

# KETAHANAN FATIG BERBAGAI JENIS CAMPURAN BERASPAL (GRADASI SPESIFIKASI BARU DAN LAMA)

**R. Anwar YAMIN**

*Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil*  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PHH. Mustapa 23 Bandung 40124  
Telp. 022 727 2215, Facs. 022 7202892

**Imam ASCHURI**

*Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil*  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PHH. Mustapa 23 Bandung 40124  
Telp. 022 727 2215, Facs. 022 7202892  
E-mail : aschuri@itenas.ac.id

## **Abstrak**

Perkerasan jalan merupakan struktur berlapis di atas tanah dasar dengan lapis beraspal yang biasanya digunakan sebagai lapisan penutupnya. Masing-masing lapisan dari struktur ini mempunyai kekuatan dan fungsi yang berbeda tetapi tanah dasar dan lapis beraspal adalah bagian dari struktur pekerasan yang paling kritikal. Deformasi permanen pada tanah dasar dan retak lelah (fatigue crack) pada lapis beraspal adalah dua kriteria yang kegagalan (failure) yang biasanya digunakan sebagai acuan untuk menentukan umur rencana suatu perkerasan. Dalam teori multi lapis (Multy layer theory), kedua kriteria kegagalan ini, deformasi permanen dan retak lelah, masing-masing disebabkan oleh regangan vertikal dan terjadi di atas tanah dasar dan regangan tarik horizontal yang terjadi di bawah lapis beraspal. Dalam metode perencanaan campuran beraspal durabilitas campuran beraspal hanya ditentukan atas dasar kekuatan (stabilitas) campuran terhadap beban tekan, ketahanan campuran terhadap regangan tarik tidak dipertimbangkan. Tulisan ini mencoba mengkaji ketahanan fatig berbagai jenis campuran dengan berbagai variasi gradasi beraspal akibat regangan tarik yang ditimbulkan oleh pengulangan beban yang diberikan. Parameter yang memengaruhi ketahanan fatig campuran beraspal juga dibahas dalam tulisan ini.

## **Kata kunci :**

Fatig, campuran beraspal, gradasi

## **1. PENDAHULUAN**

Lapisan permukaan merupakan lapisan struktural yang sangat penting dari suatu perkerasan lentur. Namun penilaian yang dilakukan terhadap kondisi struktural lapis permukaan cukup sulit dan sebagai konsekuensinya mekanisme penurunan nilai atau deteriorasi dari lapis permukaan tidak begitu mudah untuk dipahami

Campuran beraspal yang digunakan sebagai lapis permukaan pada struktur perkerasan jalan yang berfungsi sebagai lapisan struktural harus memiliki cukup kekakuan, kelenturan, durabilitas, stabilitas dan tidak tembus air. Fungsi campuran ini dipengaruhi oleh sifat campuran itu sendiri, sedangkan sifat campuran ditentukan oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar dan jenis aspal, temperatur dan rongga dalam campuran. Bila salah satu atau beberapa sifat di atas tidak terpenuhi maka akan menyebabkan kegagalan pada perkerasan tersebut yang dapat berupa deformasi, pelepasan, retak atau kombinasinya.

Retak fatig adalah retak yang disebabkan oleh regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas. Selain beban lalu lintas, kecenderungan campuran beraspal untuk mengalami retak fatig sangat

dipengaruhi oleh variabel sifik dari campuran itu sendiri, misalnya kadar aspal, rongga udara, titik lembek dan tipe aspal, gradasi agregat dan temperatur.

Agar lapis beraspal tahan terhadap regangan tarik yang terjadi secara berulang maka ketahanan campuran terhadap beban berulang harus dimasukkan dalam parameter perencanaan campuran beraspal. Di laboratorium, umur kelelahan yang merupakan suatu ukuran untuk memperkirakan ketahanan lelah campuran beraspal dapat diperkirakan dengan mengadakan pengujian pada benda uji campuran beraspal yang dibebani dengan beban berulang.

## **1.1 Tujuan**

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi gradasi agregat dan parameter campuran tpada kinerja campuran tersebut terhadap retak.

## **1.2 Ruang Lingkup Studi**

Untuk mencapai tujuan di atas maka dilakukan pengujian ketahanan terhadap beban berulang (uji fatig) pada campurann beraspal yang memiliki gradasi agregat yang berbeda. Gradasi agregat yang diacu dalam studi ini adalah gradasi yang dikeluarkan oleh Bina Marga baik yang terdapat dalam spesifikasi lama ataupun spesifikasi baru (spesifikasi berbasis kinerja). Semua campuran yang digunakan untuk uji fatig ini dibuat pada kondisi optimumnya.

## **2. STUDI PUSTAKA**

### **2.1 Hubungan Pengulangan Beban dengan Regangan**

Tipikal hubungan antara tegangan atau regangan pada lapisan beraspal dan jumlah pengulangan beban yang dapat dipikul atau dengan kata lain hubungan antara umur kelelahan campuran beraspal dengan stess atau strain dapat dinyatakan dalam hubungan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 atau dengan Persamaan 1 dan 2 (MOLISMITH, 1981, PELL, 1978, YODER et al. 1975) ataupun Persamaan 3 (SHOOK et al. 1982 dan HUANG, 1993)

$$Nf = K_1 \sigma^{-K_2} \quad (1)$$

$$Nf = K_3 \varepsilon^{-K_4} \quad (2)$$

$$Nf = f_1 \varepsilon^{-f_2} E_1^{-f_3} \quad (3)$$

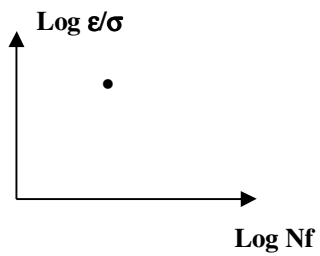
keterangan :

Nf = Jumlah pengulangan beban sampai kondisi runtuh

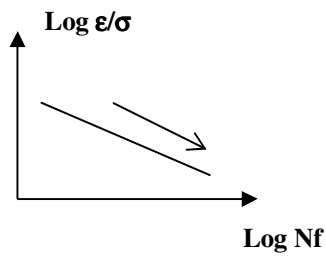
$\sigma$  = Tegangan maksimum yang terjadi

$\varepsilon$  = Regangan tarik awal maksimum yang terjadi

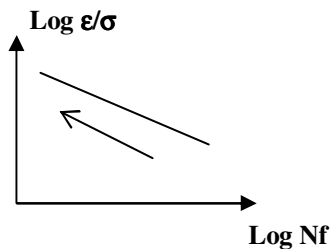
$K_1, K_2, K_3, K_4$  dan  $f_1, f_2$  dan  $f_3$  = Konstanta yang tergantung pada sifat campuran dan suhu



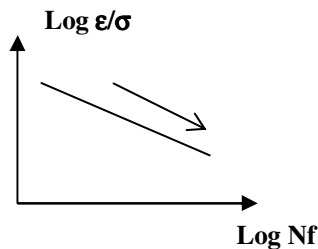
(a) Regangam pada Campuran  
 - Regangan – konstan  
 - Suhu - konstan



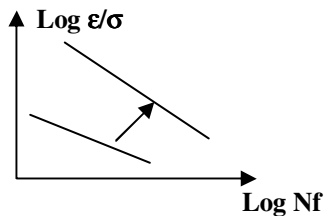
(b) Pengaruh Penurunan  $\epsilon$   
 Pengaruh Penurunan Suhu  
 Pengaruh Peningkatan Kecepatan



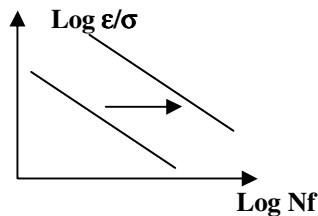
(c) Pengaruh Peningkatan  $\epsilon$   
 Pengaruh Peningkatan Suhu  
 Pengaruh Penurunan Kecepatan



(d) Pengaruh Penambahan Filler



(e) Pengaruh Peningkatan Kadar Aspal



(f) Pengaruh Kekerasan Aspal

Gambar 1. Pengaruh Pengujian dan Variabel Campuran pada Hubungan Umur Kelelahan dan Regangan

Dari persamaan di atas, mungkin didapat suatu hubungan linier antara logaritma pengulangan beban sampai kondisi runtuh ( $\text{log } N_f$ ) dengan logaritma tegangan tarik ( $\text{log } \sigma$ ) atau regangan tarik awal maksimum ( $\text{log } \epsilon$ ) yang terjadi. Nilai  $K_1$  dan  $K_3$  adalah konstanta yang menentukan lekak garis kelelahan, sedangkan nilai  $K_2$  dan  $K_4$  adalah konstanta yang menentukan kemiringan garis kelelahan. Hubungan yang linier ini (Gambar 1) telah dibuktikan oleh PELL et al. (1966).

## 2.2 Pengaruh Variabel Campuran pada Ketahanan Terhadap Beban Berulang

### 2.2.1 Pengaruh Kekakuan Campuran

Penentuan tingkat campuran sangat menentukan pemilihan metode pengujian. Pemilihan metode pengujian ini penting karena metode pengujian yang digunakan, kontrol tegangan (stress control) atau regangan (strain control), akan mempengaruhi interpretasi data.

Dengan metode kontrol tegangan, pada tegangan yang sama benda uji yang lebih kaku akan menghasilkan pengulangan beban yang lebih banyak. Sebaliknya dengan metode kontrol

regangan, pada regangan yang sama benda uji yang lebih kaku akan menghasilkan pengulangan beban yang lebih sedikit.

Ketidakkcocokan metode yang digunakan kemungkinan akan menimbulkan kesulitan dalam menginterpretasikan data hasil pengujian ketahanan terhadap beban berulang, karena pemilihan metode akan mempengaruhi data yang diperoleh. Oleh karena itu AUSTROAD (1992) menyatakan bahwa metode yang akan digunakan dalam penentuan umur kelelahan adalah faktor penting pertama yang harus dipertimbangkan.

### **2.2.2 Pengaruh Variabel Campuran**

Ketahanan terhadap beban berulang dari campuran beraspal dipengaruhi juga oleh variabel campurannya, yaitu tipe dan gradasi agregat, bahan pengisi, tipe dan kadar aspal, tingkat pemadatan dan rongga udara. COOPER et al. (1974) telah mengkaji pengaruh sifat-sifat campuran dan suhu pada umur kelelahan dengan kondisi kontrol tegangan, hasilnya seperti yang diberikan dalam Gambar 1. Kajian ini menyimpulkan bahwa nilai  $K_1$  dan  $K_3$  dari adalah konstan walaupun tagangan, regangan, suhu, kecepatan pembebanan dan kandungan filler berubah (lihat Gambar 1.b., c dan d). Kedua nilai berubah bila menggunakan jenis aspal yang berbeda (lihat Gambar 1. f) dan sedangkan nilai  $K_2$  dan  $K_4$  hanya berubah bila kadar aspal berbeda (lihat Gambar 1.e).

### **2.2.3 Gradasi Agregat**

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran partikel yang dinyatakan dalam persen terhadap berat. Gradasi merupakan salah satu sifat penting agregat yang mempengaruhi hampir semua sifat penting campuran beraspal seperti kekakuan, stabilitas, durabilitas, permeabilitas, workabilitas, ketahanan terhadap gesekan dan terhadap beban berulang (ROBERT et al. 1991).

## **2.3 Penentuan Ketahanan Campuran Beraspal terhadap Beban Berulang**

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa ketahanan lelah campuran beraspal adalah salah satu faktor utama yang menyebabkan kegagalan pada struktur perkerasan jalan. Agar umur perkerasan sesuai atau mendekati dengan perkiraan umur rencana maka ketahanan campuran terhadap beban berulang harus dimasukkan dalam perencanaan.

Ada tiga metode pengujian beban berulang yang dapat digunakan, yaitu metode pengujian tarik tak langsung (Inderict Tensile Test), metode cantilever dan metode pengujian lentur (Flexural Test). Metode pertama dengan dua metode lainnya memberikan hasil yang sangat berbeda, pengujian dengan metoda tarik tak langsung akan menghasilkan umur kelelahan yang lebih pendek yang disebabkan oleh pola keruntuhan yang tidak tetap, terjadinya konsentrasi tegangan, hanya untuk kondisi kontrol tegangan, tidak memberikan tegangan balik dan terjadi akumulasi deformasi. Oleh karena itu metode cantilever dan metode pengujian lentur lebih banyak dipakai. Hasil pengujian dengan dua metode ini tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok (SHRP, 1994), tetapi metode pengujian lentur lebih sensitif terhadap sifat-sifat campuran. Berdasarkan hal tersebut maka metode pengujian lentur lebih disukai karena selain penyebaran

tegangannya yang seragam juga lebih mensimulasikan keadaan sebenarnya dari campuran beraspal pada saat dilalui kendaraan (SHRP, 1994).

Pada metode ini, pembebanan dapat dilakukan dengan tiga titik (KONG et al., 1997, CHANTAL et al., 1997) atau empat titik (YAMIN, 1999, HIERSCHE et al., 1990, NEMESDY et al., 1990). Pengujian lentur dengan tiga atau empat titik dapat dilakukan pada kondisi kontrol tegangan atau kontrol regangan. Pada kondisi kontrol tegangan, beban yang diberikan adalah konstan, besarnya lendutan yang terjadi akibat beban tersebut yang diukur. Sedangkan pada kontrol regangan, besarnya lendutan maksimum ditetapkan dan besarnya beban yang diperlukan untuk mencapai lendutan maksimum tersebut yang dicatat.

Pada pembebanan dengan tiga titik besarnya tegangan dan regangan dapat dihitung masing-masing dengan menggunakan Persamaan 4 dan Persamaan 5. Sedangkan untuk pembebanan empat titik dapat menggunakan Persamaan 6 dan Persamaan 7.

$$\sigma = \frac{3pl}{2bh_t^2} \quad (4)$$

$$\varepsilon = \frac{6h_t \delta_{maks}}{l^2} \quad (5)$$

$$\sigma = \frac{pl}{bh_t^2} \quad (6)$$

$$\varepsilon = \frac{108h_t \delta_{maks.}}{23l^2} \quad (7)$$

Sampai saat ini tidak ada standar teknis yang dapat digunakan untuk melaksanakan pengujian ini, namun dari literatur yang ada dapat disimpulkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengujian seperti pola pembebanan, rasio pembebanan, kontrol tegangan atau regangan, frekwensi pembebanan dan temperatur pengujian. Selain itu, pengkondisian benda uji untuk mensimulasikan kondisi sebenarnya di lapangan perlu mendapat perhatian.

### 3. PENGUJIAN

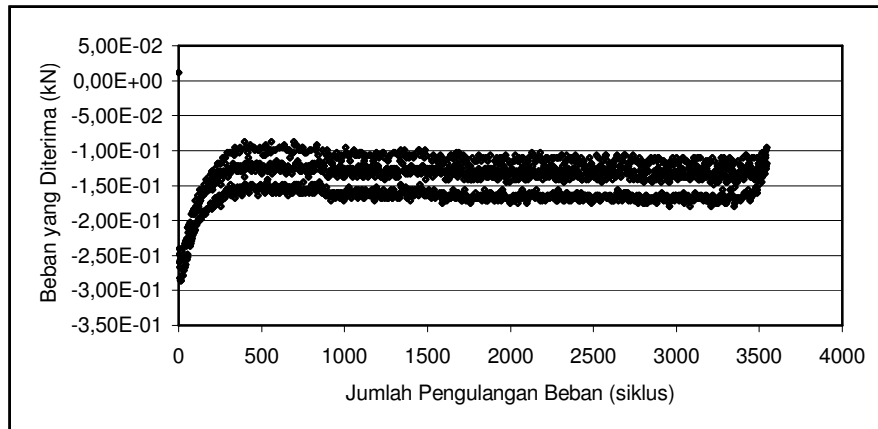
Dalam studi ini, pengujian ketahanan terhadap beban berulang dilakukan dengan menggunakan alat Dartec. Benda uji yang digunakan pada pengujian ini berukuran 35 cm x 5 cm x 5 cm. Benda uji ini dibuat dengan menggunakan pemadat dan cetakan untuk *wheel tracking* yang sudah dimodifikasi sehingga berukuran 39 cm x 30 cm x 5 cm. Contoh uji yang sudah padat dipotong sehingga mendapatkan benda uji yang berukuran seperti yang disebutkan di atas.

Benda uji yang sudah disiapkan berukuran 35 x 5 x 5 cm diletakkan di atas dua tumpuan berjarak 30 cm, pembebanan dilakukan pada dua titik sedemikian hingga panjang segmen

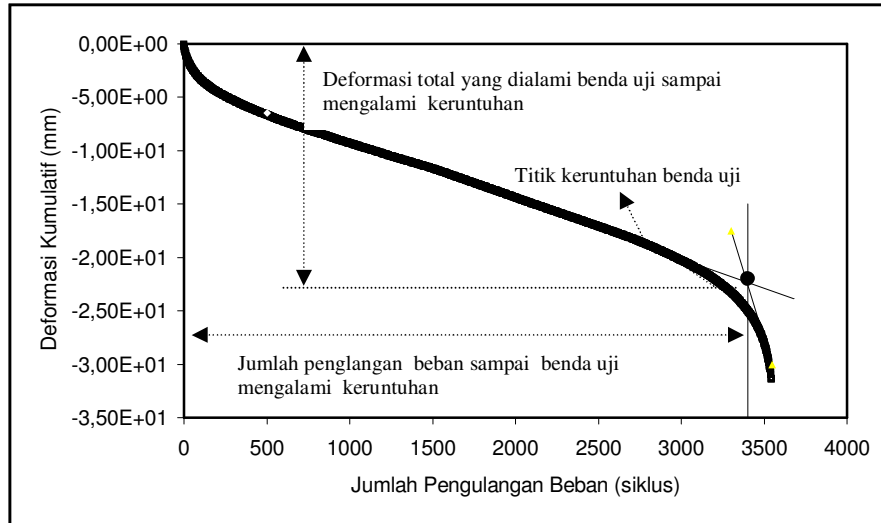
benda uji dari tumpu ke tumpu terbagi tiga dengan panjang yang sama ( $L/3$ ). Pengujian dilakukan pada kondisi sebagai berikut :

- Model Pengujian : Kontrol stress
- Bentuk Pembebanan : Sinusoidal
- Kondisi Pembebanan : Empat titik
- Frekwensi : 10 Hz
- Temperatur : Ruang

Puncak beban dan besarnya lendutan yang terjadi tercatat secara otomatis oleh pengontrol. Tipikal besarnya beban yang diterima oleh benda uji pada setiap pengulangan beban diberikan pada Gambar 2. Pengujian baru dihentikan jika benda uji telah mengalami kehancuran yang ditunjukkan oleh tidak ada lagi respon dari *actuator*. Keruntuhan benda uji ditentukan pada titik dimana terjadi perubahan yang mencolok pada kemiringan kurva hubungan antara lendutan kumulatif yang terjadi dengan siklus pengulangan beban seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Hubungan antara besarnya tegangan yang diberikan atau regangan yang terjadi pada masing-masing benda uji dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 5 dan 6.



Gambar 2. Tipikal Besarnya Beban yang Diterima oleh Benda Uji pada Setiap Pengulangan Beban



Gambar 3. Hubungan antara Lendutan Kumulatif yang Terjadi dengan Siklus Pengulangan Beban

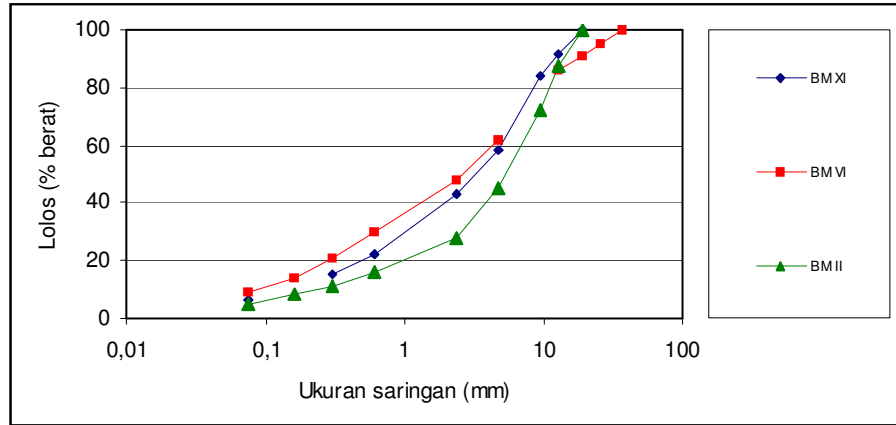
## 4. HASIL PENGUJIAN

### 4.1 Hasil Uji Gradasi dan Sifat Campuran

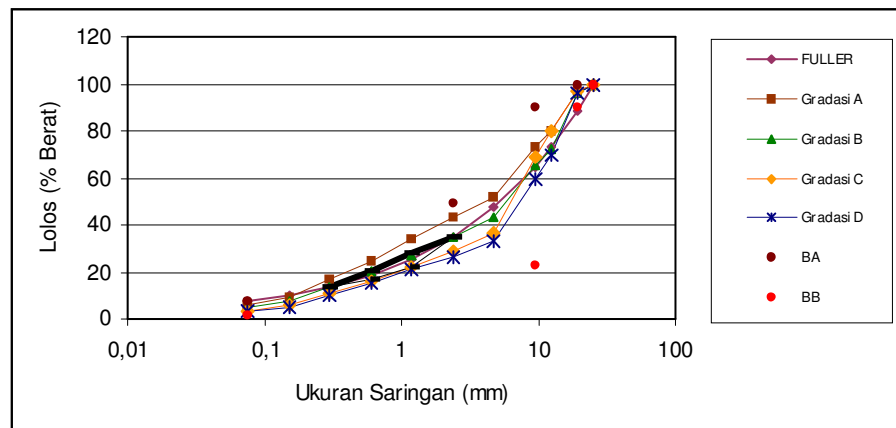
Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat benda uji campuran beraspal; aspal dan agregat, telah diuji terlebih dahulu sebelumnya. Karena jenis aspal dan agregat yang digunakan pada semua benda uji adalah sama, maka pengaruhnya terhadap semua hasil pengujian sama. Jenis gradasi yang digunakan untuk masing-masing campuran seperti yang diberikan dalam Gambar 4. Sifat-sifat campuran beraspal yang dihasilkan dengan menggunakan gradasi tersebut disajikan dalam Tabel 1.

### 4.2 Hasil Pengujian Ketahanan terhadap Pengulangan Beban

Dari hasil pengujian ketahanan campuran beraspal terhadap pengulangan didapatkan data : tegangan, lendutan yang terjadi dan jumlah pengulangan beban. Data yang disajikan dalam studi ini hanya berupa hubungan antara tegangan yang diberikan semua jenis benda uji dengan pengulangan beban yang dihasilkannya seperti yang disajikan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Tabel 2.



a. Gradasi Bina Marga Spesifikasi Lama



Catatan :

Gradasi A = Tidak memotong Fuller

Gradasi C = Memotong Fuller di saringan < 9,5 mm

Gradasi B = Memotong daerah hitam

Gradasi D = Memotong Fuller di saringan > 12,5 mm

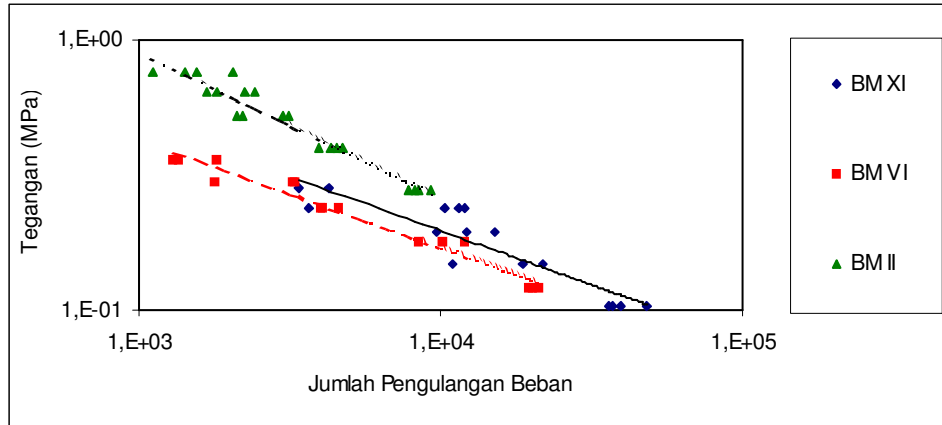
b. Gradasi Bina Marga Spesifikasi Baru

Gambar 4. Gradasi Agregat yang Digunakan

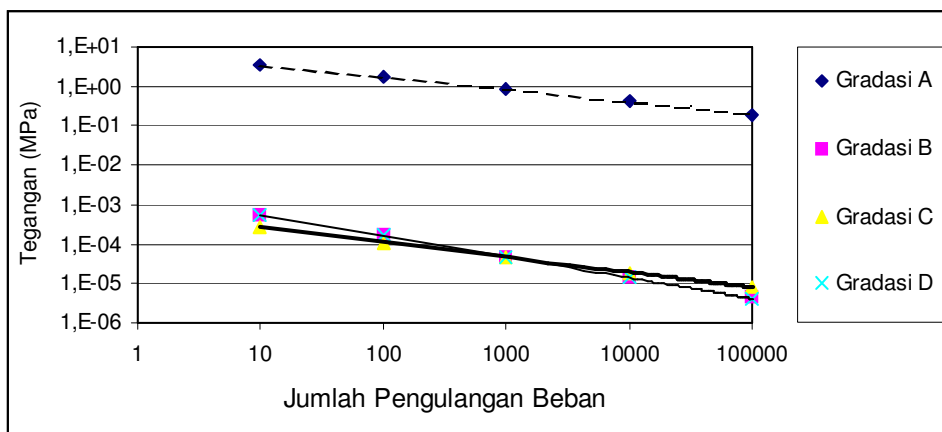
Tabel 1. Sifat-sifat Campuran yang Dihasilkan

Parameter Campuran	Gradasi Spesifikasi						
	Bina Marga Lama			Bina Marga Baru			
	BM XI	BM VI	BM II	A	B	C	D
KAO (%)	5,6	6,1	6,1	6,3	6	5,85	6,1
Stabilitas (kg)	1805	1860	894	1590	1200	1450	1200
Kelelehan (mm)	3,61	2,82	3,8	2,9	3,5	3,2	3,3
MQ (kg/mm)	505	670	238	550	342	440	390
VMA (%)	14,6	15,7	17,7	18,2	18	17,2	17,8
VIM (%)	3,29	4,39	4,7	6	6	5,5	5,7
VFB (%)	77	72	74	69	70	69	69
Kepadatan (gram/cm <sup>3</sup> )	2,734	2,328	2,23	2,28	2,26	2,29	2,27



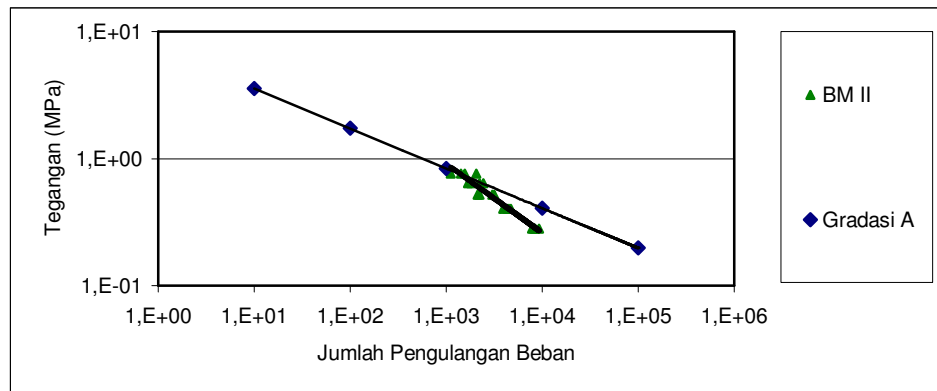


a. Kurva Fatig Campuran Beraspal Gradasi Bina Marga Spesifikasi Lama



b. Kurva Fatig Campuran Beraspal Gradasi Bina Marga Spesifikasi Baru

Gambar 5. Pengaruh Gradasi pada Garis Fatig Campuran Beraspal



Gambar 6. Garis Fatig Terbaik dari Campuran Beraspal yang Dibuat Gradasi Baru dan Lama

## 5. DATA ANALISIS

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa hubungan  $N_f = K_1 \sigma^{-k_2}$  masih berlaku untuk campuran beraspal pada semua jenis gradasi agregat yang digunakan. Perbedaan gradasi yang

digunakan pada masing-masing campuran beraspal menghasilkan garis fatig yang berbeda pula. Perbedaan ini secara jelas dapat dilihat dari nilai  $K_1$ , yaitu konstanta yang menyatakan letak atau posisi garis fatig, dan  $K_2$ , yaitu konstanta yang menyatakan kemiringan garis tersebut, seperti yang diberikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan antara Pengulangan Beban dengan Tegangan yang Diberikan

BM XI	$Nf = 0,13Teg^{-2,49}$	R = 0,83
BM VI	$Nf = 0,15Teg^{-2,49}$	R = 0,96
BM II	$Nf = 0,03Teg^{-1,83}$	R = 0,94
Gradasi A	$Nf = 0,0000014Teg^{-3,18}$	R = 1
Gradasi B	$Nf = 0,00056Teg^{-1,92}$	R = 1
Gradasi C	$Nf = 0,0015Teg^{-2,63}$	R = 1
Gradasi D	$Nf = 0,00054Teg^{-1,89}$	R = 1

Dalam Gambar 5.a ditunjukkan bahwa garis fatig BM VI terletak paling bawah (nilai  $K_1 = 0,15$ ) dibandingkan dengan garis fatig BM XI ( $K_1 = 0,13$ ) dan BM II ( $K_1 = 0,03$ ). Disini terlihat bahwa dari segi  $K_1$ , campuran yang baik adalah campuran yang memiliki garis fatig dengan  $K_1$  yang kecil, karena pada tingkat tegangan yang sama campuran dengan  $K_1$  yang kecil akan menghasilkan jumlah pengulangan beban yang lebih besar dari campuran dengan  $K_1$  yang lebih besar. Kemiringan garis fatig campuran BM VI sama dengan yang dihasilkan oleh BM XI dan lebih landai dibandingkan dengan garis fatig BM II. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa dari segi  $K_2$  campuran dengan nilai  $K_2$  yang lebih besar adalah yang lebih baik. Dari kedua hal ini dapat disimpulkan bahwa campuran yang memiliki ketahanan terhadap beban berulang yang baik adalah campuran yang posisi garis fatig paling tinggi tetapi tidak terlalu landai, yaitu yang memiliki nilai  $K_1$  yang kecil tetapi nilai  $K_2$  yang besar.

Bila letak dan kelandaian garis fatig ini dihubungkan dengan sifat-sifat campuran maka campuran yang kurang kaku yang ditunjukkan dengan nilai angka Marshall (MQ) yang kecil memiliki tingkat ketahanan terhadap beban berulang yang lebih baik pada tegangan yang besar. Tetapi tingkat ketahanannya akan menurun dengan cukup tajam bila tingkat pengulangan beban yang terjadi cukup tinggi walaupun dengan tegangan yang kecil. Dari Tabel 1 dan Gambar 5.a dapat dilihat bahwa walaupun campuran memiliki kadar aspal yang sama tetapi dengan ukuran agregat maksimum yang berbeda akan memiliki garis fatig yang berbeda pula. Pada kadar aspal yang sama campuran (BM II dan BM VI) yang mengandung agregat dengan ukuran maksimum yang lebih kecil (BM II = 19,5 mm) memiliki garis fatig yang lebih baik. Sebaliknya campuran dengan ukuran agregat maksimum yang sama besarnya (BM II dan BM XI) maka campuran dengan kadar aspal yang lebih besar memiliki garis fatig yang lebih baik.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa gradasi agregat mempengaruhi kekakuan campuran beraspal yang bersama parameter campuran lainnya memainkan peranan

penting yang juga turut menentukan ketahanan campuran beraspal terhadap beban berulang.

Percobaan ketahanan campuran beraspal yang dibuat dengan menggunakan gradasi jenis AC-WC tetapi memotong daerah hitam dan garis Fuller di tempat yang berlainan (Gambar 4.b) juga menunjukkan adanya perbedaan garis gradasi yang dihasilkan, seperti yang disajikan pada Gambar 5.b.

Dari Gambar 5.b ini dapat dilihat bahwa garis fatig gradasi B dan D relatif berimpit satu dengan lainnya (nilai  $K_1$  gradasi B hampir sama dengan gradasi D). Walaupun memiliki kemiringan yang berlainan dengan garis fatig campuran beraspal gradasi C letak garis fatignya pun hampir sama dengan letak garis fatig gradasi B dan D. Sedangkan garis fatig campuran beraspal dengan gradasi A terletak jauh di atas dan lebih landai dari tiga garis fatig campuran beraspal lainnya yang dibuat dengan menggunakan gradasi B, C dan D. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa campuran beraspal yang dibuat berdasarkan spesifikasi baru sebaiknya dibuat dengan menggunakan gradasi yang tidak memotong garis Fuller (gradasi A), karena campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi yang memotong garis Fuller di atas saringan ukuran 9,5 mm ataupun memotong daerah hitam akan menghasilkan campuran beraspal dengan umur pengulangan beban yang pendek.

Bila sifat ketahanan campuran beraspal dihubungkan dengan sifat campurannya, pada nilai VIM yang sama campuran dengan kadar aspal yang tinggi akan memiliki garis fatig yang lebih baik walaupun memiliki MQ yang tinggi. Gradasi yang tidak memotong garis Fuller akan menghasilkan VMA yang tinggi yang dapat memberikan keseimbangan sifat antara VIM dan kadar aspal sehingga menghasilkan sifat yang baik pada ketahanan campuran tersebut terhadap beban berulang.

Ketahanan tertinggi campuran beraspal yang dibuat berdasarkan gradasi yang terdapat dalam spesifikasi baru terhadap pengulangan beban adalah lebih baik dari ketahanan campuran yang dibuat berdasarkan spesifikasi lama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Kenyataan ini memperkuat analisa di atas bahwa campuran beraspal akan memiliki ketahanan fatig yang baik bila campuran tersebut dibuat dengan gradasi agregat yang tidak memotong garis Fuller.

## 6. Kesimpulan

1. Hubungan  $N_f = K_1 \sigma^{-k_2}$  berlaku untuk semua jenis campuran beraspal.
2. Perbedaan gradasi campuran beraspal menghasilkan garis fatig campuran yang berbeda pula.
3. Campuran yang memiliki ketahanan terhadap beban berulang yang baik adalah campuran yang memiliki nilai  $K_1$  yang kecil tetapi nilai  $K_2$  yang besar.
4. Pada kadar aspal yang sama campuran yang mengandung agregat dengan ukuran maksimum yang lebih kecil memiliki garis fatig yang lebih baik.

5. Gradasi agregat mempengaruhi kekakuan campuran beraspal dan bersama parameter campuran lainnya memainkan peranan penting yang menentukan ketahanan campuran beraspal terhadap beban berulang.
6. Campuran dengan gradasi yang tidak memotong garis Fuller merupakan campuran beraspal yang memiliki ketahanan fatig yang tinggi.
7. Keseimbangan sifat antara VIM dan kadar aspal sehingga memberikan sifat yang baik pada ketahanan campuran tersebut terhadap beban berulang.
8. Campuran beraspal yang dibuat berdasarkan gradasi yang terdapat dalam spesifikasi baru memiliki ketahanan fatig yang lebih baik dari ketahanan campuran yang dibuat berdasarkan spesifikasi lama

## **PUSTAKA**

AUSTROADS, (1992), *Pavement Design – A Guide to the Structural Design of Road Pavement*, Austroad, Sydney. Australia.

Chantal De La Roche and Nicole Riviere, (1997), Fatigue behavior of asphalt mixes : Influence of laboratory test procedures on fatigue performance, *Eighth Int. Conf. on Asphalt Pavements, Vol. II*. Pp. 899-917. Seattle, U.S.A.

Cooper, K.E. and Pell, P. S., (1974), The effect of mix variables on the fatigue strength of bituminous materials” *TRRB. LR 633*. U. K.

Hiersche E. U., K. Charif, H. Koessl and K. Vassiliou, (1990), A test method describing the mechanical behaviour of base course mixes, *Proc. Fourth Int. RILEM Symp. Chapman and Hall, Budhapest, Honggaria*.

Huang Yang, H., (1993), *Pavement Analysis and Design*, Prentice Hall, Inc. New Jersey.

Kong Kam Wa, N., H. L. Theyse, B. M., J. A. Verhaeghe and E. C. Knotttenbelt, (1997), Stiffness and fatigue characteristics of some asphalt wearing courses used in South Africa”, *Eighth In. Conf. On Asphalt Pavements, Vol. II. Univ. Washington, Seattle, U.S.A*

Monismith, C. L., (1981), Fatigue characteristics of asphalt paving mixtures and their use in pavement design, *Proceeding 18<sup>th</sup> Paving Conferance University of Mexico, Albuquerque*.

Nemesdy, E., K. Ambrus., I. Pallos and K. Torok, (1990), The complex mechanical investigation system of asphalt at the technical university Budhapest, *Proc. Fourth Int. RILEM Symp. Chapman and Hall, Budhapest, Honggaria*.

Pell, P. S., (1978), *Development in Highway Pavement Engineering – 1*, Applied Science Publisher, England.

Robert, F L., P. S. Kandhal, E. R. Brown, D. Y Lee and T. W. Kenedy, 1991, “*Hot Mix asphalt Materials Mixtures, Design and Construction*”, NAPA Education Foundation, Lanham, Md.

Shook, J. F., Finn, F. N., Witzak, M. W. and C. L. Monismith, (1982), Thickness design of asphalt pavements – The asphalt institute method, *Proceeding. Fifth International Confrence on Structural Design of Asphalt Pavement, Vol.1.* pp.17-44.

SHRP, (1994.a), *Fatigue Response of Asphalt\_Aggregate Mixtures, SHRP-A-404*, Strategic Highway Research Program, National Research Council, Asphalt Research Program, Institute Transportation Studies, Univ. Of California, Berkeley, Washington, D. C.

Yamin Anwar, R., (1999), Pengaruh pemasangan geosintetik pada campuran beraspal terhadap besar dan kecepatan deformasi plastis, *Jurnal ITENAS, No. 2 Vol. 3, Institut Teknologi Nasional*, Bandung, Indonesia.