A., Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum, (Pdf) *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum* | Arif Fajri - Academia.Edu, [online, diakses pada tanggal 24 Maret 2022].
- Huang, Y.H. (1993). Pavements analysis and design, Prentice-hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Huang, Y.H. (2004). Pavement Analysis and Design, 2nd ed. Pearson Education. United States of America. USA.

- Mantiri, C.C. (2019). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.10 (1303-1316) ISSN: 2337-6732, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado
- Setiawan, I.B., Rahmawati, A., dan Muhamad, D.S. (2018) Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur menggunakan Program KENVAPE di Jalan Maospati-Sukomoro, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta 2018.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova. Bandung
- Sukirman. S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Nova. Bandung.

