

# PENINGKATAN KINERJA CAMPURAN BERASPAL DENGAN KARET ALAM DAN KARET SINTETIS.

Tjitjik Wasiah Suroso  
Puslitbang Jalan dan Jembatan, Jl. A.H. Nasution 264 Bandung

## **RINGKASAN**

*Salah satu upaya untuk meningkatnya mutu aspal agar perkerasan dapat tahan terhadap terjadinya deformasi adalah dengan menambahkan karet kedalam aspal. Terdapat dua macam karet yaitu karet alam dan karet sintetis. Karet alam banyak terdapat diperkebunan- perkebunan Indonesia, dengan demikian penggunaannya baik karet alam maupun karet sintetis dapat tepat guna dan sesuai sasaran dalam mengurangi dampak akibat beban lalu lintas yang berat yang saat ini sering ditemui di perkerasan-perkerasan jalan yang ada didaerah-daerah tertentu di Indonesia.*

*Penggunaan karet alam telah banyak digunakan, namun karet alam adalah bahan organik yang mudah teroksidasi dan terpolimerisasi oleh sinar ultra violet, sehingga mengurangi sifat elastis dari karet alam. Sedangkan karet sintetis adalah karet buatan yang mengurangi sifat negatif dari karet alam, yaitu ketahanannya terhadap oksidasi dan pengaruh cuaca karet sintetis lebih baik dari karet alam.*

*Makalah ini merupakan hasil penelitian pengaruh penambahan karet alam dan karet sintetis terhadap mutu aspal dan kinerja campuran beraspal dengan pengujian Marshall, Modulus Resilien dengan alat UMATTA dan Stabilitas Dinamis serta kecepatan Deformasi dengan alat Wheel Tracking Machine. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karet sintetis pada aspal memberikan sifat-sifat yang lebih baik dibandingkan penambahan karet alam terhadap aspal, khususnya ketahanan terhadap pelapukan, titik lembek, Stabilitas Dinamis dan kecepatan deformasi. Sedangkan pada sifat Modulus resilien campuran beraspal, dengan penambahan karet sintetis mempunyai ketahanan terhadap temperatur yang lebih rendah*

*Dengan demikian aspal plus karet sintetis lebih cocok/ sesuai digunakan pada lalu lintas padat dan berat dibandingkan dengan aspal yang ditambah karet alam ditinjau dari ketahanan terhadap deformasi permanen.*

*Kata Kunci,:* Aspal, karet alam, Karet sintetis, Stabilitas Dinamis, Kecepatan deformasi, Modulus resilien

## **SUMMARY**

*One of the efforts in improving asphalt quality is intended to prevent deformation on pavement by adding rubber to asphalt. There are two types of rubber i.e. natural and synthetic rubbers. Natural rubber mostly can be found in rubber plantation in Indonesia. Therefore, the effective use of either natural or synthetic rubber can reduce the impact of heavy traffic load on road pavements which is currently occurred in some parts of Indonesia.*

*Natural rubber has commonly been used, however, it is an organic substance that easily oxidized and polymerized by ultraviolet resulting in the reduction of its elasticity. On the other hand, synthetic rubber is less susceptible against oxidation and temperature.*

*This paper describes a research result regarding the influence of addition a natural and synthetic rubber on asphalt quality and the performance of asphalt mix using Marshall test, Modulus resilient using UMATTA, dynamic stability and rate of deformation using Wheel Tracking Machine.*

*The result showed that the addition of synthetic rubber to asphalt resulted in a better properties compared to the addition of natural asphalt especially in its resistance to aging, softening point, dynamic stability and rate of deformation.*

*Keywords : Asphalt, Natural and synthetic rubber, Dynamic stability, Rate of deformation, Resilient modulus*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar belakang**

Pertambahan penduduk di Indonesia yang secara otomatis diikuti meningkatnya perkembangan ekonomi sehingga berdampak bertambahnya lalu lintas baik jumlah, beban dan kecepatannya. Untuk itu diperlukan perkerasan jalan yang dapat memenuhi kriteria tersebut, yaitu perkerasan yang dapat menahan beban kendaraan sehingga perkerasan tahan terhadap terjadinya deformasi antara lain alur, gelombang dan lainnya. Banyak faktor penyebab kerusakan jalan tersebut, salah satunya diperkirakan, mutu aspal yang kurang sesuai untuk penggunaan perkerasan

jalan tersebut. Oleh karena itu aspal perlu ditingkatkan mutunya.

Untuk meningkatkan mutu aspal, saat ini ada bermacam-macam bahan modifikasi aspal. Salah satu bahan modifikasi adalah karet alam dan atau karet sintetis (karet buatan).

Pada penelitian ini kedua macam bahan karet tersebut digunakan untuk melihat peningkatan mutu aspal dan mutu campuran beraspalnya.

### **DASAR TEORI**

Aspal minyak adalah residu pengilangan minyak bumi, oleh karena itu mutu sangat tergantung pada lokasi dan kondisi geologi dimana minyak bumi diproses. Saat

ini aspal yang dihasilkan banyak yang kurang sesuai dengan tuntutan engineer, yaitu aspal dengan titik lembek tinggi agar menghasilkan stiffness yang tinggi, sehingga tahan terhadap terjadinya deformasi. Selain aspal harus mempunyai stiffness yang tinggi diperlukan aspal yang mempunyai ketahanan terhadap retak, ketahanan terhadap oksidasi sehingga perkerasan dapat tahan lama. Indonesia terletak di negara tropis serta pada ruas jalan tertentu lalu lintas cukup tinggi dan bebannyapun melebihi kapasitas jalan sehingga faktor cuaca, temperatur, kerusakan dini berupa terjadinya alur, gelombang, deformasi menjadi alasan mengapa aspal perlu dimodifikasi agar dapat mengurangi faktor-faktor tersebut diatas. Banyak faktor yang menentukan keawetan konstruksi jalan salah satunya adalah aspal sebagai bahan pengikat dan pengisi. Sebagai bahan pengikat sifat adhesi harus baik, sedangkan sebagai bahan pengisi maka jumlah (kadar aspal dalam campuran beraspal) harus cukup serta mutunya harus baik agar diperoleh umur pelayanan yang maksimal.

Modifikasi aspal dengan karet adalah merupakan sistem dua campuran yang mengandung karet dan aspal yang digunakan untuk meningkatkan kinerja aspal antara lain :

1. Mengurangi deformasi pada perkerasan.
2. Meningkatkan ketahanan terhadap retak.
3. Meningkatkan kelekatan aspal terhadap agregat.

### **Karet alam**

Karet alam yang umum disebut dengan latek adalah bahan hasil dari perkebunan karet yang disadap diambil getahnya. Umumnya karet alam mengandung air dan bahan membusuk akibat terkontaminasi dengan organisme lain. Karet alam yang umum dijual pengawet lainnya agar karet tidak cepat dan memenuhi syarat mengandung kadar karet padat 60 % yang disebut dengan karet KK 60. Karet alam ini yang selanjutnya diproses untuk berbagai keperluan industri. Karet alam terdiri dari susunan Hidro karbon yang mempunyai rantai panjang dengan ikatan rangkap yang disebut neoprene. Adanya ikatan rangkap ini menyebabkan satu ikatan terlepas pada saat pemanasan sehingga ikatan menjadi jenuh. Pada saat pencampuran antara aspal dan karet alam, karet alam akan menyerap minyak yang ada dalam aspal (malten) sehingga karet menjadi kenyal. Hal ini karena karet alam adalah bahan padat sehingga berfungsi seperti aspalten dalam aspal. Salah satu faktor yang harus diperhatikan pada penggunaan karet alam adalah temperatur. Apabila temperatur terlalu panas maka akan menyebabkan degradasi mutu karet alam sehingga fungsi utama

modifikasi aspal dengan karet alam akan berkurang.

### **Karet sintesis**

Karet sintetis atau karet buatan yang umum disebut dengan sintetic Rubber, merupakan polimerisasi Styrene yang dikombinasikan dengan Butadiena menghasilkan Styrene Butadiena Rubber atau Styrene Butadiena Styrene (SBS), yang mempunyai sifat menyerupai karet alam dan mempunyai kelebihan memperbaiki sifat yang kurang pada karet alam, antara lain ketahanan terhadap temperatur dan oksidasi.

### **Deformasi Permanen dengan alat Wheel Tracking Machine**

Kekuatan suatu campuran agar tahan terhadap deformasi permanen sangat tergantung banyak faktor antara lain mutu campuran, temperatur udara, beban lalu lintas, kelembaban dan oksidasi aspal. Untuk mengetahui ketahanan suatu campuran terhadap deformasi permanen, digunakan alat Wheel Tracking Machine di laboratorium. Secara garis besar pengujian dilakukan pada contoh campuran beraspal berukuran 30 cm x 30 cm x 5 cm, dilalui roda yang mempunyai diameter 20 cm dengan lebar tapak roda 5 cm ± 0,1 cm dan dibebani 520 N ± 5 N. Suatu campuran untuk lalu lintas berat dikatakan tahan terhadap deformasi permanen apabila hasil deformasi permanen suatu campuran

≤ 0,033 mm/menit dan stabilitas Dinamis minimal 2500 lintasan / mm (Buku Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, 2007).

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengukur kemampuan campuran beraspal menahan repetisi beban lalu lintas. Kenaikan kekuatan menunjukkan bahwa campuran tahan terhadap deformasi permanen

$$\text{Stabilitas dinamis} = \frac{42 \times (T_{60} - T_{45})}{D_{60} - D_{45}}$$

$$\text{Kecepatan Deformasi} = \frac{(D_{60} - D_{45})}{60 - 45}$$

Dimana :

$T_{60}$  = lamanya pengujian 60 menit

$T_{45}$  = lama pengujian 45 menit

$D_{60}$  = Deformasi pada waktu pengukuran 60 menit

$D_{45}$  = Deformasi pada waktu pengukuran 45 menit

### **Rutting Rate Potential (RRP)**

Didifinisikan sebagai kecenderungan kecepatan terjadinya alur pada campuran beraspal, yang dapat diperoleh dari perbandingan antara deformasi permanen campuran beraspal yang menggunakan aspal modifikasi ( $D_p$ ) dengan aspal asli ( $D_a$ ) dikalikan 100 %.

$$\text{RRP} = \frac{D_p}{D_a} \times 100 \%$$

## **Indek pengerasan (Hardening) $P_0/P$**

Perbandingan antara penetrasi aspal mula-mula  $P_0$  dan penetrasi aspal setelah mengalami pemanasan  $P$  ( $P_0/P$ ) menyatakan tingkat pengerasan aspal yang terjadi akibat pemanasan. Hasil  $P_0/P$  yang makin besar menunjukkan aspal makin mudah mengalami pengerasan akibat banyaknya fraksi cair dalam aspal yang menguap. Hal ini menunjukkan aspal mudah mengalami pengerasan sehingga aspal akan cepat rapuh (lapuk).

## **HIPOTESIS**

Aspal yang ditambah dengan bahan tambah (karet alam atau karet sintetis) akan mempunyai mutu yang lebih baik dari aspal konvensional.

## **METODOLOGI**

Penelitian ini dilakukan secara empiris di laboratorium dengan mengambil kadar aspal optimum pada penelitian sebelumnya yaitu aspal plus karet alam sebesar 3 %\*<sup>1,2,3</sup> dan aspal plus karet sintetis sebesar 5 %.

## **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Aspal pen 60 produksi dalam negeri, karet alam dari PT.Perkebunan Karet dan karet sintetis produksi Jepang.

## **Peralatan**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah

- a. 1 set alat pengujian aspal
- b. 1 set alat Marshall
- c. 1 set alat Wheel Tracking Machine
- d. 1 set alat UMATTA.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengaruh penambahan karet alam dan karet buatan terhadap mutu aspal dan campuran beraspal.

## **Mutu aspal**

Hasil pengujian terhadap aspal pen 60 yang ditambah 3 % karet alam dan 5 % karet buatan, ditunjukkan pada Tabel 1.

## **Analisis Pengaruh penambahan karet alam dan karet buatan terhadap sifat reologi aspal**

### **1) Penetrasi dan titik lembek**

Dengan penambahan karet alam maupun karet buatan menurunkan nilai penetrasi aspal yang hampir sama. Namun mempunyai perbedaan titik lembek yang cukup besar dimana aspal plus karet alam menghasilkan titik lembek 52,2°C sedangkan aspal plus karet sintetis menghasilkan titik lembek 61,8 °C.

## 2) Penurunan berat karena pemanasan

Penurunan berat karena pemanasan aspal plus karet sintetis lebih kecil dari pada penurunan berat aspal plus karet alam hal ini disebabkan dalam karet alam mengandung air sehingga pada pemanasan airnya akan menguap. Oleh karena itu aspal plus karet sintetis lebih stabil, lebih tahan terhadap pelapukan dibandingkan dengan aspal plus karet alam sehingga diperkirakan umur pelayanannya (*life time*) lebih lama dari aspal plus karet alam.

## 3) Indeks pengerasan $P_0/P$

Indek pengerasan aspal yang dinyatakan sebagai perbandingan

antara penetrasi aspal sebelum pemanasan dan penetrasi aspal setelah pemanasan. Nilai indeks pengerasan aspal plus karet sintetis lebih kecil dari aspal plus karet alam, hal ini menunjukkan ketahanan aspal plus karet sintetis terhadap panas lebih baik dari aspal plus karet alam, sedangkan terhadap aspal asli lebih besar hal ini disebabkan pengaruh adanya air dalam karet alam maupun karet sintetis.

## Pengujian campuran beraspal dengan alat Marshall

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal. Hasil pengujian seperti pada Tabel 2.

**Tabel 1 .**  
Hasil pengujian mutu aspal

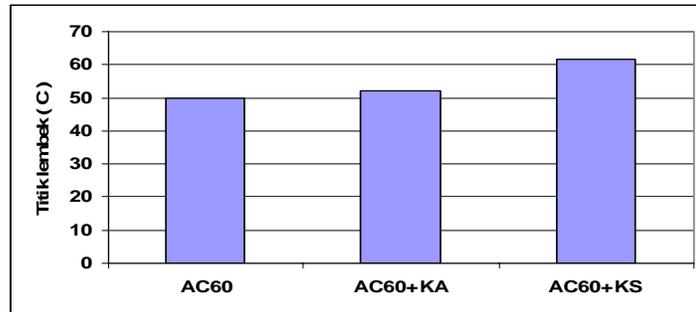
No	Jenis pengujian	Hasil		
		Aspal Pen 60	Aspal pen 60 + KA <sup>1</sup>	Aspal pen 60 + KS <sup>2</sup>
1	Penetrasi, 25 °C, 100 gr, (0,1 mm)	61	56	56,2
2	Titik lembek (°C)	50	52,2	61,8
3	Duktilitas, 25 °C, 5 cm/menit, (cm)	>140	>140	>140
4	Titik nyala, °C	306	318	332
5	LOH, %	0,07	0,167	0,149
6	Pen residu, % semula	91,8	83,8	84,3
7	Titik lembek residu ((°C))	51,6	55,3	66,3
8	Indek penetrasi	- 0,25	+ 0,1	+ 1,5
9	Indek pengerasan $P_0/P$	1,09	1,19	1,17

Catatan :

KA<sup>1</sup> = 3% karet alam

KS<sup>2</sup> = 5% karet sintetis

Aspal pen 60 yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan, sehingga aspal pen 60 dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.



**Gambar 1** . Pengaruh penambahan karet alam dan karet buatan terhadap titik lembek aspal

**Tabel 2.**  
Hasil pengujian karakteristik campuran beraspal

No	Jenis uji	Hasil pengujian		
		Aspal pen 60	Aspal pen 60 + KA ( 3 % Karet Alam)	Aspal pen 60 +KS ( 5 % karet sintetis)
1	Kadar aspal optimum	6,0	6,0	6,0
2	Kepadatan	2,415	2,285	2,428
3	Stabilitas, kg	885,75	1000	968
4	Kelelahan, mm	3,5	4,7	3,8
5	Hasil bagi Stab/kelelahan	253	220	255
6	Rongga dalam campuran (VIM) ,%	3,11	4,8	3,01
7	Rongga diantara agregat VMA, %	16,3	16,5	16,4
8	VFB, %	71,3	72,1	73,35

### **Pembahasan Pengaruh penambahan karet alam dan karet sintetis terhadap karakteristik Marshall**

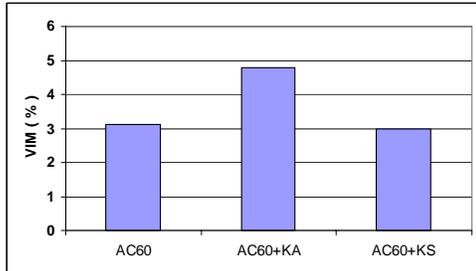
Hasil pengujian campuran beraspal dengan karet sintetis relatif sama dengan campuran beraspal dengan karet alam, namun stabilitas lebih rendah dibandingkan dengan aspal plus karet alam (1000 kg) tetapi mempunyai karakteristik lebih baik ditinjau dari VIM (Gambar. 2)

dan VFB yang lebih tinggi dari aspal konvensional (Gambar. 3).

VMA relatif sama namun VIM aspal plus karet sintetis lebih kecil dari pada aspal plus karet alam (4,8 %) sehingga diperkirakan akan lebih tahan terhadap oksidasi karena campuran dengan VIM lebih kecil, sinar matahari akan lebih susah menembus dibandingkan dengan campuran yang mempunyai VIM lebih besar sehingga perkerasan akan lebih

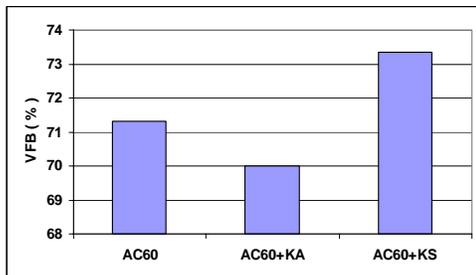
tahan terhadap oksidasi, dengan demikian umur pelayanan perkerasan jalan akan lebih lama.

### Pengaruh terhadap rongga dalam campuran ( VIM)

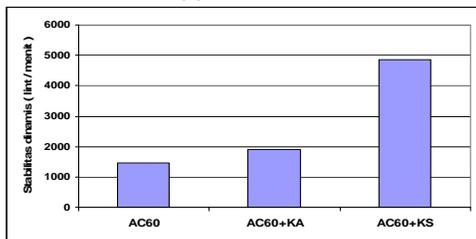


**Gambar 2.** Pengaruh penambahan karet alam dan karet sintetis terhadap rongga dalam campuran.

### Pengaruh terhadap rongga terisi aspal ( VFB)



**Gambar 3.** Pengaruh penambahan karet alam dan karet sintetis terhadap rongga terisi aspal



**Gambar 4 .** Pengaruh penambahan karet alam dan karet sintetis terhadap stabilitas dinamis campuran beraspal .

### Stabilitas dinamis dan Kecepatan deformasi.

Hasil pengujian Stabilitas Dinamis dan kecepatan deformasi dengan alat Wheel Tracking Machine ditunjukkan pada Tabel 3.

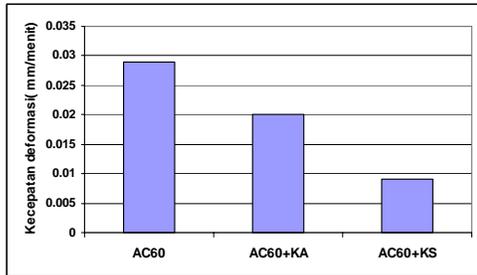
### Pembahasan pengaruh penambahan karet alam dan karet sintetis terhadap Stabilitas Dinamis dan kecepatan deformasi

Dari hasil pada Tabel 3 tersebut terlihat bahwa campuran beraspal plus karet sintetis mempunyai kinerja lebih baik dari aspal plus karet alam, dengan demikian perkerasan jalan akan lebih tahan terhadap terjadinya alur dan kecepatan deformasi. Hal ini ditunjukkan hasil pengujian kecepatan deformasi yang lebih kecil ( 0,009 mm/menit) dari aspal plus karet alam ( 0,02 mm/menit ) , nilai stabilitas dinamis yang 2,5 kali dibandingkan dengan aspal plus karet alam. Namun kenaikan stabilitas dinamis yang cukup drastis perlu ditunjang dengan pengujian modulus resilien pada berbagai temperature serta pengujian mutu aspal modifikasi sehingga kinerja campuran beraspal dengan menggunakan bahan tambah karet sintetis maupun karet alam akan dapat dinilai dari segala segi.

**Tabel 3.**

Hasil pengujian Stabilitas dinamis dan kecepatan deformasi.

No	Jenis Uji	Hasil pengujian		
		Pen 60	Pen60+3% KA	Pen 60+5%KS
1	Stabilitas dinamis, lin/mm	1466	1909	4846
2	Kecepatan deformasi, mm/m	0,029	0,020	0,009
3	Ketidak tahanan terhadap terjadinya alur ( RRP), %	100	69	31



**Gambar 5.** Pengaruh penambahan karet alam dan karet sintetis terhadap kecepatan deformasi campuran beraspal

### Pengaruh terhadap Modulus Resilien.

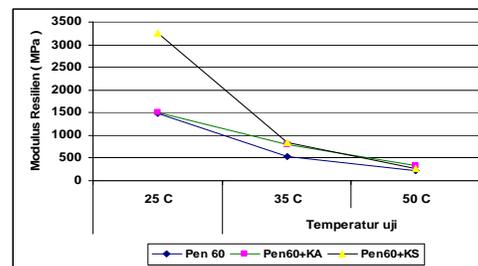
Pengujian modulus resilien dilakukan dengan alat UMATTA pada berbagai temperatur untuk mengetahui pengaruh perubahan temperatur terhadap Modulus campuran beraspal. Hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 4 dan Gambar 6.

**Tabel 4.**

Hasil pengujian Modulus Resilien

No	Jenis contoh	Modulus Resilien (MPa) pada temperature		
		25 °C	35 °C	50 °C
1	Aspal pen 60	1475	535	226,6
2	Aspal pen 60 + 3% Karet alam	1508	848,9	260,6
3	Aspal pen60+ 5% karet sintetis	3256	804,7	342,2

Pengaruh penambahan karet alam atau karet sintetis terhadap modulus resilien vs temperatur ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Pengaruh temperature terhadap Modulus Resilien

### Pembahasan pengaruh terhadap Modulus resilien

Dari hasil pengujian Modulus Resilien menunjukkan Modulus Resilien campuran beraspal dengan karet sintetis pada temperatur 50°C (=260,6 Mpa) lebih kecil dari Modulus Resilien aspal plus karet alam(=342,2Mpa), pada temperatur 25 °C dan 35 °C lebih tinggi dari aspal plus karet alam, sehingga aspal plus karet sintetis lebih kuat bila dibandingkan dengan aspal plus karet alam, namun mempunyai nilai persentasi penurunan

Modulus Resilien terhadap temperatur yang cukup tinggi. Hal ini ditunjukkan penurunan Modulus resilien aspal plus karet alam dari temperature 25°C ke 35°C = 73,93 % dan dari 25°C ke 50°C 91,99 % sedangkan aspal plus karet sintetis mempunyai penurunan Modulus Resilien terhadap temperatur lebih kecil yaitu 46, 64 % dari temperature 25°C ke 35°C dan 77,31% dari 25° C ke 50°C. Sehingga Aspal plus karet sintetis lebih tahan terhadap perubahan temperatur dibandingkan aspal plus karet alam.

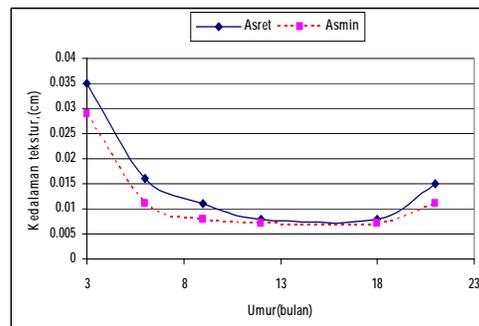
### Percobaan lapangan penggunaan karet alam

Untuk membandingkan Kinerja aspal karet pada aplikasi dilapangan dengan aspal pen 60 yang dilakukan oleh Iriansyah dkk, (1995) pada jalan dengan temperatur cukup tinggi dan lalu lintas cukup padat menunjukkan bahwa penggunaan karet alam sebagai bahan modifikasi aspal (asret) baik kedalaman tekstur maupun pengukuran terhadap lendutan pada perkerasan yang menggunakan aspal konvensional hampir sama dengan aspal plus karet alam, yang menonjol pada penggunaan asret (karet alam) adalah ketahanan perkerasan jalan terhadap retak. Oleh karena itu untuk perkerasan jalan dengan lalu lintas berat disarankan menggunakan karet sintetis atau polimer yang mempunyai *stiffness* yang lebih tinggi dari asret (aspal plus karet alam).

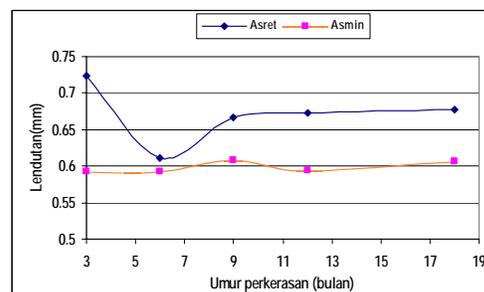
Pengaruh kedalaman alur penambahan karet alam kedalam aspal terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 7.

Pengaruh lendutan penambahan karet alam kedalam aspal terhadap waktu ditunjukkan pada Gambar 8

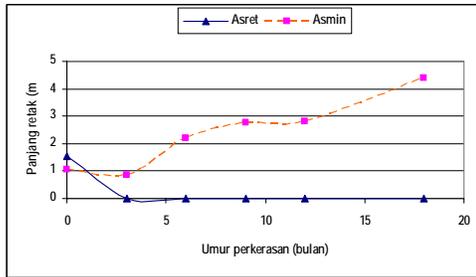
Pengaruh penambahan karet alam kedalam aspal terhadap panjang retak versus waktu ditunjukkan pada Gambar 9.



**Gambar 7.** Umur Vs Kedalaman tekstur perkerasan dengan asret (karet alam) dan aspal konvensional



**Gambar 8.** Umur Vs Lendutan perkerasan jalan dengan asret dan aspal konvensional.



**Gambar 9.** Umur perkerasan Vs Panjang retak asret dan aspal konvensional.

Dari Gambar 9 terlihat bahwa ketahanan terhadap retak aspal plus karet alam lebih baik dari aspal konvensional (asmin) retak mengecil dan konstan sampai umur pengamatan 20 bulan.

#### **Pembahasan :**

Dari pembahasan / ulasan tersebut diatas penambahan karet alam maupun karet sintetis menunjukkan peningkatan mutu baik sifat rheologi aspal maupun kinerja campuran. Keunggulan terhadap oksidasi dimiliki oleh aspal plus karet sintetis. Sehingga untuk perkerasan jalan dengan temperatur tinggi sebaiknya menggunakan karet sintetis sebagai bahan modifikasi. Sebagai saran apabila menggunakan karet alam sebagai bahan modifikasi perlu penambahan bahan anti oksidan dan atau dikombinasikan dengan penggunaan polimer, sehingga titik leleh aspal dapat lebih besar apabila hanya menggunakan karet alam. Dengan demikian aspal plus karet alam modifikasi dapat digunakan untuk lalu

lintas dengan temperatur tinggi dan lalu lintas padat.

Aspal plus karet alam menunjukkan ketahanan terhadap retak baik sekali.

#### **KESIMPULAN**

- 1) Penambahan aspal plus karet sintetis menaikkan titik leleh lebih tinggi ( $61^{\circ}\text{C}$ ) dari aspal plus karet alam. ( $52,2^{\circ}\text{C}$ ), sehingga aspal plus karet sintetis akan lebih tahan terhadap terjadinya alur dan gelombang. Hal ini sejalan dengan hasil pengujian stabilitas dinamis dan kecepatan deformasi di laboratorium, aspal karet sintetis lebih baik dari aspal plus karet alam.
- 2) Aspal plus karet alam mampu memperbaiki retak yang terjadi dan sampai dengan umur pengamatan 20 bulan masih berfungsi dengan baik.
- 3) Indeks pengerasan. Indeks pengerasan aspal yang dinyatakan dengan perbandingan antara penetrasi aspal sebelum pemanasan dan penetrasi aspal setelah pemanasan, aspal plus karet sintetis lebih kecil dari aspal plus karet alam, hal ini menunjukkan ketahanan aspal plus karet sintetis terhadap panas lebih baik dari aspal plus karet alam.
- 4) Ketahanan terhadap terjadinya alur (31%) aspal plus karet sintetis lebih tahan dibandingkan dengan aspal plus karet alam (69 %).

5) Kedalaman tekstur Aspal plus karet alam pada umur 18 bulan lebih besar dari aspal konvensional, demikian juga penurunan besarnya lendutan campuran beraspal lebih besar dari aspal konvensional. Dengan demikian lalu lintas padat dan berat penggunaan karet alam sebagai bahan tambah tidaklah begitu menaikkan kinerja perkerasan jalan. Namun yang menonjol penggunaan karet alam adalah dalam menanggulangi terjadinya retak.

Atas dasar kesimpulan tersebut diatas penggunaan bahan tambah tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan. Oleh karena itu disarankan penggunaan bahan tambah aspal harus mengetahui sifat atau karakteristik apa yang harus ditingkatkan dalam hal ini karet alam hanya untuk menanggulangi retak dan aspal plus karet sintesis dapat untuk lalu lintas berat namun tidak dengan perbedaan temperatur antara panas dan dingin yang cukup besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Bina Marga, 2007, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*, Jakarta  
Hiroyuki Tada (1984): *Modified Asphalt In Japan and Research into The Development of New Rubberised Asphalt*: The Ministry of Construction Public Works Research Institut Japan.

Iriansyah, 1995, *Pengaruh bahan tambah karet alam terhadap sifat dan kinerja perkerasan beraspal*: Laporan penelitian Juli 1995

----- 1997, *Pengembangan aspal karet dalam meningkatkan mutu campuran beraspal* : Laporan penelitian September 1997.

----- 1998, *Kendala mutu dan pelaksanaan lapangan aspal karet*: Laporan Penelitian 1998.

Kurniadji, 2000, *Aspal karet dan Polimer dalam meningkatkan mutu campuran perkerasan jalan*: Puslitbang Jalan, Bandung.

Leksminingsih, 1987, *Peningkatan mutu aspal minyak dengan karet alam* : Jurnal Litbang Jalan 1987

Tjitjik WS. 1995, *Hasil Penelitian pengaruh penambahan Syntetic Rubber terhadap ketahanan aspal pen 60 dan pen 80 suhu dan terhadap pelapukan, aspal* : Laporan Penelitian Jurnal Puslibang Jalan , Oktober 1995.

----- 2003, *Pengaruh penambahan latek terhadap aspal polimer*: