

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 Sta 4+050)

(Evaluation Of Flexible Pavement Thickness With Bina Marga 1987 And Aashto 1993 Method Using Kenpave Program (Case Study : Karangmojo – Semin Road Sta. 0+000 to Sta. 4+050))

DONI IKRAR DINATA, ANITA RAHMAWATI, DIAN SETIAWAN M.

ABSTRACT

In Indonesia, many roads have been damaged especially on flexible pavement design. There are caused by the high of traffic volume, extreme climate changes, the bad subgrade quality and the lack of quality of pavement material. The aim of this research is to analysis of the pavement quality of the road using KENPAVE program. Case study research is on Karangmojo– Semin road, Sta. (0 + 000) to Sta. (4 + 050), Gunung Kidul, D.I Yogyakarta. The program can give the value of stress and strain on the road due to traffic load. *The response* of stress and strain caused by fatigue cracking and rutting from KENPAVE output with pavement thickness analysis using Bina Marga 1987 method are 0,000408 and 0,00138, respectively and using AASHTO 1993 method the fatigue cracking and rutting are 0,000322 and 0,00134, respectively. The flexible pavement design using method of Bina Marga 1987 and AASHTO 1993 produce the amount of load repetition with a traffic load plan is greater than the number of repetition load plan, so the road will have possibilities of fatigue cracking and rutting damage before the design life reached.

Keyword : AASHTO 1993, Bina Marga 1987, *Fatigue Cracking*, KENPAVE, *Pavement Thickness*, *Rutting*

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu infrastruktur terpenting bagi masyarakat untuk menjangkau suatu daerah ke daerah lainnya. Oleh sebab itu, jalan harus dibuat secara merata sesuai kelas dan fungsinya. Untuk menghasilkan jalan yang layak digunakan oleh masyarakat, jalan harus dibangun dengan menggunakan material yang memiliki kualitas baik serta menggunakan perhitungan tebal perkerasan yang efektif dan efisien. Pada saat ini perencanaan konstruksi atau tebal perkerasan jalan dapat dilakukan dengan banyak cara (metode), antara lain : AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan *The Asphalt Institute* (Amerika Serikat), Road Note (Inggris), AUSTROADS (Australia) dan Bina Marga (Indonesia). Ketentuan perhitungan tebal perkerasan jalan di Indonesia menggunakan metode Analisa Komponen yang diadopsi dari metode AASHTO 1972, hal ini dikarenakan iklim di Indonesia yang cenderung tropis dan berbeda jauh dari iklim yang ada di Amerika. Dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan tebal perkerasan menggunakan

Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1993. Pada kasus jalan di Indonesia banyak terjadi kerusakan khususnya pada jalan di perkerasan lentur. Hal ini disebabkan oleh volume lalu lintas yang tidak sesuai dengan volume rencana, perubahan iklim yang ekstrim, kualitas tanah dasar yang tidak baik dan kualitas bahan perkerasan yang tidak memenuhi standar acuan. Dalam hal ini dilakukan analisa jalan raya (Ruas Jalan Karangmojo–Semin Sta. (0+000) sampai Sta. (4+050), Gunung Kidul, Yogyakarta) dengan program KENPAVE, yang bisa mengetahui nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada jalan akibat beban lalu lintas.

TINJAUAN PUSTAKA

Kerkhoven dan Dormon (1953) dalam Putri (2014) pertama kali menyarankan penggunaan tekanan vertikal regangan pada permukaan tanah dasar sebagai kriteria kegagalan untuk mengurangi deformasi permanen.

Saal dan Pell (1960) dalam Putri (2014) merekomendasikan penggunaan regangan tarik

horizontal pada bagian bawah lapisan aspal untuk meminimalisir terjadinya *fatiguecracking*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Penggunaan kedua konsep di atas untuk desain perkerasan pertama kali dipresentasikan di Amerika Serikat oleh Dormon dan Metcalf (1965) dalam Putri (2014).

Penggunaan regangan tekan vertikal untuk mengontrol deformasi permanen berdasarkan regangan plastis yang sebanding dengan regangan elastis dalam bahan perkerasan. Dengan adanya pembatasan regangan elastis yang terjadi pada tanah dasar, regangan elastis di dalam komponen lainnya di atas tanah dasar juga akan terkontrol sehingga besarnya deformasi permanen pada permukaan perkerasan akan ikut terkendali. Kedua kriteria tersebut sudah diterapkan oleh *ShellPetroleumInternational* (Claussen et al, 1977) dan *Asphalt Institute* (Shook et al, 1982) dalam metode mekanistik-empirik. Keuntungan dari metode mekanistik adalah peningkatan *reliability* dari desain, kemampuan untuk memprediksi jenis kerusakan dan kelayakan dalam performa dari keterbatasan data lapangan dan laboratorium.

Pada dasarnya terdapat tiga metode desain Sistem Perkerasan Lentur (SPL), yaitu secara empirik (*empirical*), mekanistik (*mechanistic*) dan gabungan keduanya (Putri, 2014).

LANDASAN TEORI

Perkerasan Lentur

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987) yang dimaksud dengan perkerasan lentur

(*flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir lapisan dibawahnya.

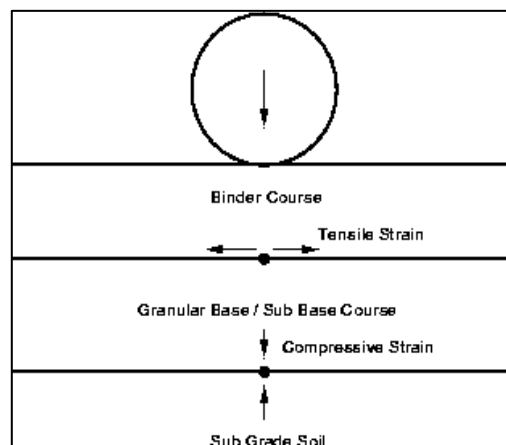
Perkerasan ini umumnya terdiri atas 3 (tiga) lapis atau lebih yaitu : lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah yang terletak di atas tanah dasar (Suprpto, 2004). Pada struktur perkerasan jalan, gaya yang bekerja di atasnya yaitu gaya vertikal akibat muatan kendaraan, gaya horizontal akibat gaya rem kendaraan dan getaran-getaran akibat pukulan roda kendaraan (Sukirman, 1999).

SPL didesain, dibuat dan selanjutnya digunakan untuk menanggung beban lalu lintas dalam jangka waktu yang direncanakan. Setelah selesai dibuat SPL dapat dianggap baik jika memenuhi semua persyaratan desain. Selanjutnya perkerasan akan mengalami penurunan kualitas, yaitu respon dan performa yang terus berkurang hingga batas akhir waktu pelayanannya (Kosasih, 2003 dalam Putri , 2014).

Karakteristik Lapis Permukaan Jalan

Lapis perkerasan jalan yang baik, nyaman, dan tahan lama untuk melayani lalu lintas kendaraan di atasnya harus memenuhi karakteristik tertentu yang tidak lepas dari sifat bahan penyusun dari perilaku aspal pada campuran lapis perkerasan (Suprpto TM. 2007).

Menurut *Asphalt Institute* MS-22 (1991), perancangan campuran aspal pada lapis perkerasan harus memenuhi sifat-sifat seperti, stabilitas, durabilitas, workabilitas, kekesatan, ketahanan terhadap kelelahan, fleksibilitas dan kedap air.



GAMBAR 1. *Tensile dan Compressive Strains pada Flexible Pavements*,
Sumber <http://nptel.ac.in/courses>

Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur

Jenis kerusakan pada perkerasan lentur dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Deformasi
Mengacu pada AUSTROADS (1987) beberapa tipe deformasi perkerasan lentur yaitu, bergelombang (*corrugation*), alur (*rutting*), Ambles (*depression*), sungkur (*shoving*), mengembang (*swell*) dan benjol dan turun (*bump and sags*).
2. Retak (*Crack*)
Retak dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Misalnya, retak oleh kelelahan (*fatigue*) terjadi akibat tegangan tarik berulang-ulang akibat beban lalu lintas. Perkerasan yang kurang kuat tidak mempunyai tahanan terhadap tegangan tarik yang tinggi. Demikian pula, jika campuran aspal menghasilkan material yang kuat, tapi ternyata lapisan yang berada di bawahnya lemah, maka campuran juga akan mengalami retak tarik.
3. Kerusakan di Pinggir Perkerasan
Terjadi secara lokal atau bahkan bisa memanjang di sepanjang jalan, dan sering terjadi di salah satu bagian jalan atau sudut.
4. Kerusakan Tekstur Permukaan
Kerusakan tekstur permukaan seperti butiran lepas dapat terjadi di atas seluruh permukaan, dengan lokasi terburuk di jalur lalu lintas. Kerusakan aspal akibat disintegrasi ini tidak menunjukkan penurunan kualitas struktur perkerasan, hanya mempunyai pengaruh terhadap gangguan kenyamanan berkendara.
5. Lubang (*Potholes*)
Lubang adalah lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan material lapisan pondasi atas (*base*). Lubang bisa terjadi akibat galian utilitas atau tambalan di area perkerasan yang telah ada. Lubang seperti ini ketika beban lalu lintas menggerus bagian-bagian kecil dari permukaan perkerasan, sehingga air bisa masuk. Disintegrasi terjadi karena melemahnya lapis pondasi (*base*) atau mutu campuran lapisan permukaan yang kurang baik. Air yang masuk ke dalam lubang dan lapisan pondasi atas ini mempercepat kerusakan jalan.

6. Tambalan dan Tambalan Galian Utilitas (*Patching and Utility Cut Patching*)
Tambalan (*patch*) adalah penutupan bagian perkerasan yang mengalami perbaikan. Rusaknya tambalan menimbulkan distorsi, disintegrasi, retak atau terkelupas antara tambalan dan permukaan perkerasan asli. Kerusakan tambalan dapat terjadi karena permukaannya yang menonjol atau ambles terhadap permukaan perkerasan.
7. Konsolidasi atau Gerakan Tanah Pondasi.
Penurunan konsolidasi tanah di bawah timbunan menyebabkan distorsi perkerasan. Gerakan tanah diawali dengan terbentuknya retakan di puncak dari massa yang akan longsor. Gerakan akibat mampatnya lapisan tanah lunak, tidak dipengaruhi oleh tebal lapisan pondasi atas (*base course*) atau perkerasan. Gerakan ini ditandai dengan gerakan turun perlahan.

Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987

Metode ini yang merupakan modifikasi dari metode AASHTO 1972 revisi 1981. Modifikasi ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan kondisi alam, lingkungan, sifat tanah dasar dan jenis lapisan perkerasan yang umum digunakan di Indonesia. Edisi terakhir dari metode ini dikeluarkan tahun 1987, yaitu dapat dibaca pada buku "Tata cara perencanaan perkerasan lentur jalan raya, dengan metode analisa komponen, SKBI-2.3.26.1987".

Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1972 merupakan salah satu metode yang digunakan untuk perancangan tebal perkerasan lentur yang berkembang di Amerika Serikat (negara bagian Illinois). Sejak tahun 1958 hingga 1960 metode ini digunakan di negara tersebut dan hingga sekarang mengalami perubahan yang cukup banyak karena menyesuaikan kondisi alam dan regional lingkungan. Adanya perkembangan dan beberapa perubahan pada metode AASHTO waktu demi waktu terus mengalami modifikasi menjadi AASHTO 1986 dan seterusnya sekarang menjadi metode AASHTO 1993. Beberapa perbedaan antara AASHTO 1972 dan 1993 dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. Perbandingan Metode AASHTO 1972 dan Metode AASHTO 1993

Parameter	AASHTO 1972	AASHTO 1993
Daya Dukung Tanah	DDT dikonversikan terhadap CBR	Dinyatakan dalam Modulus Resilien (Mr) diperoleh dari tes AASHTO-T274 atau korelasi terhadap CBR tanah dasar
Faktor Regional (FR)	FR untuk mengakomodir perbedaan kondisi lokasi jalan	FR tidak digunakan lagi
Reliabilitas	Tidak ada	Parameter baru (Zr)
Simpangan baku keseluruhan (So)	Tidak ada	Ada simpangan baku (So)
Koefisien drainasi (m)	Tidak ada	Ada koefisien drainasi
Rumus ITP atau SN	$ITP = a1.D1 + a2.D2 + a3.D3$	$SN = a1.D1 + a2.D2.m2 + a3.D3.m3$

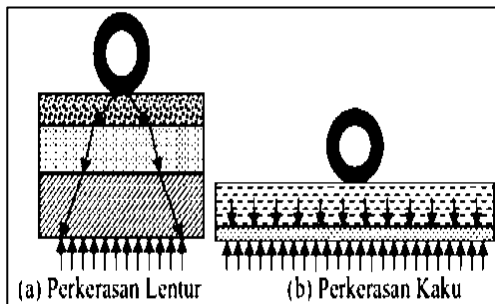
Sumber : AASHTO 1993

Tegangan dan Regangan pada Perkerasan Lentur

1. Konsep Sistem Lapisan

Dari konsep sistem lapis banyak akan menghasilkan respon berupa tegangan sebagai berikut :

- a. Tegangan normal, yaitu yang bekerja tegak lurus pada bagian permukaan.
- b. Tegangan geser, yaitu yang bekerja sejajar permukaan.

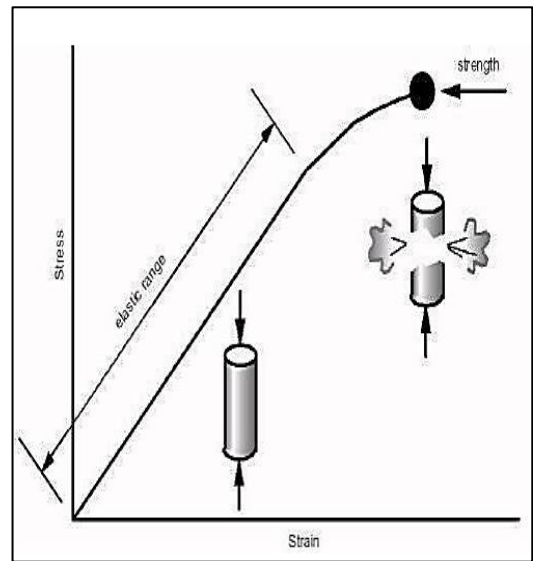


GAMBAR 2. Pembagian Beban pada Perkerasan
Sumber : Nathasya, 2012

2. Permodelan Lapis Perkerasan Jalan

a. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas adalah perbandingan antar tegangan dan regangan suatu benda.



GAMBAR .3 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan
Sumber : Siegfried, 2012

Untuk mengetahui nilai Modulus elastisitas dapat menggunakan Persamaan 1.

$$E = \frac{\tau}{\epsilon} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

E = Modulus Elastisitas, Kpa atau Psi

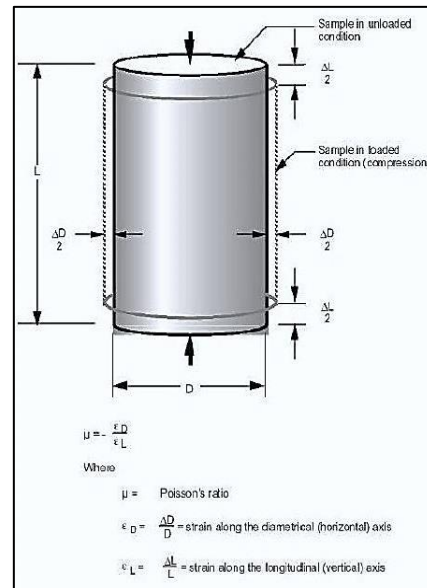
τ = Tegangan, Kpa

ε = Regangan

TABEL2. Nilai Modulus Elastisitas berdasarkan Jenis Material

Material	Modulus Elastisitas	
	Psi	Kpa
<i>Cement Treated Granular Base</i>	$1 \times 10^6 - 2 \times 10^6$	$7 \times 10^6 - 14 \times 10^6$
<i>Cement Aggregate Mixtures</i>	$5 \times 10^5 - 1 \times 10^6$	$35 \times 10^5 - 7 \times 10^6$
<i>Asphalt Treated Base</i>	$7 \times 10^4 - 45 \times 10^4$	$49 \times 10^5 - 3 \times 10^6$
<i>Asphalt Concrete</i>	$2 \times 10^4 - 2 \times 10^6$	$14 \times 10^4 - 14 \times 10^6$
<i>Bituminous Stabilized Mixture</i>	$4 \times 10^4 - 3 \times 10^5$	$28 \times 10^4 - 21 \times 10^5$
<i>Lime Stabilized</i>	$2 \times 10^4 - 7 \times 10^4$	$14 \times 10^4 - 49 \times 10^4$
<i>Unbound Granular Materials</i>	$15 \times 10^3 - 45 \times 10^3$	$105 \times 10^3 - 315 \times 10^3$
<i>Fine Grained or Natural Subgrade Material</i>	$3 \times 10^3 - 4 \times 10^4$	$21 \times 10^3 - 28 \times 10^4$

Sumber : Huang, 2004



GAMBAR 4. Konsep Poisson Ratio

Sumber : Siegfried, 2012

TABEL 3. Nilai Poisson Ratio berdasarkan Jenis Material

Material	Poisson Ratio
<i>Portland Cement Concrete</i>	0,15 – 0,20
<i>Hot Mix Asphalt</i>	0,30 – 0,40
<i>Untreated Granular Materials</i>	0,30 – 0,40
<i>Cement Treated Granular Materials</i>	0,10 – 0,20
<i>Cement Treated Fine Grained Soils</i>	0,15 – 0,35
<i>Lime Stabilized Materials</i>	0,10 – 0,25
<i>Lime Flyash Mixture</i>	0,10 – 0,15
<i>Loose Sand or Silty Sand</i>	0,20 – 0,40
<i>Dense Sand</i>	0,30 – 0,45
<i>Fine Grained Soils</i>	0,30 – 0,50
<i>Saturated Soft Clays</i>	0,40 – 0,50

Sumber : Huang, 2004

b. *Poisson ratio*

Poissonratio merupakan salah satu parameter penting dalam menganalisa elastis dari sistem perkerasan jalan. Perbandingan *poisson* digambarkan sebagai *rasio* garis melintang sampai regangan bujur dari satu spesimen yang dibebani.

c. Ketebalan setiap lapisan

Ketebalan setiap lapisan diperlukan dalam teori sistem lapis banyak sebagai *input* dalam penyelesaian menggunakan program. Ketebalan setiap lapis dinyatakan dalam satuan cm atau *inch*.

d. Kondisi beban

Kondisi beban terdiri dari data beban roda, P (KN/Lbs), tekanan ban, q (Kpa/Psi) dan khusus untuk sumbu roda belakang, jarak antara roda ganda, d (mm/*inch*). Nilai q dan nilai d dapat ditentukan berdasarkan data spesifikasi teknis dari kendaraan yang digunakan.

Program KENPAVE

Program Kenpave merupakan program yang menganalisa tebal perkerasan jalan dari tanah dasar, lapis pondasi hingga lapis permukaan jalan. Program ini sendiri dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E. *Professor Emeritus* dari *Civil Engineering University of Kentucky*. Untuk input data pada program KENPAVE membutuhkan data karakteristik dan material dari suatu perkerasan jalan, seperti modulus elastisitas, *poisson ratio*, beban roda, tekanan ban dan koordinat dimana tegangan dan regangan yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini *output* data yang digunakan yaitu *horizontal principal strain* dan *vertical strain* untuk menghitung jumlah repetisi beban berdasarkan analisa kerusakan *fatigue cracking* dan *rutting*.

Analisa Kerusakan Perkerasan

Persamaan yang telah dikembangkan untuk memprediksi jumlah repetisi beban sebagai berikut :

1. Retak Lelah (*Fatigue Cracking*)

a. Model Retak *The Asphalt Institute* (1982)

Persamaan retak fatik perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tarik di bawah lapis permukaan dihitung dengan Persamaan 2.

$$N_f = 0,0796 (\epsilon t)^{-3,291} (E_{AC})^{-0,854} \dots\dots\dots (2)$$

N_f = jumlah repetisi beban

ϵt = regangan tarik pada bagian bawah lapis permukaan

E_{AC} = modulus elastis lapis permukaan

b. Model Retak Finn et al

Persamaan untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tarik di bawah lapis permukaan pada Persamaan 3.

$$\log N_f = 15,947 - 3,291 \log \frac{\epsilon t}{10^{-6}} - 0,854 \log \frac{E}{10^3} \dots\dots\dots (3)$$

2. Alur (*Rutting*)

a. Model *Rutting The Asphalt Institute* (1982)

Persamaan untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah dengan Persamaan 4.

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

N_d = jumlah repetisi beban

ϵ_c = regangan tekan pada bagian bawah lapis pondasi bawah

b. Model *Rutting* Finn et al

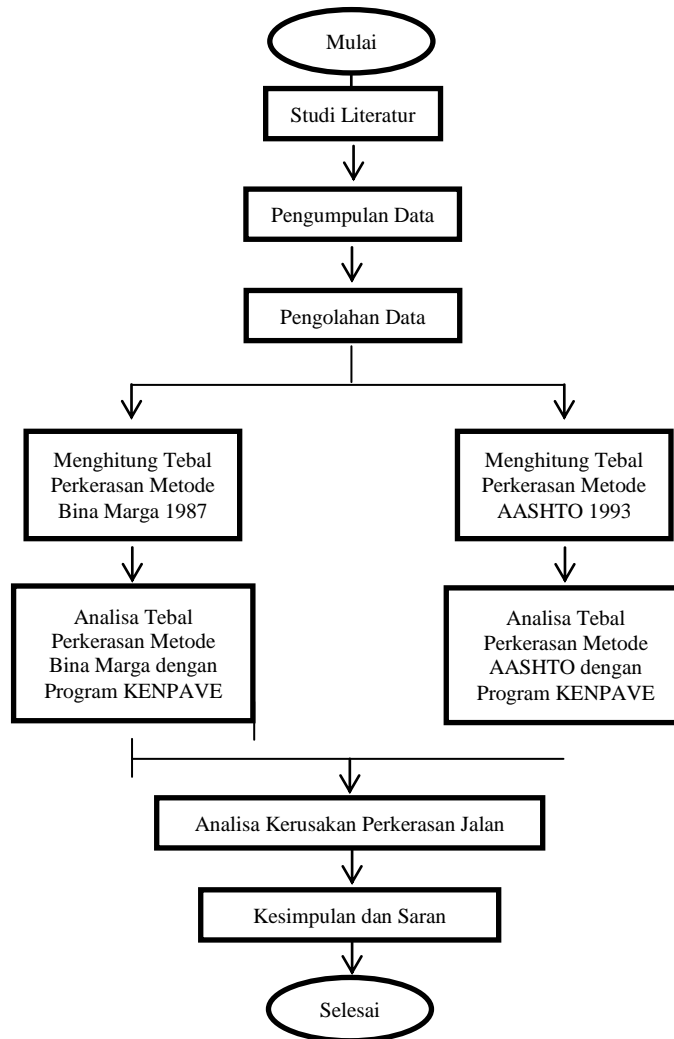
Finn et al mengembangkan model *rutting* ini untuk perkerasan lentur dengan menggunakan jumlah repetisi beban 18-Kip ESAL, tegangan tekan vertikal, dan defleksi permukaan dihitung dengan Persamaan 5.

$$N_d = 1,077 \times 10^{18} \frac{10^{-6} 4,4843}{\epsilon_c} \dots\dots\dots (5)$$

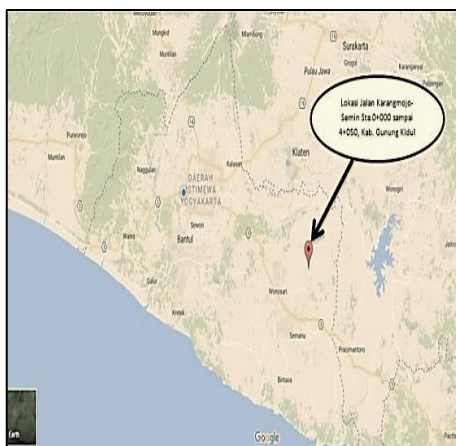
N_d = jumlah repetisi beban

ϵ_c = regangan tekan pada bagian bawah lapis pondasi bawah

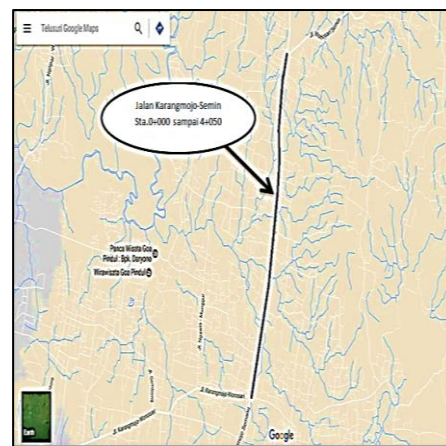
METODOLOGI PENELITIAN Tahapan Penelitian



GAMBAR 5. Bagan Alir Tahapan Penelitian



GAMBAR 6. Lokasi Penelitian
Sumber : Google Maps



GAMBAR 7 Bentuk Rencana Jalan
Sumber : Google Maps

Pengumpulan Data

Data penelitian yang digunakan hanya mencakup data sekunder yaitu data yang tidak langsung diperoleh dari lapangan, tetapi

mengambil data yang sudah ada. Data yang diperoleh yaitu, Data Lalu Lintas Harian Rata-rata tahun 2013 dan data Pengujian CBR tanah dasar.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Ruas Jalan Karangmojo–Semin pada Sta. 0+000 sampai dengan Sta.4+050 terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Analisis Data

Analisis data merupakan tahapan penelitian untuk mengolah data-data yang diperoleh dan bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter yang diperlukan dalam perencanaan tebal perkerasan jalan, melakukan *input* data ke

program KENPAVE dan menganalisa kerusakan yang akan terjadi perkerasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

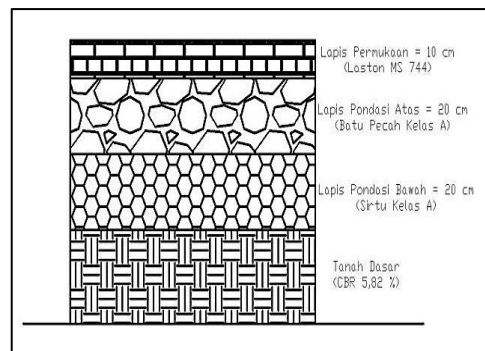
Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987

Berdasarkan hasil data pada Tabel 4 didapatkan tebal perkerasan dengan Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 seperti Gambar 8.

TABEL 4. Data Hasil analisis dengan Metode Bina Marga 1987

No	Data – Data	Keterangan
1	Jalan dibuka	2014
2	Pertumbuhan lalu lintas (i)	3,5 %
3	Umur Rencana (UR)	20 Tahun
4	Susunan Lapisan Perkerasan : 1. <i>Surface Course</i> 2. <i>Base Course</i> 3. <i>Sub Base Course</i>	Material Lapisan Perkerasan : 1. Laston MS 744 2. Batu Pecah Agregat Kelas A 3. Sirtu Kelas A
5	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	2 Lajur 2 Arah
6	Lintas Ekuivalen Rencana (LER)	575,0802 Kendaraan
7	Daya Dukung Tanah (DDT)	4,9
8	Faktor Regional (FR)	1
9	IP_0	≥ 4
10	IP_t	2,0

Sumber : Hasil Penelitian, 2017



GAMBAR 8 Tebal Perkerasan tiap Lapisan dengan metode Bina Marga 1987

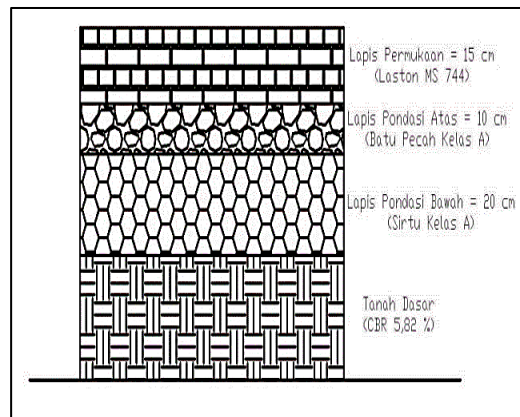
Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode AASHTO 1993

Berdasarkan hasil data pada Tabel 5 didapatkan tebal perkerasan dengan Metode AASHTO 1993 seperti Gambar 9.

TABEL 5 Data Hasil analisis dengan Metode AASHTO 1993

No	Parameter	Nilai
1	Reliabilitas	R= 85%
2	Simpangan Baku Keseluruhan	So = 0,44
3	Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana	W18 = 1.984.069,287
4	Modulus Resilien	$E_{SG} = 8.730 \text{ Psi}$ $E_{SB} = 17.000 \text{ Psi}$ $E_B = 31.000 \text{ Psi}$ $E_{AC} = 365.000 \text{ Psi}$
5	Indeks Pelayanan	$\Delta \text{PSI} = 1,7$
6	Faktor Drainase	m2 = 1,00 m3 = 1,00
7	Koefisien Relatif Lapisan	a1= 0,4 a2= 0,14 a3= 0,13

Sumber : Hasil Penelitian, 2017



GAMBAR 9. Tebal Perkerasan tiap Lapisan dengan Metode AASHTO 1993

Evaluasi Tebal Perkerasan dengan Program KENPAVE

Evaluasi tebal perkerasan lentur dilakukan berdasarkan hasil nilai tebal perkerasan yang dianalisa dengan menggunakan metode Bina Marga 1987 dan AASHTO 1993.

1. Evaluasi tebal perkerasan dengan metode Bina Marga 1987

Evaluasi dengan program KENPAVE menghasilkan nilai regangan dan tegangan yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Dari data tersebut diperoleh nilai regangan tarik atau nilai *horizontal principal strain* di bawah lapis permukaan sebesar 0,000408 untuk analisa jenis kerusakan *fatigue cracking*. Untuk regangan tekan di bawah pondasi bawah atau nilai *vertical strain* sebesar 0,000138 untuk analisa jenis

kerusakan *rutting*. Hasil tersebut dianalisa dengan menggunakan Persamaan 2 sampai Persamaan 8 dalam menentukan jumlah repetisi beban dengan menganalisa *fatigue cracking* dan *rutting*. Hasil analisa nilai Nf dan Nd dengan menggunakan beberapa metode dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 6 evaluasi tebal perkerasan metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 dengan program KENPAVE dilanjutkan sampai mendapatkan jumlah repetisi beban berdasarkan nilai tegangan dan regangan. Analisa yang dilakukan menggunakan nilai Nf dan Nd dari ketiga metode di atas, sehingga analisa beban lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL 6 Hasil Analisa Nilai Nf dan Nd dengan Metode Asphalt Institute, Shell Pavement Design Manual dan Finn et al

Lokasi Analisis	Nilai Regangan	Metode Asphalt	
		Institute	Metode Finn et al
Regangan tarik horizontal di bawah lapis permukaan	0,000408	Nf = 38.809,420	Nf = 28.250,367
Regangan tekan vertikal di bawah lapis pondasi bawah	0,000138	Nd = 8.707,51	Nd = 8.954,80

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

TABEL 7. Analisa Beban Lalu Lintas

Metode Analisa	Beban Lalu Lintas Rencana Nr	Repetisi Beban		Analisa Beban Lalu Lintas
		Nf	Nd	
Metode Asphalt Institute	2×10^6	38.809,420	8.707,51	Nf dan Nd < Nr Tidak Ok
Metode Finn et al	2×10^6	28.250,367	8.954,80	Nf dan Nd < Nr Tidak Ok

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Dari hasil evaluasi pada Tabel 7 tebal perkerasan metode Analisa Komponen dari Bina Marga menggunakan program KENPAVE, dari perencanaan tersebut dengan beban lalu lintas rencana jumlah repetisi beban Nf dan Nd yang dihasilkan lebih kecil dari beban lalu lintas rencana. Hal ini menyimpulkan bahwa tebal perkerasan yang direncanakan dengan metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987 tidak mampu menahan beban lalu lintas yang direncanakan dan akan terjadi kerusakan lebih cepat jika tidak dilakukan penanggulangan lebih lanjut.

2. Evaluasi tebal perkerasan dengan metode AASHTO 1993

Evaluasi dengan program KENPAVE menghasilkan nilai regangan dan tegangan yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Dari data tersebut diperoleh nilai regangan tarik atau nilai *horizontal principal strain* di bawah lapis permukaan sebesar 0,000322 untuk analisa jenis kerusakan *fatigue cracking*. Untuk regangan tekan di bawah pondasi bawah atau nilai *vertical strain* sebesar 0,00134 untuk analisa jenis kerusakan *rutting*. Hasil tersebut dianalisa dengan menggunakan Persamaan 2 sampai Persamaan 8 dalam menentukan jumlah repetisi beban dengan menganalisa *fatigue cracking* dan *rutting*. Hasil analisa nilai Nf dan Nd dengan menggunakan beberapa metode dapat dilihat pada Tabel 8.

TABEL 8. Hasil Analisa Nilai Nf dan Nd dengan Metode Asphalt Institute, Shell Pavement Design Manual dan Finn et al

Lokasi Analisis	Nilai Regangan	Metode Asphalt	
		Institute	Metode Finn et al
Regangan tarik horizontal di bawah lapis permukaan	0,000322	Nf = 84.579,688	Nf = 61.567,711
Regangan tekan vertikal di bawah lapis pondasi bawah	0,00134	Nd = 9.933,092	Nd = 10.217,383

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

TABEL 9. Analisa Beban Lalu Lintas

Metode Analisa	Beban Lalu Lintas Rencana Nr	Repetisi Beban		Analisa Beban Lalu Lintas
		Nf	Nd	
Metode Asphalt Institute	2×10^6	84.579,688	9.933,092	Nf dan Nd < Nr Tidak Ok
Metode Finn et al	2×10^6	61.567,711	10.217,383	Nf dan Nd < Nr Tidak Ok

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 6 evaluasi tebal perkerasan metode AASHTO 1993 dengan program KENPAVE dilanjutkan sampai mendapatkan jumlah repetisi beban berdasarkan nilai tegangan dan regangan. Analisa yang dilakukan menggunakan nilai Nf dan Nd dari ketiga metode di atas, sehingga analisa beban lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 9.

Dari hasil evaluasi pada Tabel 9 tebal perkerasan metode AASHTO 1993 menggunakan program KENPAVE, dari perencanaan tersebut dengan beban lalu lintas rencana jumlah repetisi beban Nf dan Nd yang dihasilkan lebih lebih kecil dari beban lalu lintas rencana. Hal ini menyimpulkan bahwa tebal perkerasan yang direncanakan dengan metode AASHTO 1993 tidak mampu menahan beban lalu lintas yang direncanakan dan akan terjadi kerusakan lebih cepat jika tidak dilakukan penanggulangan lebih lanjut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi dan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan beberapa metode, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Hasil Ketebalan Lapisan
 - a. Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987
Dari hasil analisis perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut:
Lapis Permukaan = 10 cm
Lapis Pondasi Atas = 20 cm
Lapis Pondasi Bawah = 20 cm
 - b. Metode AASHTO 1993
Dari hasil analisis perhitungan didapatkan hasil sebagai berikut:
Lapis Permukaan = 15 cm
Lapis Pondasi Atas = 10 cm
Lapis Pondasi Bawah = 20 cm

Maka, nilai tebal perkerasan dengan menggunakan Metode AASHTO 1993 lebih tebal dibandingkan dengan Metode Bina Marga 1987, hal ini dikarenakan metode AASHTO 1993 dalam analisa mempertimbangkan faktor *Reliability*, Simpangan Baku, Tingkat Pelayanan dan Faktor Drainase.

2. Hasil Evaluasi dengan Program KENPAVE
 - a. Metode Analisa Komponen dari Bina Marga 1987
Dalam evaluasi tebal perkerasan dengan metode Bina Marga 1987 didapatkan nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan *fatigue cracking* terjadi sebesar 0,000408 yaitu kedalaman 10,001 cm (di bawah lapisan permukaan). Sedangkan kerusakan *Rutting* tegangan terjadi sebesar 0,00138 pada kedalaman 50,001 cm (di bawah lapisan pondasi bawah).
 - b. Metode AASHTO 1993
Dalam evaluasi tebal perkerasan dengan metode AASHTO 1993 didapatkan nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan *fatigue cracking* terjadi sebesar 0,000322 yaitu kedalaman 15,001 cm (di bawah lapisan permukaan). Sedangkan kerusakan *Rutting* tegangan terjadi sebesar 0,00134 pada kedalaman 45,001 cm (di bawah lapisan pondasi bawah).
3. Tebal perkerasan lentur yang direncanakan dengan struktur empat lapis jumlah repetisi beban dengan beban lalu lintas rencana $2,0 \times 10^6$ ESAL lebih besar dari jumlah repetisi beban rencana, sehingga jalan tersebut akan mengalami kemungkinan kerusakan *fatigue cracking* dan *rutting* sebelum umur rencana habis jika tidak dilakukan pemeliharaan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington DC. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Asphalt Institute. 1991. *Thickness design, asphalt pavements for highways and streets, Manual Series No. 1, AI*.
- AUSTROADS, 1987, *A Guide to The Structural Design of Road Pavement*, AUSTROADS, Australia.
- 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.
- Fadhlan. 2013. *Evaluasi Perkerasan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga Pt T-01-2002-B dengan Menggunakan Program KENPAVE*. Universitas Sumatera Utara.
- Huang, Y.H. 1993. *Pavements analysis and design, Prentice-hall, Englewood Cliffs, N.J.*,
- Huang, H. Y., 2004, *Pavement Analysis and Design*. University of Kentucky, Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, U.S.A.
- Nasthasya, Putri. 2012. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Program Kenpave dan Studi Parameter Pengaruh Tebal Lapis dan Modulus Elastisitas Terhadap Nilai Tegangan, Regangan dan Repetisi Beban*. Universitas Bina Nusantara.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2006, Jalan.
- Putri, Citra Kharisma, 2014, *Prediksi Nilai Kerusakan Perkerasan Lentur dengan Metode Mekanistik-Empirik (Studi Kasus : Rekonstruksi Jl. Arteri Selatan)*. Universitas Gadjah Mada.
- Siegfried. 2012. *Perkiraan Tebal Lapisan Perkerasan Jalan dengan Metoda Jaringan Syaraf Tiruan Tipe Radial Basis*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Sukirman, Silvia. 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung.
- Suprpto, T.M., 2004, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Biro Penerbit Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ullidtz, P. 1987. *Pavement Analysis, Development in Civil Eng. Vol 19* Amsterdam, the Netherlands.

PENULIS:

Doni Ikrar Dinata

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, 55183.

Email: doniikrardinata95@gmail.com

Anita Rahmawati

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, 55183.

Email: anita_ygy@yahoo.com

Dian Setiawan M

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, 55183.

Email: dian_setiawanm@yahoo.co.id