

## DAMPAK PENAMBAHAN POLIMER TERHADAP KARAKTERISTIK BETON ASPAL

Djedjen Achmad dan Kusumo Dradjad Sutjahjo

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru UI, Depok

E mail: djedjen@gmail.com

### Abstrak

*Syntetic Rubber Latex* atau getah karet buatan, merupakan salah satu polimer organik yang memperlihatkan *resiliensi* (daya pegas) atau kemampuan meregang dan kembali ke keadaan semula dengan cepat. Bahan ini terdispersi dengan stabil dalam suatu surfaktan yang mengandung air, berwarna putih seperti susu. Pada saat mengering partikelnya bersatu membentuk lapisan film yang berlanjut. Polimer organik adalah suatu bahan yang terdiri atas molekul raksasa yang dibentuk oleh sekumpulan molekul sederhana yang dikenal sebagai monomer dari hasil uji pada campuran panas (*hot mix*) dengan mencampurkan aspal sebanyak 6.5 % dari berat campuran dan agregat yang telah dipanaskan dalam tempat pemanas, diaduk pada suhu 140° C dan dicampur polimer, lalu dicetak pada suhu 120° C. Persentase polimer yang dimasukkan adalah 10, 15 dan 20 % dari berat aspal. Dari hasil uji marshall menunjukkan semakin tinggi polimer ditambahkan dampaknya adalah nilai *flow* semakin tinggi, sedangkan nilai stabilitas dan nilai *marshall quotient* nya semakin rendah..

Kata kunci : polimer, beton aspal, *marshall*, *stabiitas*, *flow*

### PENDAHULUAN

Perkerasan jalan dengan beton aspal merupakan teknik yang paling murah dibandingkan dengan beton semen. Namun demikian, umur beton aspal relatif jauh lebih singkat dibandingkan dengan beton semen. Usia pakainya lebih kurang antara 10 – 20 tahun, apalagi pada daerah tropis seperti di Indonesia yang memiliki perubahan cuaca sangat drastis dari panas terik menjadi hujan deras. Pada waktu panas aspal menjadi lembek sehingga pada waktu dilalui kendaraan menjadi plastis dan menghasilkan permukaan yang bergelombang. Sebaliknya pada waktu hujan, aspal menjadi kaku dan *brittel* yang mana bila dilalui kendaraan, beton aspal menjadi retak, pecah dan berlubang yang berakhir kepada kerusakan jalan. Untuk itu dalam pembuatan jalan perlu merubah bahan untuk beton aspal, diantaranya menggunakan campuran polimer berupa polimer binder berbentuk lateks (getah karet). Getah karet ini ada dua macam yaitu lateks alam dan buatan. Lateks alam sangat tergantung kepada pohon karet sebagai penghasil getah karet, dan getah tersebut banyak diserap oleh industri lain seperti industri ban kendaraan, atau industri sejenis

lainnya. Berdasarkan pemikiran tersebut maka dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan polimer berupa lateks buatan yang dicampurkan kedalam campuran beton aspal, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap karakteristik beton aspal.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui karakteristik beton aspal yang dicampur dengan polimer, membandingkan karakteristik beton aspal yang dicampur polimer dengan karakteristik beton aspal yang tidak dicampur dengan polimer, mengetahui dampak dari penambahan polimer terhadap karakteristik beton aspal

Dengan adanya penambahan polimer terhadap campuran beton aspal, tentu akan berdampak terhadap karakteristik beton aspalnya. Masalah yang timbul adalah bagaimanakah dampak dari penambahan polimer tersebut, apakah akan menaikkan kualitas beton aspal atau sebaliknya.

### *Syntetic Rubber Latex*

*Syntetic Rubber Latex* atau getah karet buatan merupakan salah satu polimer organik yang memperlihatkan *resiliensi* (daya pegas) atau

kemampuan meregang dan kembali ke keadaan semula dengan cepat<sup>[1]</sup>. Bahan ini terdispersi dengan stabil dalam suatu surfaktan yang mengandung air, berwarna putih seperti susu. Pada saat mengering patikelnya bersatu membentuk lapisan film yang berlanjut. Polimer organik adalah suatu bahan yang terdiri atas molekul raksasa yang dibentuk oleh sekumpulan molekul sederhana yang dikenal sebagai monomer<sup>[2]</sup>

Polimer dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu homopolimer dan kopolimer. Suatu polimer disebut homopolimer, jika polimer tersebut dibuat oleh polimerisasi monomer yang sama jenisnya, tapi sebaliknya jika terbuat dari monomer yang berbeda maka disebut kopolimer. Getah karet alam adalah dispersi dari polyisoprene (suatu homopolimer) yang telah mengalami polimerisasi oleh pohon karet tersebut<sup>[2]</sup>.

Jenis polimer untuk memperbaiki aspal keras menurut ASTM<sup>[3]</sup> terdiri dari empat jenis, yaitu jenis I styrene - butadiene atau styrene – butadiene – styrene block copolimers, jenis II styrene butadiene rubber latex atau polychloroprene latex, jenis III ethyl vinyl acetate, jenis IV modifikasi dispersi bukan hubung silang dari styrene - butadiene – styrene block copolimers. Sedangkan polimer untuk memperbaiki beton menurut ASTM C 1042-85 dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu jenis I, Reemulsifiable Latex, yaitu latex yang tidak dapat digunakan pada tempat basah atau tempat yang memiliki kelembaban yang tinggi. Jenis II yaitu yang bukan remulsifiable latex yaitu latex yang dapat digunakan pada daerah atau tempat yang basah atau kelembabannya tinggi.

Beberapa jenis dan formula latex telah banyak dikembangkan untuk memperbaiki sifat pada mortar (aduk) dan beton. Di bawah ini tercantum bahan polimer untuk pemakaian tersebut beserta dengan singkatannya yang biasa digunakan<sup>[2]</sup>:

a. Elastomeric :

- Natural Rubber (NR)
- Styrene-Butadiene (SB)
- Styrene-Butadiene Rubber (SBR)

- Polychloroprene (CR) (Neoprene)
- Acrylonitril-Butadiene Rubber (NBR)
  - b. Thermoplastic :
- Polyacrylic Ester (PAE)
- Styrene- Acrylic (SA)
- Ethylene Vinyl Acetate (EVA)
- Vinyl Acetate – Ethylene (VAE)
  - Polyvinyl Acetate (PVAC)
  - Polyvinylidene Chloride (PVDC)
  - Vinyl Acetate-acrylic Copolymer (VAC)
  - Polyvinil Propionate
  - Polypropylene
  - Pure acrylics (e.g., ethyl acrylate/methyl methacrylate)

#### ***Aplikasi Polimer Binder***

Di Amerika Serikat nama Vinyl Acetate – Ethylene copolymer (VAE) telah lama digunakan. Latex yang sama, Ethylene Vinyl Acetate (EVA) juga digunakan di Jepang dan tempat lainnya. Polyvinylidene Chloride (PVDC) telah lebih dahulu digunakan di Amerika dan Jepang, terutama digunakan sebagai bahan tambah mortar dan campuran beton. Sekarang ini pemakaian PVDC tidak lagi digunakan di kedua negara tersebut, karena dapat menyebabkan karat pada besi dalam beton atau mortar. Poly Vinyl Acetates juga tidak direkomendasikan pada lingkungan yang basah dan tidak terlindung, sebab beberapa jenis dapat menyebabkan terhidrolisis atau pecah dan roboh secara kimiawi<sup>[2]</sup>.

Dalam bidang jalan, beberapa syntetic rubber telah digunakan untuk bahan pencampur aspal panas dengan hasil yang memuaskan. Dari penelitian Tjitjik Wasiah Suroso<sup>[4]</sup>, didapat hasil dengan penambahan syntetic rubber sebesar 3% dalam aspal akan menaikkan ketahanan aspal pen 60 terhadap suhu dan menurunkan *aging index*, sedangkan pada aspal pen 80 penambahan 3 % syntetic rubber menaikkan kepekaan terhadap suhu.

Bukan hanya karet buatan saja, yang dapat meningkatkan kualitas jalan, karet alam pun memiliki kegunaan yang sama, seperti hasil penelitian Etienne Le Bouteiller (1993) yang

dikutip Kurniadji<sup>[5]</sup> menyebutkan bahwa sifat utama dari aspal yang diberi bahan tambah karet dibandingkan dengan aspal tanpa bahan tambah adalah :

- Viskositas yang lebih rendah pada temperatur yang rendah
- Viskositas yang lebih tinggi pada temperatur yang tinggi
- Elastis dengan menjamin ketahanan pelelehan plastis pada campuran
- Menambah daya ikat antar bahan-bahan dalam campuran.

Karet yang merupakan bahan polimer dapat meningkatkan daya lekat antara agregat dalam campuran beraspal. Hasil penelitian Piggot W.NG (1977) yang dikutip Kurniadji<sup>[5]</sup> pada pengujian *flexural strength* (beban tiga titik) menunjukkan bahwa Lapis Beton Aspal (Laston) dengan aspal karet 30 %, lebih baik dibandingkan Laston tanpa bahan tambah karet.

Hasil penelitian Leksmningsih<sup>[6]</sup> menunjukkan bahwa penambahan latek ke dalam aspal minyak dapat meningkatkan mutu aspal minyak. Aspal pen 60 yang ditambah dengan karet alam lateks dengan kadar karet kering 60 % (KKK 60) dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan perkerasan baik ditinjau dari sifat fisik bahan tersebut, maupun dari sifat campurannya dengan agregat ,serta kemudahan cara pencampurannya.

Hasil penelitian Iriansyah<sup>[7]</sup> menunjukkan bahwa hasil evaluasi di lapangan dengan menggunakan aspal karet (campuran antara aspal pen 60/70 dengan 3% lateks KKK 60) kinerja campuran lebih baik dibandingkan dengan campuran aspal minyak, terutama dalam mengatasi deformasi permanen dan retak refleksi akibat perkerasan lama.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dengan teknik pengambilan data melalui pengujian benda uji di laboratorium. Pada penelitian ini digunakan dua pendekatan, yaitu :

- a. Penelitian laboratorium, dimana dilakukan langsung pengujian di laboratorium sesuai dengan standard yang berlaku
- b. Penelitian kepustakaan, di mana dilakukan analisa data hasil pengujian berdasarkan kepustakaan yang relevan.

### **Rancangan penelitian**

Penelitian dilakukan pada beton aspal dengan kadar aspal 6.5 %, dari hasil uji sebelumnya dengan penambahan polimer 5, 10 dan 20 %, dibuat benda uji dengan metode Marshall. Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat Marshall, diperoleh data sebagai berikut

- a. Kepadatan
- b. Rongga dalam campuran
- c. Rongga terhadap agregat
- d. Rongga terisi aspal
- e. Stabilitas
- f. *Flow*
- g. Hasil bagi marshall

### **Variable penelitian.**

- a. Variabel bebas (faktor penelitian), sebagai variable bebas dalam penelitian ini adalah persentase polimer, yaitu: 5, 10, 20 % dari berat aspal.
- c. Variable terikat (parameter penelitian). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kepadatan, rongga dalam campuran, rongga terhadap agregat, rongga terisi aspal, stabilitas, flow, dan hasil bagi marshall.

### **Teknik Pengolahan Data**

Data hasil pengujian dihitung dengan mencari mean (rerata) dari masing-masing pengujian. Adapun uji test yang dipakai adalah :

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi_{i-1}^n$$

Keterangan

- X : harga mean dari tiap-tiap kelompok  
n : Jumlah sampel dari tiap kelompok  
xi : besaran tiap-tiap sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada aspal keras, agregat kasar (screening), agregat halus (abu batu) dan uji marshall pada beton aspal yang dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Sipil Politeknik Jakarta, di dapat hasil sebagai berikut :

Dari hasil pengujian kasar dilihat dari berat jenisnya terutama berat jenis semu, nilainya masih dalam batas yang diizinkan, yaitu minimum 2.5, tetapi penyerapan airnya diatas batas yang diizinkan melebihi batas maximum 3 %, demikian pula kadar lumpurnya lebih tinggi dari batas yang disyaratkan, yaitu max 1 %. Sifat lainnya seperti abrasi dengan alat los angeles masih dalam batas yang diizinkan. Hasil analisa saringan gradasi agregat kasar tidak memenuhi spesifikasi agregat untuk Laston AC-WC.

Hasil pengujian pada agregat halus dilihat dari berat jenisnya, terutama berat jenis semu, masih dalam batas yang diizinkan, yaitu minimum 2.5, tetapi penyerapan airnya sangat tinggi diatas batas yang diizinkan yaitu maximum 3 %, demikian pula kadar lumpurnya lebih tinggi dari batas yang disyaratkan, yaitu max 8 %. Sifat lainnya seperti kesetraan pasir, masih dalam batas yang diizinkan. Gradasi agregat halus juga tidak memenuhi syarat Laston AC - WC, untuk itu perlu digabungkan dengan screening agar hasilnya memenuhi syarat. Dalam menggabungkan agregat perlu dilihat pula adanya daerah larangan. Gradasi agregat hasil penggabungan tidak boleh masuk ke dalam daerah larangan.

Hasil penggabungan agregat kasar (screening) agregat halus (abu batu) dan semen sebagai filler, dengan komposisi 40 % Screening : 50 % abu batu dan 10 % semen, gradasinya memenuhi spesifikasi Laston AC : WC.

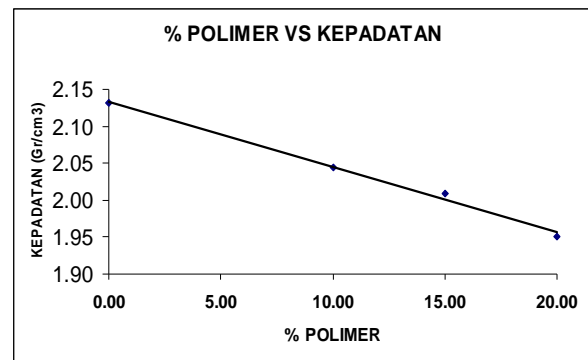
### **Hasil Pengujian Beton Aspal**

Untuk menghitung sifat fisik pada benda uji, perlu diketahui berat jenis aspal keras, berat jenis agregat gabungan (*bulk specific gravity*), berat jenis agregat efektif, dan berat jenis maksimum campuran. Untuk memudahkan dalam menghitung sifat fisik dan mekanis

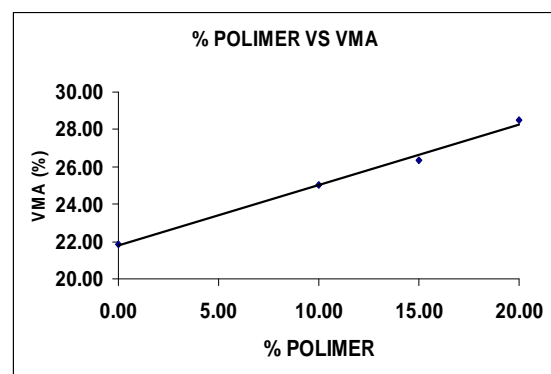
beton aspal, hasil pengujian dimasukkan dalam table

Dari table hasil uji marshall, kemudian dibuat grafik hubungan antara kadar polimer dalam campuran, dengan sifat fisik pada masing-masing campuran. Hasilnya seperti terlihat pada Gambar 1. sampai dengan Gambar 6

Dari Gambar 1 terlihat jelas, semakin meningkat penambahan polimer, maka kepadatan pada beton aspal semakin menurun, hal ini disebabkan karena berat jenis polimer lebih rendah dari agregat dan juga disebabkan rongga dalam campuran (VIM) yang semakin besar, seperti terlihat pada hasil pengujian VIM pada Gambar 4.



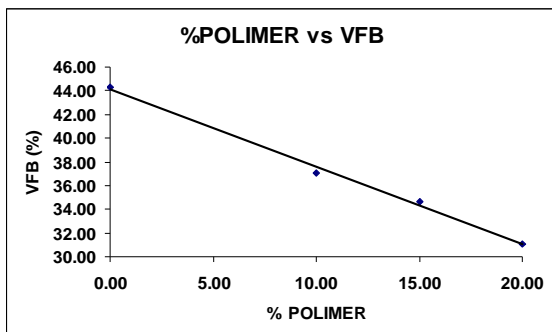
Gambar 1 Hubungan % Polimer dengan Kepadatan



Gambar 2 Hubungan % Polimer dengan VMA

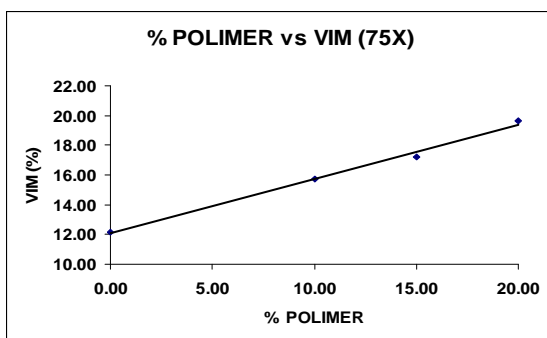
Dalam Gambar 2 rongga dalam agregat menjadi semakin besar dengan bertambahnya polimer dalam campuran. Hal ini disebabkan aspal yang biasa menyelimuti agregat sebagian diganti oleh polimer.

Sifat polimer yang lebih encer dibandingkan aspal, akan cepat meresap kedalam batuan (agregat) sehingga lapisan yang menyelimuti agregat menjadi tipis, akibatnya rongga dalam agregat menjadi besar.



Gambar 3 Hubungan % Polimer dengan VFB

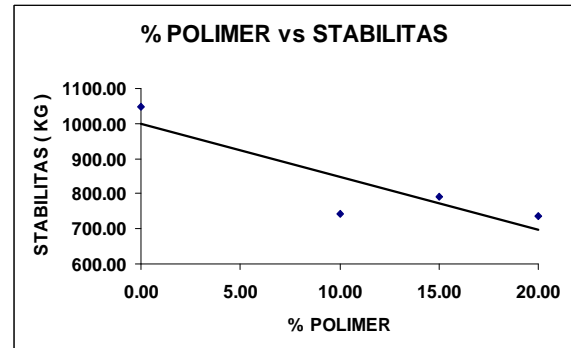
Dari Gambar 3 dapat dianalisis, karena kadar aspal sebagian digantikan oleh polimer, maka semakin bertambah kadar polimer dalam campuran, kadar aspal menjadi lebih kecil, sehingga rongga yang terisi aspal juga akan menjadi rendah



Gambar 4 Hubungan % Polimer dengan VIM

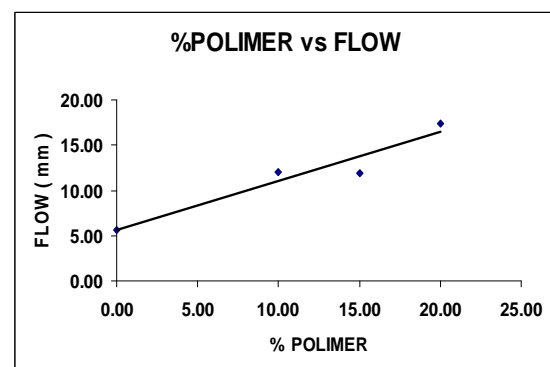
Bahan perekat yang digunakan adalah aspal dan polimer, semakin tinggi bahan perekat maka campuran semakin kecil kadar agregatnya, karena agregat dan bahan perekat kadarnya 100 %. Polimer SBR yang dicampurkan merupakan polimer yang terdispersi dalam air. Pada waktu di aduk banyak polimer dalam bahan perekat yang meresap ke dalam batuan (agregat) sehingga kadar bahan perekat yang menyelimuti

agregat menjadi lebih rendah, efeknya adalah rongga dalam campuran (VIM) menjadi semakin besar, seperti terlihat pada Gambar 4



Gambar 5 Hubungan % Polimer dengan Stabilitas

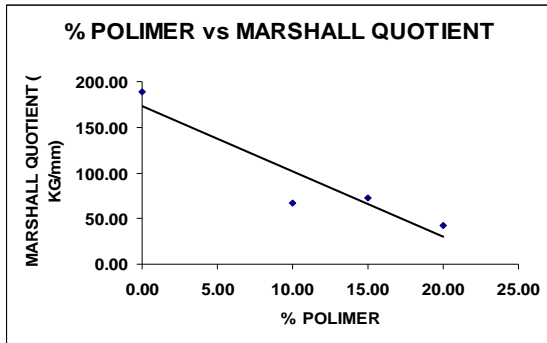
Hasil uji stabilitas seperti pada Gambar 5 pada beton aspal yang dicampur dengan polimer, ternyata dapat menurunkan stabilitas pada campuran, hal ini disebabkan polimer kekuatannya lebih rendah dibandingkan aspal, sehingga semakin besar kadar polimer dalam campuran kekuatannya lebih rendah,. Jika dibandingkan dengan persyaratan minimum stabilitas untuk beton aspal, semuanya tidak menunjukkan hasil yang memuaskan karena dibawah batas yang diizinkan yaitu minimum 800 Kg.



Gambar 6 Hubungan % Polimer dengan Flow

Dari hasil uji flow (kelelehan) seperti pada Gambar 6, ternyata semakin bertambah polimer nilai flow nya juga bertambah. Ini menandakan bahwa perkerasan jalan yang menggunakan polimer lebih lentur

dibandingkan jika hanya menggunakan aspal saja. Ini sesuai dengan sifat latex yang memiliki kemampuan meregang tinggi, sehingga memberikan nilai flow yang lebih besar, melebihi dari yang disyaratkan, yaitu antara 3– 5 mm



Gambar 7 Hubungan % Polimer dengan *Marshall Quotient*

*Marshall Quotient* (MQ) adalah hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Makin besar nilai *flow* maka MQ semakin rendah. Nilai MQ juga merupakan indikator kelenturan yang potensial terhadap keretakan. Dari gambar jelas terlihat semakin besar polimer ditambahkan maka MQ nya semakin kecil, artinya kelenturan pada campuran semakin besar. Kelenturan yang tinggi akan menyebabkan lapis perkerasan jalan mampu mengikuti deformasi akibat beban lalu lintas berulang, tanpa menimbulkan retak dan perubahan volume.

MQ digunakan juga untuk menilai kekakuan dari campuran, artinya semakin besar nilai MQ maka campuran semakin kaku, kurang fleksibel. Akibatnya perkerasan jalan mudah retak.

Tapi dilihat dari persyaratan untuk perkerasan jalan, dari kesemua penambahan polimer nilainya dibawah batas yang diizinkan yaitu minimum 250 kg/mm. Ini perlu dikaji ulang, karena dengan bertambahnya nilai *flow*, maka nilai MQ nya menjadi lebih rendah.

## KESIMPULAN

Dari beberapa sifat fisik dan mekanis yang diuji terhadap campuran beton aspal yang

dicampur dengan polimer dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi persentase polimer dalam campuran, maka kepadatan semakin rendah, rongga dalam agregat (VMA) semakin besar, rongga terisi aspal (VFB) semakin kecil, rongga dalam campuran (VIM) semakin tinggi, stabilitas semakin rendah, *flow* semakin tinggi, dan *marshall quotient* semakin rendah.
2. Dengan penambahan polimer terhadap beton aspal dampaknya adalah menaikkan nilai *flow*, ini sangat menguntungkan karena perkerasan jalan menjadi lebih lentur, dan jika dilihat dari *marshall quotient* nya menjadi semakin rendah, artinya perkerasan jalan mampu mengikuti deformasi akibat beban berulang dari lalu lintas. Tapi seiring dengan penambahan polimer stabilitasnya menjadi turun.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] MP Stephens, terjemahan Iis Sopyan, "*Kimia Polimer*", Pradnya Paramita, Jakarta, 2001,
- [2] V. Ramakrishnan, "*Latex Modified Concretes and Mortars*", Transportation Research Board, Washington DC, 1992
- [3] American Society for Testing and Materials, (1997) *ASTM Standard, Section 4, volume 04.03 , The ASTM*, Philadelphia
- [4] Tjitjik Wasiah Suroso, "*Hasil Penelitian Pendahuluan pengaruh penambahan Syntetic Rubber (polimer) terhadap ketahanan Aspal Pen 60 dan 80 terhadap suhu (Pi) dan Pelapaukan (Aging Index)*", Jurnal Pusat Litbang Jalan 3(XII), Bandung, Oktober 1995,
- [5] Kurniadji, "*Pengembangan Aspal Karet dalam Meningkatkan Mutu Campuran Perkerasan Jalan*", Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung, 1999
- [6] Leksmingsih, "*Prinsip- Prinsip Aspal Karet*", Pusat penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung, 1999

- [7] Iriansyah, *“Kendali Mutu dan Pelaksanaan Lapangan Aspal Karet“*, Pusat penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung.