

**ANALISA PENGARUH REKATAN ANTAR LAPIS PERKERASAN
TERHADAP UMUR PELAYANAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALITIS
(STUDI KASUS PADA RUAS JALAN ARTERI DI JALUR PANTURA)**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S - 1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

Ayudi Febrianto
NIM : D 100 070 0012
NIRM : 07 06 03010 50012

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2012**

**ANALISA PENGARUH REKATAN ANTAR LAPIS PERKERASAN
TERHADAP UMUR PELAYANAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALITIS
(STUDI KASUS PADA RUAS JALAN ARTERI DI JALUR PANTURA)**

Ayudi Febrianto (D 100 070 012)
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah
Surakarta

ABSTRAKSI

Jalan pantura merupakan salah satu jalan nasional yang dibangun pada tahun 1808 jalan ini sangat penting dalam menggerakkan arus industri dan ekonomi nasional khususnya pulau Jawa. Padatnya lalu lintas yang melewati jalan tersebut membuat jalan sering dilakukan perbaikan akibat sering terjadi kerusakan sebelum berakhirnya umur rencana jalan, kerusakan yang dialami jalan tersebut kemungkinan salah satunya diakibatkan oleh rekatan antar lapis perkerasan yang kurang baik, karena pada dasarnya rekatan antar lapis perkerasan tidak selalu tercapai. Berkaitan dengan masalah tersebut maka pada penelitian ini akan membahas pengaruh rekatan antar lapis perkerasan dengan umur pelayanan jalan, dimana rekatan antar lapis perkerasan tersebut terbagi menjadi tiga kondisi yaitu kondisi *full slip* ($K_s \leq 0,01$ MPa/mm), *intermediate case* ($0,01$ MPa/mm $< K_s < 100$ MPa/mm), dan *full bonding* ($K_s \geq 100$ MPa/mm).

Penelitian dilakukan dengan bantuan program *Bisar 3.0* dengan didukung data-data sekunder berupa data geometrik, data lalu lintas harian rata-rata (LHR), data kecepatan rata-rata, data temperatur, data pengujian material, dan data lain sebagainya. Data-data yang sudah ada kemudian dianalisis untuk mencari nilai yang dibutuhkan untuk digunakan sebagai input ke program *Bisar 3.0*. Hasil yang diperoleh pada program *Bisar 3.0* berupa regangan tarik horizontal (ϵ_x) untuk kondisi *fatigue* dan regangan tekan vertikal (ϵ_z) untuk kondisi deformasi yang selanjutnya digunakan untuk menghitung besarnya umur pelayanan jalan.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin baik suatu rekatan antar lapis perkerasan maka semakin besar pula umur pelayanan jalan. Hasil analisis menunjukkan untuk rekatan antar lapis perkerasan kondisi *full bonding* ($K_s \geq 100$ MPa/mm) mempunyai umur pelayanan lebih lama dibandingkan dengan rekatan antar lapis perkerasan kondisi *full slip* ($K_s \leq 0,01$ MPa/mm), dan pada penelitian juga menunjukkan penurunan umur pelayanan dengan nilai $K_s \leq 0,01$ MPa/mm tidak terlalu signifikan begitu juga dengan kenaikan umur pelayanan dengan nilai $K_s \geq 100$ MPa/mm.

Kata kunci: Rekatan antar lapis perkerasan, *Bisar 3.0*, Umur pelayanan.

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH REKATAN ANTAR LAPIS PERKERASAN
TERHADAP UMUR PELAYANAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALITIS
(STUDI KASUS PADA RUAS JALAN ARTERI DI JALUR PANTURA)**

Tugas Akhir

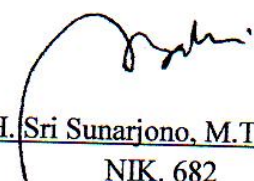
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada Tanggal: 20 September 2012


diajukan oleh :
Ayudi Febrianto
NIM : D 100 070 012
NIRM : 07 06 03010 50012

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua


(Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.)
NIK. 682


(H. Muslich Hartadi S, S.T, M.T, Ph.D.)
NIK. 815

Dewan Penguji


(Senja Rumi Harnaeni, S.T, M.T.)
NIK. 795

Tugas Akhir ini diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil.

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


(Ir. Agus Riyanto SR, M.T.)
NIK. 483

Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil


(Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.)
NIK. 732

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan fasilitas yang penting bagi masyarakat agar dapat mencapai suatu tujuan yang diinginkannya, untuk itu masyarakat membutuhkan jalan raya yang aman dan nyaman bagi penggunanya. Jalur Rembang-Bulu merupakan salah satu jalur pantura yang padat dan banyak dilewati kendaraan-kendaraan dengan beban yang tinggi sehingga sering sekali terjadi kerusakan. Kerusakan yang mungkin terjadi pada lapisan perkerasan antara lain disebabkan oleh rekatan antar lapisan yang kurang baik. Sutanto, (2009) menyimpulkan bahwa ikatan penuh pada perkerasan tidak selalu tercapai dan beberapa penelitian sudah menyatakan adanya fakta kerusakan perkerasan jalan yang berhubungan dengan kondisi rekatan yang tidak bagus.

Dengan melihat kondisi diatas, maka perlu diadakan suatu penelitian tentang pengaruh rekatan terhadap umur pelayanan jalan dengan metode analitis, salah satu metode analitis yang dapat digunakan adalah *Nottingham design method* dengan bantuan program *software* Bisar 3.0.

LANDASAN TEORI

Perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi yang dalam pembuatannya dilakukan dengan membagi menjadi beberapa lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar dan berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Lapisan ini diharapkan memberikan pelayanan terhadap lalu-lintas dan menerima beban repetisi lalu lintas setiap harinya, oleh karena itu lapisan ini diharapkan tidak mengalami kerusakan-kerusakan yang dapat menurunkan pelayanan lalu lintas.

A. Umur Pelayanan

Adalah jumlah waktu dalam tahun selama suatu jalan dapat memberikan pelayanan secara layak kepada pengguna jalan yang melewati suatu jalan tersebut.

B. Pengaruh Rekatan Antar Lapisan Perkerasan Terhadap Perkerasan Jalan

Dengan adanya rekatan antar lapis yang baik maka antara lapisan satu dengan yang lain akan saling mendukung sehingga tidak terjadi pergeseran. Akan tetapi dalam beberapa penelitian rekatan penuh antar lapis perkerasan tidak selalu tercapai, sehingga terjadinya pergeseran pada perkerasan jalan juga akan terjadi,

akibatnya perkerasan akan mengalami kerusakan dan menurunkan umur pelayanan jalan tersebut.

C. Konsep Metode Analitis

Sukirman (1993) menyatakan bahwa metode analitis merupakan metode yang pengembangannya didasarkan pada teori matematis dan sifat tegangan dan regangan pada lapis keras akibat beban berulang dari lalu lintas. Metode analitis yang umum dipergunakan saat ini adalah berdasarkan teori elastis yang membutuhkan nilai modulus elastisitas dari setiap lapisan perkerasan.

Parameter yang digunakan untuk analisa perkerasan jalan dengan menggunakan metode analitis sebagai berikut :

1. Desain *Temperatur*

- a. Untuk kriteria deformasi permanen

$$Temperature\ design = 1,47\ T$$

- b. Untuk kriteria *fatigue* (retak lelah)

$$Temperature\ design = 1,92\ T$$

dengan:

$$T = \text{Suhu rata-rata tahunan } (^{\circ}\text{C})$$

2. Beban gandar standar

Beban sumbu standard seberat 8,16 ton merupakan beban sumbu kendaraan yang akan digunakan dalam analisis perhitungan.

3. Kekakuan tanah dasar dan material berbutir

Sifat elastis dari tanah dasar bisa diukur secara garis besar dengan nilai *California Bearing Ratio (CBR)* maupun indeks plastisitas (PI) dari tanah dasar dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_s = 10.CBR$$

$$S_s = 70 - PI$$

dengan:

$$S_s = \text{Elastic stiffness pada tanah dasar (MPa)}$$

$$CBR = \text{California Bearing Ratio (\%)}$$

$$PI = \text{Indeks plastisitas (\%)}$$

4. Kekakuan bitumen (S_b)

Van der Poel (1954), kekakuan (S_b) adalah sebagai rasio dari tegangan terhadap regangan untuk aspal pada suhu dan waktu pembebanan tertentu. Menurut Ullidz, kekakuan bitumen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_b = 1,157 \times 10^{-7} \cdot t^{-0,368} \cdot 2,718^{-PIr} \cdot (SPr - T)^5$$

Waktu pembebanan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Log } t = 5 \times 10^{-4} \cdot h^{-0,2} - 0,94 \cdot \text{Log } V$$

Recovered Penetration Index dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$PIr = \frac{27 \text{ Log } Pi - 21,65}{76,35 \text{ Log } Pi - 232,82}$$

Softening Point Recovered dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$SPr = 98,4 - 26,35 \times \log (0,65 \times Pi)$$

dengan:

S_b = Kekakuan bitumen (MPa)

t = Waktu pembebanan (detik) (0,01 sampai dengan 0,1 detik)

SPr = *Softening Point Recovered* ($^{\circ}C$)

T = Suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}C$)

h = Ketebalan lapisan beraspal (mm)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

PIr = *Recovered Penetration Index* (-1 sampai dengan +1)

Pi = Nilai penetrasi aspal awal

Dengan persyaratan nilai sebagai berikut:

$$(SPr - T) = 20 - 60^{\circ}C$$

5. Kekakuan campuran elastik

Menurut Brown dan Brunton (1984), persamaan yang sesuai untuk menghitung kekakuan campuran elastik adalah sebagai berikut:

$$S_{me} = S_b \left[1 + \frac{257,5 - 2,5 \text{ VMA}}{n (\text{VMA} - 3)} \right]^n$$

$$n = 0,83 \log \frac{4 \times 10^4}{S_b}$$

dimana S_{me} adalah Kekakuan campuran elastik (MPa), S_b adalah Kekakuan aspal (MPa), dan VMA yaitu rongga yang terdapat dalam campuran agregat (%).

6. Prediksi umur pelayanan

Rumus yang digunakan umur pelayanan pada kondisi *fatigue*:

$$\log N = 15,8 \log \varepsilon_t - k - (5,13 \log \varepsilon_t - 14,39) \log V_B - (8,63 \log \varepsilon_t - 24,2) \log SP_1$$

Rumus yang digunakan umur pelayanan pada kondisi deformasi:

a). Untuk kondisi kritis

$$N = f_r \left[\frac{7,6 \times 10^8}{\varepsilon_z^{3,7}} \right]$$

b). Untuk kegagalan

$$N = f_r \left[\frac{3 \times 10^9}{\varepsilon_z^{3,57}} \right]$$

dengan:

N = Masa pelayanan (*Million Standard Axles*)

ε_t = *Asphalt mix tensile strain*

k = 46,82 (kondisi kritis), dan 46,06 (kondisi kegagalan)

V_B = *Volume of binder* (%)

SP_1 = *Softening Point* (°C)

ε_z = *Asphalt mix vertical strain*

Besarnya *rut factor* dapat ditentukan dengan ketentuan untuk *Hot rolled asphalt* sebesar 1,00, *Dense bitumen macadam* sebesar 1,56, *Modified rolled asphalt* sebesar 1,37, dan *Modified dense bitumen macadam* sebesar 1,52.

D. Rekatan Antar Lapis Perkerasan

Menyadari bahwa ikatan penuh tidak selalu tercapai, investigasi teoritis telah dilakukan oleh beberapa peneliti untuk menjelaskan dari kondisi ikatan antar lapisan pada kinerja perkerasan. Modulus reaksi geser (K_s) bisa digunakan untuk mewakili kondisi rekatan antar lapisan:

$$K_s = \frac{\tau}{\Delta U}$$

Dimana τ adalah tegangan geser antar lapisan (MPa), ΔU adalah perpindahan horisontal relatif antar lapisan (mm), dan K_s adalah modulus reaksi geser antar lapisan (MPa/mm).

BISAR [Shell, 1998] sebagai program komputer lapisan elastis yang terkenal menggunakan konsep geser *shear spring compliance*. *Shear spring compliance* (AK), dirumuskan dengan:

$$AK = \frac{1}{K_s} \left[m^3 / N \right]$$

E. Beban Lalu Lintas

Dengan mengetahui beban lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas maka dapat ditentukan tingkat ekivalen kumulatif selama umur rencana dan selama umur kinerja jalan tersebut dapat dihitung menggunakan rumus:

$$W_t = W_{18} \cdot \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

$$w_{18} = D_D \times D_L \times LHR \times E$$

dengan:

$W_t = N$ = Jumlah gandar standar kumulatif (*MSA*)

w_{18} = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

g = Pertumbuhan lalu lintas (%)

n = Umur Pelayanan (tahun).

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa faktor distribusi arah D_D bervariasi dari 0,3-0,7 tergantung arah mana yang berat dan kosong (PtT-01-2002-B). Namun pada umumnya faktor distribusi arah (D_D) diambil 0,5.

F. Angka Ekivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

Untuk setiap jenis kendaraan penentuan nilai faktor ekivalen (*Equivalent Factor*) akan berbeda-beda sesuai dengan beban sumbu kendaraan dan beban muatan kendaraan itu sendiri. Untuk menghitung angka ekivalen dari golongan kendaraan, digunakan rumus (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2005)

G. Bisar 3.0

Program BISAR 3.0 ini menghitung *stress*, *strain* dan *displacement* pada tiap posisi pada *multi layer system*. Beban yang bekerja adalah beban vertikal pada area yang berbentuk lingkaran. Beban yang bekerja pada perkerasan

tersebut akan dihitung dan resultan dari beban tersebut akan digunakan untuk penghitungan nilai *stress* dan *strain*

METODE PENELITIAN

Ruas jalan yang akan diteliti adalah ruas jalan Rembang-Bulu (Sta.0+000-Sta.3+000), dengan Sta 0+000, adapun bebarapa tahapan penelitian diantaranya:

- a. Pengumpulan data, yaitu data sekunder yang diperoleh dari Dinas Bina Marga Jawa Tengah. Data-data yang dibutuhkan antara lain nilai *CBR*, suhu udara rata-rata tahunan, kecepatan rata-rata, tebal, jenis dan karakteristik material perkerasan.
- b. Menganalisis nilai desain temperatur, *Penetration Index Recovered*, *Softening Point Recovered*, kekakuan tanah dasar, kekakuan material berbutir, kekakuan bitumen dan kekakuan campuran aspal, dengan menggunakan metode analitis.
- c. Analisis data dengan program *software* Bisar 3.0.
- d. Menghitung besarnya umur pelayanan berdasarkan kriteria untuk kondisi *fatigue* dan deformasi.
- e.

ANALISA PERHITUNGAN

Adapun hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel rekapitulasi berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi hasil perhitungan

No	Uraian Perhitungan	Hasil Perhitungan	Satuan
1.	<i>Temperatur Design</i> (T)		
	a. Untuk kondisi <i>fatigue</i>	44,160	°C
	b. Untuk kondisi deformasi	33,810	°C
2.	Kekakuan Tanah Dasar (SS)	52	Detik
3.	Kekakuan Lapis Granular (Sg)		MPa
	a. Lapis Pondasi Bawah	189,606	
	b. Lapis Pondasi Atas	203,606	MPa
4.	Lama Pembebanan (t)	0,0229	MPa

Lanjutan Tabel 1. Rekapitulasi hasil perhitungan

5.	<i>Recovered Penetration Index (PIr)</i>		
	a. Lapis Perkerasan AC-WC <i>Modified</i>	-0,238	-0,238
6.	b. Lapis Perkerasan AC-BC dan AC-Base <i>Modified</i>	-0,310	°C
	<i>Recovered Softening Point (SPr)</i>		
	a. Lapis Perkerasan AC-WC <i>Modified</i>	58,358	°C
7.	b. Lapis Perkerasan AC-BC dan AC-Base <i>Modified</i>	54,517	°C
	<i>Kekakuan Bitumen (Sb)</i>		
	a. Lapis Perkerasan AC-WC <i>Modified</i>		
	1. Untuk kondisi <i>fatigue</i>	1,5	MPa
	2. Untuk kondisi deformasi	5,255	MPa
	b. Lapis Perkerasan AC-BC <i>Modified</i> dan AC-Base <i>Modified</i>		
8.	1. Untuk kondisi <i>fatigue</i>	1	MPa
	2. Untuk kondisi deformasi	2,412	MPa
	<i>Kekakuan Campuran Elastik (Sme)</i>		
	a. Lapis Perkerasan AC-WC <i>Modified</i>		
	1. Untuk kondisi <i>fatigue</i>	815,739	MPa
	Untuk kondisi deformasi	1870,017	MPa
	b. Lapis Perkerasan AC-BC <i>Modified</i>		
	1. Untuk kondisi <i>fatigue</i>	570,193	MPa
	2. Untuk kondisi deformasi	1040,331	MPa
	c. Lapis Perkerasan AC-Base <i>Modified</i>		
	1. Untuk kondisi <i>fatigue</i>	670,592	MPa
	2. Untuk kondisi deformasi	1209,954	MPa

1. Rekatan antar lapisan

Kondisi rekatan antar lapis perkerasan dibagi menjadi 3 kondisi yaitu *full slip* ($K_s \leq 0,01$ MPa/mm), *Intermediata case* ($0,01$ MPa/mm $< K_s < 100$ MPa/mm), dan *full bonding* ($K_s \geq 100$ MPa/mm), sehingga didapat

Tabel 2. Nilai variasi rekatan antar lapis perkerasan

Kondisi	Modulus reaksi geser (Ks) (MPa/mm)	Shear Spring Compliance (AK = 1/Ks (m ³ /N))
<i>Full slip</i>	0,00001	10 ⁻⁴
	0,01	10 ⁻⁷
<i>Intermediate case</i>	0,1	10 ⁻⁸
	1	10 ⁻⁹
	10	10 ⁻¹⁰
<i>Full bonding</i>	100	10 ⁻¹¹
	100000	10 ⁻¹⁴

Variasi nilai diatas digunakan pada lapis AC-BC *Modified* Dan AC-Base *Modified*, sedangkan untuk lapisan yang lain dianggap ikatan penuh.

1. Pembebanan lalu lintas

1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan

konfigurasi sumbu dan beban roda pada masing masing kendaraan yang digunakan berdasarkan pada Departemen Permukiman dan Prasarana wilayah tahun 2004.

2. Menghitung angka ekivalen masing-masing jenis kendaraan

- a. Golongan 2 (1 + 1) T = 0,00235
- b. Golongan 3 (1+2) T = 0,01999
- c. Golongan 4 (2 + 5)T = 0,7538
- d. Golongan 5a (3 + 5) T = 0,830
- e. Golongan 5b (3 + 5) T = 0,2362
- f. Golongan 6a (5 + 8) T = 5,5521
- g. Golongan 6b (5 + 8) T = 1,6589
- h. Golongan 7a (6 + 7.7) T 2,5958
- i. Golongan 7b (6 + 7.7 + 5 + 5) T = 2,8777
- j. Golongan 7b (6 + 7.7 + 5.5) T = 2,8747

3. Menentukan jumlah lalu lintas ekivalen

Untuk faktor distribusi arah (D_D) sebesar 0,5, faktor distribusi lajur (D_L) sebesar 90 % dan faktor pertumbuhan lalu lintas (i) sebesar 5,66%

Besarnya beban gandar standar kumulatif (w_{18}) :

$$w_{18} = LHR \times D_D \times D_L \times E \times 365$$

$$\text{Golongan 2} = 2317 \times 0,5 \times 0,9 \times 0,00235 \times 365 = 894,3330375$$

$$\text{Golongan 3} = 1006 \times 0,5 \times 0,9 \times 0,01999 \times 365 = 3303,057645$$

$$\text{Golongan 4} = 1931 \times 0,5 \times 0,9 \times 0,7538 \times 365 = 239080,2962$$

$$\text{Golongan 5a} = 387 \times 0,5 \times 0,9 \times 0,830 \times 365 = 52758,7425$$

$$\text{Golongan 5b} = 775 \times 0,5 \times 0,9 \times 0,2362 \times 365 = 30079,51313$$

$$\text{Golongan 6a} = 646 \times 0,5 \times 0,9 \times 5,5521 \times 365 = 589108,3466$$

$$\text{Golongan 6b} = 2075 \times 0,5 \times 0,9 \times 1,6589 \times 365 = 565384,2244$$

$$\text{Golongan 7a} = 1507 \times 0,5 \times 0,9 \times 2,5958 \times 365 = 642524,7461$$

$$\text{Golongan 7b} = 746,5 \times 0,5 \times 0,9 \times 2,8777 \times 365 = 352842,351$$

$$\text{Golongan 7c} = 660,5 \times 0,5 \times 0,9 \times 2,8747 \times 365 = \underline{311867,9382}$$

$$\text{Jumlah} = 2787843,549 \text{ SA/tahun}$$

2. Perhitungan Umur Rencana

1. Kondisi *fatigue* (ϵ_t)

$$\epsilon_t = 531,9 \mu\text{strain}$$

$$V_B = \frac{\text{Kadar Aspal} \times \text{Berat Jenis Bulk}}{\text{Berat Jenis Aspal}}$$

$$= \frac{4,95\% \times 2,351}{1,042}$$

$$= 11,056\%$$

$$SP_1 = 55,25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$k = 46,06 \text{ (kondisi gagal), } 46,82 \text{ (kondisi kritis).}$$

$$w_{18} = 2787843,549 \text{ gandar standard/tahun}$$

$$g = 5,66 \%$$

a. kondisi gagal

$$\text{Log } N = 15,8 \text{ Log } 531,9 - 46,06 - (5,13 \text{ log } 531,9 - 14,39) \text{ log } 11,056 - (8,63 \text{ log } 531,9 - 24,2) \text{ log } 55,25$$

$$N = 0,041 \text{ MSA}$$

Besarnya nilai umur rencana dapat dihitung sebagai berikut:

$$W_t = W_{18} \cdot \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

$$41000 = 2787843,549 \cdot \frac{(1+0,0556)^n - 1}{0,0556}$$

Didapat Umur Pelayanan 0,015 tahun

a. kondisi kritis

$$\text{Log } N = 15,8 \text{ Log } 531,9 - 46,82 - (5,13 \text{ log } 531,9 - 14,39) \text{ log } 11,056 - (8,63 \text{ log } 531,9 - 24,2) \text{ log } 55,25$$

$$N = 0,007 \text{ MSA}$$

Didapat Umur Pelayanan 0,002 tahun

2. Kondisi deformasi permanen (ϵ_z)

Data:

$$f_r = 1,00$$

$$\epsilon_z = 414,6 \mu\text{strain}$$

a. Kondisi gagal

$$N = f_r \left[\frac{3 \times 10^9}{\epsilon_z^{3,57}} \right]$$

$$= 1,356 \text{ MSA}$$

Besarnya nilai umur rencana dapat dihitung sebagai berikut:

$$W_t = W_{18} \cdot \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

$$1356000 = 2787843,549 \cdot \frac{(1+0,0556)^n - 1}{0,0556}$$

Didapat Umur Pelayanan 0,493 tahun

b. Kondisi kritis

$$N = f_r \left[\frac{7,6 \times 10^8}{\epsilon_z^{3,7}} \right]$$

$$= 0,161 \text{ MSA:}$$

Didapat Umur Pelayanan 0,058 tahun

Untuk perhitungan umur rencana dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 3 . Rekapitulasi perhitungan umur pelayanan kondisi kritis.

Variasi Beban	Kondisi Perkerasan (μ strain)		N (MSA)	UR (Tahun)
	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)			
Full slip ($K_s=0,0001$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	531,9	0,0071	0,0025
	Deformasi (ϵ_z)	414,6	0,1569	0,0578
Full slip $K_s=0,01$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	523,6	0,0076	0,0029
	Deformasi (ϵ_z)	408,8	0,1653	0,0607
Intermediate case $K_s=0,1$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	485,9	0,0107	0,0041
	Deformasi (ϵ_z)	371,5	0,2355	0,0865
Intermediate case $K_s=1$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	377,0	0,0344	0,0125
	Deformasi (ϵ_z)	282,6	0,6479	0,2374
Intermediate case $K_s=10$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	287,7	0,1189	0,0438
	Deformasi (ϵ_z)	236,3	1,2560	0,4574
Full bonding $K_s=100$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	268,9	0,1622	0,0596
	Deformasi (ϵ_z)	229,0	1,4106	0,5130
Full bonding $K_s=100000$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	266,6	0,1687	0,0622
	Deformasi (ϵ_z)	2281	1,4314	0,5202

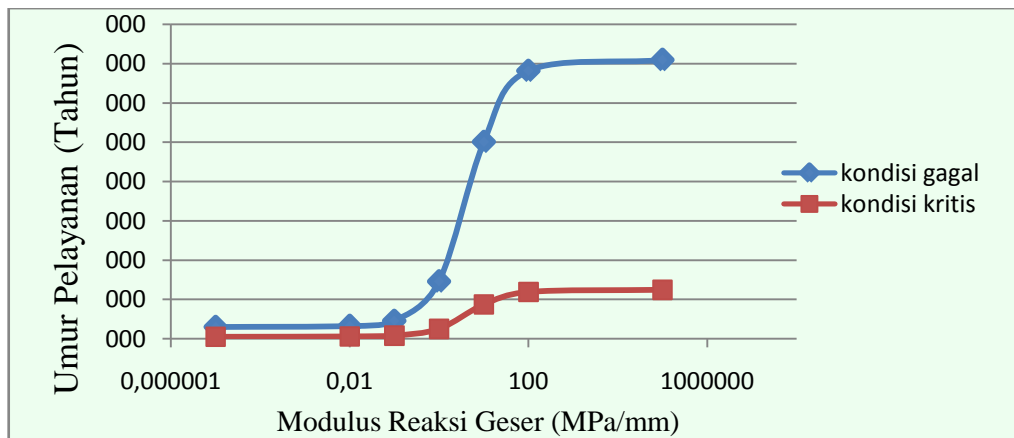
Tabel 4 . Rekapitulasi perhitungan umur pelayanan kondisi gagal.

Variasi Beban	Kondisi Perkerasan (μ strain)		N (MSA)	UR (Tahun)
	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)			
Full slip ($K_s=0,0001$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	531,9	0,0071	0,0025
	Deformasi (ϵ_z)	414,6	0,1569	0,0578
Full slip $K_s=0,01$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	523,6	0,0076	0,0029
	Deformasi (ϵ_z)	408,8	0,1653	0,0607
Intermediate case $K_s=0,1$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	485,9	0,0107	0,0041
	Deformasi (ϵ_z)	371,5	0,2355	0,0865
Intermediate case $K_s=1$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	377,0	0,0344	0,0125
	Deformasi (ϵ_z)	282,6	0,6479	0,2374
Intermediate case $K_s=10$ MPa/mm)	<i>Fatigue</i> (ϵ_i)	287,7	0,1189	0,0438
	Deformasi (ϵ_z)	236,3	1,2560	0,4574

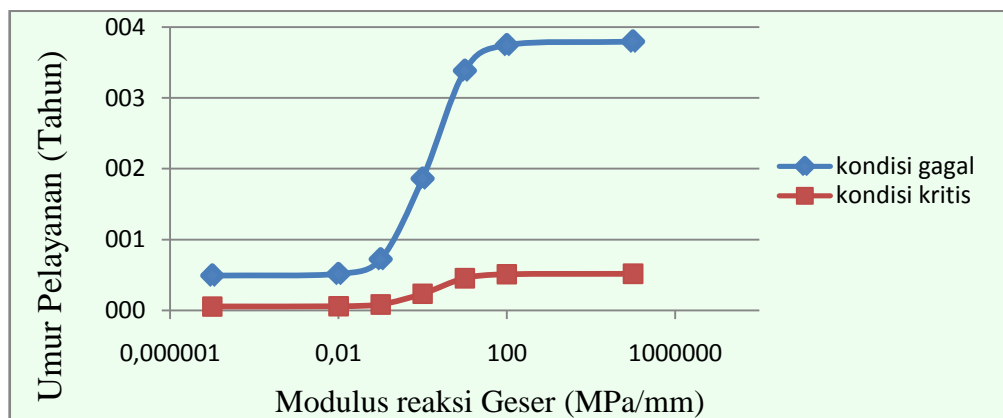
Lanjutan Tabel 4 . Rekapitulasi perhitungan umur pelayanan kondisi gagal.

Full bonding Ks=100MPa/mm)	Fatigue (ϵ_i)	268,9	0,1622	0,0596
	Deformasi (ϵ_z)	229,0	1,4106	0,5130
Full bonding Ks=100000MPa/mm)	Fatigue (ϵ_i)	266,6	0,1687	0,0622
	Deformasi (ϵ_z)	2281	1,4314	0,5202

3. Pembahasan



Gambar 1. Grafik hubungan Modulus reaksi geser (Ks) terhadap umur pelayanan jalan dalam kondisi *fatigue*.



Gambar 2. Grafik hubungan Modulus reaksi geser (Ks) terhadap umur pelayanan jalan dalam kondisi deformasi.

Dari gambar 1 dan 2 terlihat bahwa rekatan antar lapis perkerasan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap umur pelayanan jalan, jika suatu perkerasan pada kondisi *full slip* ($K_s \leq 0,01$ MPa/mm) maka umur pelayanan jalan tersebut akan lebih pendek dibandingkan dengan perkerasan pada kondisi *full bonding* ($K_s \geq 100$ MPa/mm). Dan dari hasil penelitian untuk kondisi *fatigue*

(retak lelah) umur pelayanannya lebih rendah dibandingkan pada kondisi deformasi sehingga bisa dikatakan jalan akan mengalami kerusakan akibat *fatigue* (retak lelah).

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan umur pelayanan jalan untuk nilai $K_s \leq 0,01$ MPa/mm tidak terlalu signifikan begitu juga untuk kenaikan umur pelayanan jalan pada kondisi nilai $K_s \geq 100$ MPa/mm.
2. Jalan dengan kondisi *full bonding* ($K_s \geq 100$ MPa/mm) umur pelayanan jalan akan lebih lama dari kondisi *full slip* ($K_s \leq 0,01$ MPa/mm) sehingga dapat dikatakan bahwa rekatan berpengaruh terhadap umur pelayanan jalan, semakin baik atau tinggi nilai rekatan antar lapis perkerasan maka umur pelayanan jalan akan lebih lama pula.

B. Saran

1. Dalam melakukan suatu penelitian dengan menggunakan metode *Nottingham Design Method* sebaiknya didukung dengan metode dan parameter lain yang sesuai digunakan di Indonesia .
2. Perlu pemahaman yang lebih lanjut mengenai program Bisar 3.0.
3. Perlu data-data hasil rekatan di lapangan untuk mempermudah analisis.

DAFTAR PUSTAKA

_____, 2001, *Pedoman Penyusun Laporan Kerja Praktek, Usulan Tugas Akhir dan Laporan Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Bonnaure, F., and friends, *A new method of predicting the stiffness of asphalt paving mixtures*, Proc. Assn. of Asphalt Paving Tech, Vol. 46, 1977.

Brown et al.,1997, *Nottingham Design Method*, Inggris.

- Departemen Pekerjaan Umum, 2005. *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Jakarta.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah , 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B*, Kimpraswil, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya–Perkerasan–Drainase–Longsor*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiani, P.H., 2008, *Kajian Perkerasan Jalan*, FT Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2008, *PAKET 11 – PERENCANAAN TEKNIK JALAN DAN JEMBATAN*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Semarang.
- Kosasih, Djunaedi, *Catatan Kuliah SI-473 Perancangan Perkerasan dan Bahan*, Departemen Teknik Sipil ITB.
- Pardosi, R. 2010. *Studi Pengaruh Beban Berlebih (Overload) terhadap pengurangan umur rencana perkerasan jalan*, Tugas Akhir, Universitas Sumatra Utara.
- Sukirman, Silvia, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung.
- Sulih, K. 2007. *Analisi Penurunan Umur Rencana Jalan Akibat Volume kendaraan dan Kelebihan Muatan (studi kasus ruas jalan Sukoharjo – Wonogiri km 23+000 – 29+000)*, Tesis, Program Magister Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sutanto, M.H. 2009. *Assessment Of Bond Between Asphalt Layers*, Tesis, Program Doctor Of Nottingham.
- Ullidtz, P., *A fundamental method for the prediction of roughness, rutting and cracking in asphalt pavement*, Proc. Assn. Of Asphalt Paving Techs, Vol. 48, 1979.
- Van der Poel, C., *A general system describing the visco-elastic properties of bitumens and its relation to routine test data*. Journ. App. Chem. 4, 1954