

PENGARUH MASTIKASI KARET TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL - KARET SPESIFIKASI TEKNIS (*CRUMB RUBBER*)

Arya Wiranata¹, M. Iwan Fermi², Bahruddin²

Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1¹, Dosen Teknik Kimia²

Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam

Pekanbaru 28293

Email : aryawiranata2712@gmail.com

ABSTRACT

The use of natural rubber in the form of solids such as crumb rubber (SIR 20) will require a long time when mixing with asphalt, therefore mastication process is used before mixing with asphalt. Mastication is process of grinding natural rubber in open mill to break the chain in natural rubber polymer. The aim of this study to determine the effect of rubber mastication and rubber storage time after mastication on modified asphalt characteristics. In mastication process, asphalt as plasticizer agents with levels of 0%, 1%, 2%, 3%, 4% and 5% w/w and rubber storage time after mastication are 0 days and 30 days. The asphalt used is 60/70 penetration type asphalt. Asphalt modified by mixing SIR 20 and asphalt with a ration of 1:9 at temperature of 165°C and stirring time for 30 minutes. Modified asphalt is tested for penetration test, softening point, marshall stability, and weight loss. The results of the study showed that the addition of plasticizers in rubber and rubber storage time after mastication affected the value of penetration, softening point, marshall stability, and weight loss. The best results were obtained at 0% plasticizer content and 0 days rubber storage time with a Penetration value of 58.5 dmm, Softening Point 59.1°C, Marshall Stability 1710.9 kg, and Weight Loss 0%. The storage time of 30 days, the best results on a 5% plasticizer content with a Penetration value of 58.4 mm, Softening Point 56.3°C, Marshall Stability 1463.3 kg, and Weight Loss 0.27%.

Keywords : asphalt modification, plasticizer, mastication, SIR 20, penetration, softening point, marshall stability

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur dasar dan utama dalam menggerakkan roda perekonomian nasional dan daerah, jalan mendorong mobilitas penduduk menjadi lebih tinggi dalam mendapatkan akses pelayanan pendidikan, kesehatan, pekerjaan dan lain-lain. Peningkatan mobilitas yang semakin tinggi dan tidak diiringi dengan pelebaran dan perawatan yang berkala menyebabkan meningkatnya beban yang diterima oleh struktur jalan

yang akan memicu terjadi kerusakan pada struktur perkerasan jalan.

Menurut Ritonga (2013), salah satu penyebab kerusakan ini terjadi karena situasi iklim di Indonesia yang tropis, intensitas sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun mengakibatkan kelembaban dan curah hujan yang tinggi. Selain itu aktivitas mobilisasi oleh angkutan barang dan orang dalam penggunaan jalan yang tidak sesuai dengan

aturan dapat memperpendek kepada umur jalan.

Perbaikan jalan tentunya akan mengeluarkan biaya yang besar. Salah satu langkah yang mungkin dilakukan untuk mengurangi pengeluaran biaya perbaikan jalan adalah dengan mengkaji kualitas aspal yang digunakan. Salah satu usaha untuk mengatasinya dengan menggunakan aspal yang memiliki kualitas lebih baik.

Salah satu aditif yang dapat ditambahkan untuk meningkatkan kualitas aspal adalah karet alam. Merujuk data Gabungan Perusahaan Karet Indonesia (Gapkindo), karet alam menyumbang sebesar 45% untuk bahan baku ban. Kebutuhan karet alam di pasar domestik sekitar 600.000 ton dari total produksi per tahun yang mencapai 3,3 juta ton.

Berdasarkan data Ditjenbun (2017), provinsi Riau merupakan penghasil karet terbesar ketiga setelah provinsi Sumatera Selatan dan Sumatera Utara dengan produksi pada tahun 2016 mencapai 328.597 ton per tahun. Konsumsi karet alam yang rendah, serta kelebihan dalam produksi karet alam menyebabkan terjadinya penurunan harga karet alam di pasaran. Oleh sebab itu, penggunaan karet alam sebagai aditif aspal diharapkan dapat meningkatkan konsumsi karet selain untuk industri ban. Selain itu, penggunaan karet alam sebagai aditif aspal dapat meningkatkan daya tahan aspal selama masa pemakaian.

Menurut Prastanto (2014), modifikasi aspal dengan karet merupakan sistem dua campuran yang mengandung karet dan aspal, yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja aspal antara lain mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak dan meningkatkan kelekatan aspal terhadap agregat.

Prastanto (2014) melakukan penelitian tentang penambahan *Crumb Rubber* (SIR 20) sebagai bahan aditif dalam aspal penetrasi 60/70 dengan variasi lama waktu mastikasi SIR 20 selama 8, 16, 24

3%, 5% dan 7% b/b. Hasil pengujian menunjukkan terjadi penurunan viskositas mooney 88,5% untuk waktu mastikasi 24 menit. Waktu mastikasi dan kadar SIR 20 optimal yang didapatkan adalah 24 menit dan kadar karet 7% dengan waktu pencampuran aspal dan karet hanya membutuhkan waktu 50 - 60 menit, titik lembek 55,5°C dan penetrasi 50,5 dmm. Proses mastikasi dapat menurunkan nilai viskositas mooney dan mempercepat pencampuran karet dalam aspal.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh mastikasi, penambahan *Plasticizer* dan lama penyimpanan karet terhadap karakteristik aspal polimer.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dan penelitian ini adalah aspal pen 60/70 dari PT Rioidi Jaya, dan *crumb rubber* (SIR 20).

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Persiapan Bahan Baku

Crumb rubber dan aspal penetrasi 60/70 yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu dengan perbandingan terhadap berat aspal sebagai *plasticizer*. Timbang aspal untuk dijadikan *plasticizer* dengan berat 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% b/b *crumb rubber* kemudian masukkan ke dalam beberapa wadah. Aspal untuk pembuatan sampel ditimbang sesuai dengan perbandingan 9 : 1 terhadap berat *crumb rubber* kemudian dimasukkan ke dalam wadah pencampuran.

2.2.2 Proses Mastikasi

Crumb rubber yang telah di timbang sesuai perbandingan di uji titik lembeknya, kemudian *crumb rubber* digiling dalam *roll mill* selama 30 menit (Prastanto dkk, 2014). Setelah 15 menit pertama proses mastikasi tambahkan aspal sebagai *plasticizer* dengan perbandingan 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% b/b *crumb rubber* secara bertahap selama proses mastikasi. Setelah proses mastikasi selesai, lakukan pengujian titik lembek

terhadap karet dan sebagian karet disimpan selama 30 hari.

2.2.3 Proses Pembuatan Sampel

Crumb Rubber yang telah dimastikasi kemudian dilelehkan dengan cara dipanaskan pada suhu titik lembek karet. Aspal dalam wadah pencampuran dipanaskan hingga mencapai suhu 165°C. Pada saat suhu aspal mencapai 165°C, *Crumb Rubber* yang telah dilelehkan kemudian dimasukkan kedalam aspal sedikit demi sedikit sambil diaduk agar campuran aspal dan karet homogen. Proses pencampuran dilakukan selama 30 menit. Kemudian aspal didinginkan sebelum dilakukan karakterisasi aspal.

2.2.4 Pengujian Sampel

Campuran aspal penetrasi 60/70 dengan *Crumb Rubber* yang dihasilkan, dilakukan pengujian berupa penetrasi (SNI 06-2456-1991), titik lembek (SNI 06-2343-1991), kehilangan berat (SNI 06-2440-1991) dan uji *marshall* (SNI 06-2489-1991).

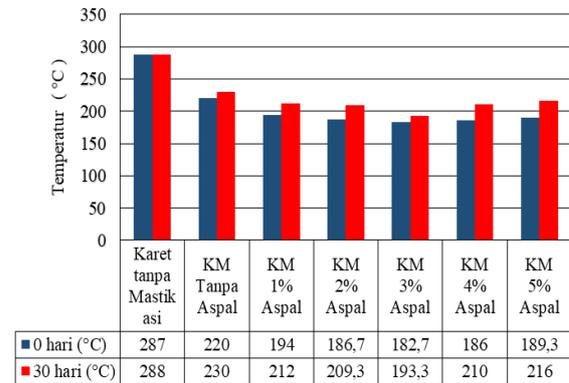
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Mastikasi Terhadap Titik lembek dari Karet

Penambahan *plasticizer* dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap titik lembek karet setelah mastikasi. Titik lembek karet merupakan salah satu parameter untuk mengukur temperatur leleh karet. Uji empiris ini merupakan pendekatan alternatif selain pengujian viskositas mooney karet dan pengujian kekerasan karet.. Hasil pengujian titik lembek karet mastikasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan penurunan titik lembek karet sebelum mastikasi dan sesudah mastikasi. Titik lembek karet sebelum mastikasi 287°C sedangkan karet sesudah mastikasi memiliki titik lembek 220°C. Hal ini disebabkan oleh gaya gesek oleh *roll mill* saat proses mastikasi yang menyebabkan pemutusan rantai polimer (Prastanto, 2014), rantai polimer yang pendek akan memiliki berat molekul yang

lebih ringan sehingga memiliki nilai viskositas mooney dan titik lembek/leleh yang lebih rendah (Sánchez, 2002).



KM : Karet Mastikasi

Gambar 1. Pengaruh Penambahan *Plasticizer*, Perlakuan Mastikasi dan Lama Penyimpanan Karet Terhadap Titik Lembek/Leleh Karet

Penurunan titik lembek bertambah cepat seiring bertambahnya *plasticizer*, pada kadar *plasticizer* 0% - 3%. Tetapi pada kadar *plasticizer* 4% dan 5% terjadi kenaikan titik lembek dikarenakan terjadinya reaksi vulkanisasi selama proses mastikasi. Terjadinya reaksi vulkanisasi tersebut dikarenakan *plasticizer* yang digunakan berupa aspal yang mengandung sulfur antara 0% - 6%.

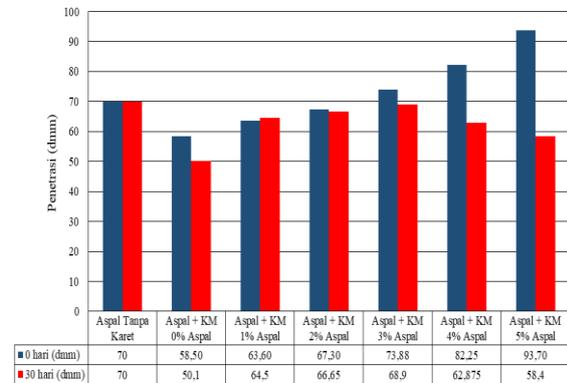
Karet yang disimpan selama 30 hari mengalami kenaikan titik lembek. Hal ini diakibatkan selama penyimpanan terjadi peningkatan kekerasan karet (*Storage Hardening*), peningkatan kekerasan karet diakibatkan terbentuknya ikatan silang pada rantai polimer. Ikatan silang yang terjadi karena terbentuknya gugus aldehida selama proses penyimpanan (Solichin, 1995).

Titik lembek optimum yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 186,7°C pada penyimpanan karet 0 hari dan 193,3 °C pada penyimpanan karet 30 hari dengan penambahan kadar *plasticizer* 3%.

3.2 Pengaruh Penambahan *Plasticizer* dan Lama Penyimpanan Terhadap Penetrasi Aspal

Plasticizer dan lama penyimpanan karet setelah mastikasi mempengaruhi sifat

aspal polimer yang dihasilkan, salah satunya mempengaruhi penetrasi aspal. Pengaruh *plasticizer* dan lama penyimpanan terhadap penetrasi aspal dapat dilihat pada Gambar 2.



KM : Karet Mastikasi

Gambar 2. Pengaruh Penambahan *Plasticizer* dan Lama Penyimpanan Karet Terhadap Penetrasi Aspal

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada lama penyimpanan 0 hari, terjadi kenaikan penetrasi aspal polimer seiring dengan bertambahnya kadar *plasticizer* dalam karet. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga (2012), penetrasi untuk aspal polimer berada pada rentang 50-80 dmm. Berdasarkan spesifikasi tersebut, maka aspal dengan kadar *plasticizer* 4% dan 5% (Aspal + KM 4% & 5% aspal) tidak memenuhi standar spesifikasi Bina Marga.

Kenaikan penetrasi pada aspal seiring bertambahnya kadar *plasticizer* disebabkan terjadinya penurunan viskositas dikarenakan polimer berperan sebagai agen pelarut, sehingga membatasi interaksi antar molekul aspal yang mengakibatkan viskositas aspal menurun dan menghasilkan aspal dengan nilai penetrasi tinggi.

Pada penyimpanan karet 30 hari, aspal polimer dengan kadar *plasticizer* 4% dan 5% (Aspal + KM 4% & 5% aspal) terjadi penurunan dibandingkan dengan aspal polimer dengan lama penyimpanan karet 0 hari. Hal ini disebabkan selama penyimpanan terjadi peningkatan kekerasan karet (*Storage Hardening*), peningkatan kekerasan karet diakibatkan terbentuknya ikatan silang pada rantai

polimer. Selain itu, karet juga mengalami reaksi vulkanisasi diakibatkan kandungan sulfur dalam *plasticizer*.

Pada proses mencairkan karet, ikatan silang yang ada pada polimer akan terputus dikarenakan panas yang berlebihan membentuk sisi aktif *crumb rubber*, ikatan yang terputus tersebut akan berikatan dengan aspalten. Ikatan yang terbentuk dengan aspalten akan meningkatkan berat molekul aspalten dan membuat ikatan adhesi dan kohesi aspal meningkat. Ikatan adhesi dan kohesi yang kuat akan membuat aspal menjadi lebih keras ditandai dengan penurunan penetrasi dan peningkatan titik lembek aspal (Singh, 2012).

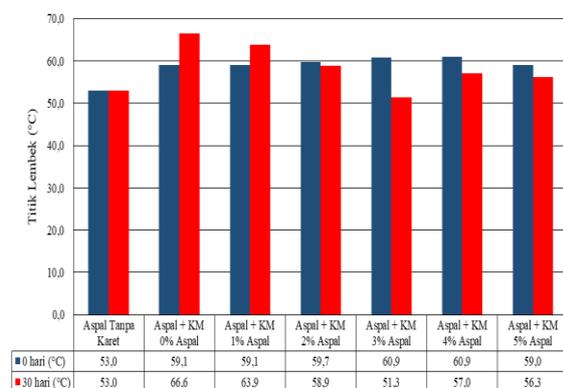
Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa aspal polimer dengan kadar *plasticizer* 1% dan 2% (Aspal + KM 1% & 2% aspal) tidak terjadi perubahan penetrasi yang signifikan setelah karet disimpan selama 30 hari. Sehingga lama penyimpanan karet tidak berpengaruh pada kadar *plasticizer* 1% dan 2% (Aspal + KM 1% & 2% aspal).

3.3 Pengaruh Penambahan *Plasticizer* dan Lama Penyimpanan Terhadap Titik Lembek Aspal

Selain berpengaruh terhadap penetrasi, penambahan *plasticizer* dan lama penyimpanan karet juga mempengaruhi titik lembek aspal. Pengaruh *plasticizer* dan lama penyimpanan terhadap titik lembek aspal dapat dilihat pada Gambar 3.

Titik lembek aspal atau titik leleh aspal merupakan salah satu parameter utama untuk mengklasifikasikan kelas dan kualitas aspal untuk perkerasan jalan selain penetrasi aspal. Uji titik lembek digunakan untuk menentukan kepekaan aspal terhadap temperatur. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa penambahan *crumb rubber* memberikan dampak terhadap kenaikan titik lembek dari aspal. Aspal konvensional memiliki titik lembek 53°C sedangkan pada penyimpanan 0 hari, titik lembek aspal terlihat stabil seiring bertambahnya *plasticizer* dalam campuran karet dengan titik lembek berkisar antara 59°C – 61°C.

Fang (2016) menyatakan bahwa titik lembek aspal modifikasi ditentukan oleh berat molekul aspal, ketika berat molekul aspal meningkat maka hambatan gesekan lebih besar dan akan meningkatkan titik lembek aspal. Peningkatan titik lembek berbanding terbalik dengan penetrasi aspal. Aspal yang memiliki angka penetrasi kecil akan memiliki titik lembek lebih besar. Hal ini disebabkan karena aspal yang lebih keras memiliki kerapatan molekul yang lebih rapat dan berat molekul yang lebih besar sehingga gaya gesek hambatan aspal akan semakin besar.



KM : Karet Mastikasi

Gambar 3. Pengaruh Penambahan *Plasticizer* dan Lama Penyimpanan Karet Terhadap Titik Lembek Aspal

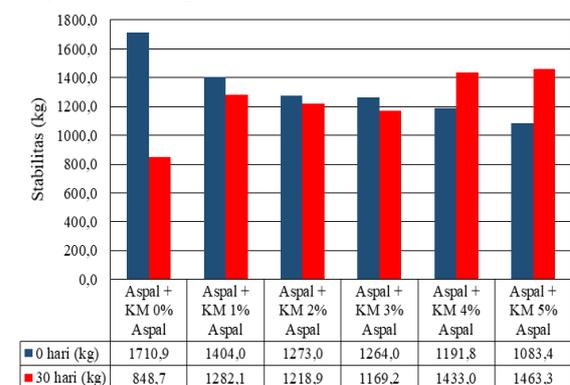
Pada penyimpanan karet 30 hari, titik lembek paling tinggi pada aspal tanpa penambahan *plasticizer* dengan nilai titik lembek 66°C. penyebab tingginya titik lembek dari aspal tanpa *plasticizer* dikarenakan berat molekul aspal yang tinggi. Peningkatan berat molekul akan meningkatkan titik leleh, dikarenakan diperlukan temperatur lebih untuk menurunkan berat molekul dan menguraikan ikatan silang (Bair, 1969). Titik lembek terendah pada aspal dengan kadar *plasticizer* 3% (Aspal + KM 3% aspal) dengan nilai titik lembek 51,3°C. Nilai titik lembek pada penyimpanan karet 30 hari berbanding terbalik dengan nilai penetrasi.

Berdasarkan standar Bina Marga (2012), titik lembek untuk aspal polimer yaitu diatas 54°C dan dari hasil yang didapatkan, sampel aspal dengan kadar

plasticizer 3% (Aspal + KM 3% aspal) tidak memenuhi standar Bina Marga dengan nilai titik lembek 51,3°C.

3.4 Pengaruh Penambahan *Plasticizer* dan Lama Penyimpanan Terhadap Stabilitas Aspal

Dalam aplikasi aspal polimer, keberadaan *plasticizer* dan lama penyimpanan karet mempengaruhi stabilitas aspal polimer tersebut. Stabilitas perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Aspal yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan memiliki durabilitas yang lebih baik. Pengaruh *plasticizer* dan lama penyimpanan karet terhadap stabilitas aspal dapat dilihat pada Gambar 4.



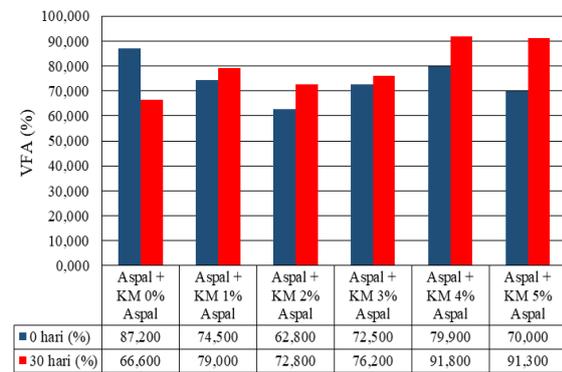
KM : Karet Mastikasi

Gambar 4. Pengaruh Penambahan *Plasticizer* dan Lama Penyimpanan Karet Terhadap Stabilitas Marshall

Dari Gambar 4 terlihat kecenderungan penurunan stabilitas pada aspal polimer dengan penyimpanan karet 0 hari. Penurunan stabilitas berbanding lurus dengan penetrasi aspal, sehingga stabilitas aspal pada penyimpanan karet 30 hari memiliki stabilitas yang sesuai dengan nilai penetrasi seperti yang terlihat pada Gambar 2, kecuali untuk aspal polimer tanpa *plasticizer* (Aspal + KM 0% aspal).

Aspal polimer tanpa penambahan *plasticizer* (Aspal + KM 0% aspal) pada penyimpanan 0 hari memiliki stabilitas tertinggi dengan nilai 1710,9 kg. Sedangkan stabilitas untuk aspal polimer tanpa penambahan *plasticizer* pada

penyimpanan 30 hari memiliki stabilitas jauh lebih rendah dari pada aspal polimer tanpa *plasticizer* penyimpanan 0 hari. Penurunan stabilitas ini disebabkan karena tingkat kepadatan aspal yang berbeda, dimana aspal polimer tanpa *plasticizer* pada penyimpanan 30 hari memiliki rongga yang terisi aspal hanya 66,6% sedangkan aspal polimer tanpa *plasticizer* pada penyimpanan 0 hari memiliki nilai rongga terisi aspal sebesar 87,2%. Nilai Rongga Terisi Aspal (VFA) dapat dilihat pada Gambar 5.



KM : Karet Mastikasi

Gambar 5. Pengaruh Penambahan *Plasticizer* dan Lama Penyimpanan Karet Terhadap Persen Rongga Terisi Aspal (*Void Filled Aggregate*)

Rongga dalam aspal diperlukan untuk butir-butir agregat bergeser diakibatkan pembebanan lebih lanjut selama masa pakai aspal. Nilai rongga terisi aspal (VFA) yang terlalu kecil akan menghasilkan nilai stabilitas yang rendah dikarenakan butir agregat bergeser dan aspal tidak mampu mempertahankan agregat pada tempatnya saat diberi beban. Sifat aspal dalam mempertahankan agregat dapat ditinjau dari penetrasi aspal. Hal ini dapat dilakukan dengan membandingkan Gambar 2 dan Gambar 4, aspal dengan penetrasi yang rendah cenderung memiliki nilai stabilitas yang tinggi.

Penetrasi aspal erat kaitannya dengan sifat kohesi dan adhesi aspal, penetrasi yang rendah cenderung memiliki sifat kohesi dan adhesi yang lebih baik. Sifat kohesi dan adhesi yang baik ditandai dengan nilai stabilitas aspal yang tinggi karena sifat

kohesi dan adhesi adalah kemampuan aspal dalam mengikat dan mempertahankan agregat pada tempatnya. Selain itu, VFA dapat dipengaruhi oleh suhu campuran aspal, dimana dengan meningkatnya suhu pencampuran akan mengurangi rongga udara diakibatkan viskositas aspal menurun dan mengisi rongga dalam campuran sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi cenderung memiliki viskositas yang tinggi sehingga saat dipanaskan aspal tidak dapat mengisi rongga dalam agregat sehingga menurunkan nilai VFA aspal yang berakibat penurunan nilai stabilitas aspal (Sarkis, 2015).

Berdasarkan Persyaratan Bina Marga (2012), aspal polimer harus memiliki nilai stabilitas minimal 1000 kg. Hasil pengujian menunjukkan hanya aspal polimer tanpa *plasticizer* (Aspal + KM 0% aspal) penyimpanan 30 hari yang tidak memenuhi persyaratan Bina Marga dengan nilai penetrasi 848,7 kg. Stabilitas tertinggi didapatkan pada sampel aspal polimer tanpa *plasticizer* pada penyimpanan 0 hari.

4. KESIMPULAN

Aspal dapat dijadikan sebagai agen pengganti *plasticizer* ditandai dengan penurunan titik lembek pada proses mastikasi karet. Lama penyimpanan karet setelah mastikasi berpengaruh terhadap kenaikan titik lembek karet dikarenakan terjadinya pengikatan silang oleh gugus peroksida selama masa penyimpanan.

Kadar *plasticizer* yang optimum terhadap penurunan titik lembek karet pada penambahan *plasticizer* dengan kadar 3%. Nilai titik lembek karet dengan kadar *plasticizer* 3% adalah 182,7 °C pada penyimpanan 0 hari dan 193,3 °C pada penyimpanan 30 hari.

Penambahan *plasticizer* pada kadar tertentu mempengaruhi karakteristik aspal modifikasi. penambahan *plasticizer* yang optimum selama masa penyimpanan karet terhadap karakteristik aspal polimer adalah *plasticizer* dengan kadar 2% dengan nilai penetrasi, titik lembek, stabilitas dan kehilangan berat berurutan sebagai berikut:

63,60 dmm, 59,1 °C, 1273 kg dan 0,694% pada penyimpanan 0 hari dan pada penyimpanan 30 hari adalah 64,5 dmm, 63,9 °C, 1218 kg dan 0,0708%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 2012. Spesifikasi Umum Campuran Beraspal. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Ditjenbun. 2017. Statistik Perkebunan Komoditas Karet 2015-2017. Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta.
- Fang, C., Qiao, X., Yu, R., et al. 2016. Influence of Modification Process Parameters on the Properties of Crumb Rubber/EVA Modified Asphalt. *Journal Of Applied Polymer Science*.
- Prastanto, H. 2014. Depolimerisasi Karet Alam Secara Mekanis untuk Bahan Aditif Aspal. *Jurnal Penelitian Karet*. Vol 32 (1) : 81-87.
- Ritonga, Winsyahputra. 2013. Modifikasi Aspal dengan Menggunakan Karet Alam Siklit (Cyclic Natural Rubber). *Tesis*. FMIPA, Universitas Sumatera Utara (USU), Medan.
- Sánchez-Soto, P.J., Ginés, J.M., Arias, M.J. et al. 2002. Effect of Molecular Mass on the Melting Temperature, Enthalpy and Entropy of Hydroxy – Terminated PEO. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. Vol 67: 189-197.
- Sarkis, E.R.S., Pratomo, P., Herianto, D. 2015. Variasi Temperatur Pencampuran Terhadap Parameter Marshall pada Campuran Lapis Aspal Beton. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*. Vol 3: 455-468.
- Singh, B., Kumar, L., Gupta, M., Chauhan, M., Chauhan G, S. 2012. Effect of Activated Crumb Rubber on the Properties of Crumb Rubber-Modified Bitumen. *Journal Applied Polymer*.