

MODIFIKASI ASPAL POLIMER MEMANFAATKAN KARET BAN BEKAS MENGGUNAKAN DIVENIL BENZENA DAN DIKUMIL PEROKSIDA MELALUI PROSES EKSTRUSI

Ahmad Hafizullah Ritonga
Universitas Sari Mutiara Indonesia
ahmad.hafizullah.ritonga@gmail.com

Abstrak : Penelitian mengenai modifikasi aspal polimer yang memanfaatkan karet ban bekas (*crumb rubber*) dengan adanya *divenil benzena (DVB)* dan *dikumil peroksida (DCP)* melalui proses ekstrusi. Proses pembuatan aspal polimer tersebut dilakukan dengan cara mencampurkan aspal penetrasi 60/70 dengan karet SIR-20 yang ditambahkan dengan DVB sebagai agen kompatibilizer dan inisiator DCP kemudian dicampur bersama dengan agregat. Selanjutnya diproses dengan menggunakan ekstruder pada suhu 165 °C. Hasil uji sifat mekanis dengan kuat tekan menunjukkan bahwa komposisi yang lebih baik antara aspal dengan karet ban bekas tersebut yaitu (95:5), dimana dihasilkan kekuatan tekan maksimum sebesar 0,75 MPa. Hasil spektrum FTIR menunjukkan adanya serapan tajam dan kuat pada bilangan gelombang 698,21 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus =C-H dari isoprena. Analisis morfologi dengan SEM memperlihatkan adanya perubahan permukaan setelah karet ban bekas tersebut ditambahkan ke dalam campuran aspal.

Kata Kunci : Aspal, Polimer, Karet Ban Bekas, Divenil Benzena, Ekstrusi.

1. PENDAHULUAN

Jalan raya di kota-kota besar di Indonesia umumnya menggunakan aspal yang dicampurkan dengan agregat. Ketahanan aspal sangat dipengaruhi oleh adanya air, karena air bisa melonggarkan ikatan antara agregat dengan aspal. Kerusakan yang umum terjadi di jalan-jalan dalam kota adalah adanya air yang menggenangi permukaan jalan. Pada saat ikatan aspal dan agregat longgar karena air, kendaraan yang lewat akan memberi beban yang akan merusak ikatan tersebut dan permukaan jalan raya. Bentuk kerusakan jalan raya karena pengaruh air adalah lubang. Sekali lubang terbentuk maka air akan tertampung didalamnya sehingga dalam hitungan minggu lubang yang semula kecil dapat membesar dengan cepat. Ketahanan aspal jalan juga dipengaruhi oleh suhu, pada suhu tinggi aspal akan bergeser dan bergerak, pada

suhu dingin aspal menjadi sangat rapuh dan cenderung mengalami keretakan. Deformasi permanen, keretakan letihan dan keretakan suhu rendah adalah dipertimbangkan sebagai gambaran yang lebih penting pada pengaspalan dengan aspal.

Untuk memperbaiki sifat fisik aspal dari pengaruh suhu dan air, maka bahan aditif polimer sebagai alternatif pengubah sifat permukaan dari aspal. Modifikasi aspal polimer atau biasa disingkat dengan (MAP) telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Bahan polimer yang ditambahkan kedalam aspal adalah dari jenis elastomer dan plastomer yaitu karet alam atau karet sintesis dan plastik, (Brule,1988).

Beberapa penelitian sudah dilakukan mengenai perihal MAP, seperti yang dilakukan oleh Zhang (2009) yang melakukan meneliti pengaruh modifikasi

karet stirena butadiena / montmorillonite pada sifat dan karakterisasi dari aspal. Yildirim (2005) melakukan modifikasi karet stirena butadiena stirena (SBS), karet stirena butadiena (SBR), dan etilen vinil asetat (EVA) dengan bahan pengikat aspal. Tortum (2004) melakukan penelitian tentang penentuan kondisi optimum untuk karet ban di aspal beton. Pei-Hung (2000) juga telah memodifikasi pada polietilen, polipropilen, dan karet EPDM dengan aspal. Mothe (2008) mengkarakterisasi campuran aspal dengan TG/DTG, DTA dan FTIR. Yang (2010) Melihat mekanisme dan kinetika dari reaksi antara aspal dengan anhidrat maleat.

Disamping itu, Indonesia merupakan negara penghasil karet alam terbesar kedua di dunia setelah Thailand, dengan jenis produk utamanya adalah Standard Indonesian Rubber (SIR)-20. Standar kualitasnya didasarkan pada Standart Nasional Indonesia (SNI: 06-1903-1990), dimana komposisi maksimum komponen bukan karet adalah: kotoran 0.20%, abu 1.00%, zat menguap 0.80%, dan nitrogen 0.60%. Karet alam memiliki kemampuan berkristalisasi, misalnya pada saat pembebanan tarik menyebabkan karet ini memiliki kekuatan tarik yang unggul dibandingkan dengan karet-karet lainnya. Suhu transisi gelas yang sangat rendah memungkinkan karet ini berfungsi dengan baik apabila digunakan secara terus menerus pada suhu -30°C . Adanya karet SIR-20 yang bersifat elastomer dalam campuran aspal akan meningkatkan nilai kelenturannya sehingga tingkat keelastisan aspal menjadi lebih baik. Pada campuran antara aspal dengan agregat yang ditambahkan bahan aditif karet SIR-20 hanya akan terjadi ikatan fisis saja sehingga membuat bahan aditif yang ditambahkan hanya berfungsi sebagai agregat. Perlunya penggunaan bahan peroksida seperti dikumul peroksida sebagai inisiator dalam campuran aspal tersebut, sehingga baik polimer dalam hal ini karet SIR-20 akan bersifat radikal begitu juga dengan aspal. Keradikalan ini

mendorong terjadinya ikatan kimia antara aspal dengan karet SIR-20 dan agregat akan terperangkap diantara ikatan kimia antara aspal dan bahan polimer.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti ingin mencoba melakukan penelitian tentang modifikasi aspal polimer memanfaatkan karet ban bekas (crumb rubber) menggunakan kompatibilizer divenil benzena (DVB) dan inisiator dikumul peroksida (DCP) melalui proses ekstruksi.

Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah aspal dan karet ban bekas tersebut dapat bercampur secara sempurna dengan adanya DVB dan DCP yang diproses melalui mesin ekstruder.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu : Aspal penetrasi 60/70, Karet Ban Bekas, Pasir, Divenil Benzena (DVB), Dikumul Peroksida (DCP).

Alat yang dipergunakan dalam penelitian yaitu : seperangkat alat gelas, ayakan, hot plate, agitator, neraca, ekstruder, oven, cetakan sampel, mesin termal kompressor, mesin uji kuat tekan, FTIR, dan SEM.

Prosedur

Preparasi Bahan

Agregat pasir dicuci dengan air, dikeringkan, disaring, dan dibuat masing-masing ke dalam 300 g. Karet SIR-20 dipotong dalam ukuran kecil, kemudian dibuat masing-masing ke dalam variasi 25, 20, 15, 10, dan 5 %.

Proses Pembuatan Aspal Polimer

Sebanyak 95% aspal dimasukkan ke dalam gelas beaker, dipanaskan pada temperatur 100°C sampai meleleh, lalu ditambahkan 5 g karet SIR-20 sambil diaduk selama 10 menit, ditambahkan dengan 1 gr DVB dan diaduk selama 15 menit. Dimasukkan 300 g pasir halus ke dalam campuran tersebut sambil tetap

diaduk, ditambahkan 1 gr DCP, sambil tetap diaduk selama 15 menit dengan pemanasan yang sama. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam mesin ekstrusi pada suhu 165 °C, hasilnya dimasukkan ke cetakan, lalu ditempatkan ke dalam alat cetak tekan pada suhu 170 °C selama 15 menit, didinginkan pada suhu kamar. Perlakuan yang sama juga dilakukan dengan variasi aspal dan karet SIR-20 yaitu (80% : 20%), (85% : 15%), (90% : 10%), dan (0% : 100%).

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan mengacu pada standart SNI 06-2489-1991, dengan prosedur sebagai berikut yaitu sampel yang di uji berbentuk kubus, ditempatkan sampel pada mesin uji tekan, diberikan pembebanan sampai benda uji runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja yang dicatat sebagai P maksimum, lalu ditentukan nilai kuat tekan dari aspal polimer tersebut.

Pengujian Dengan SEM

Pengujian dilakukan pada permukaan sampel. Sampel dilapisi dengan emas bercampur palladium dalam suatu ruangan bertekanan 1492 x 102 atm, lalu disinari dengan pancaran elektron bertenaga ± 15 kV pada ruangan khusus sehingga mengeluarkan elektron sekunder dan elektron terpental yang dapat di deteksi oleh detektor *Scientor* yang diperkuat dengan suatu rangkaian listrik yang menyebabkan timbulnya *Cathode Ray Tube*. Hasil pemotretan dilakukan setelah memilih bagian tertentu dari objek (sampel) dan dilakukan perbesaran sampai dengan diperoleh foto yang baik dan jelas.

Pengujian Dengan FT-IR

Pengujian dengan FTIR dimulai dengan mempreparasi sampel menjadi ujuan yang lebih kecil dengan cara dipotong-potong kemudian dipanaskan hingga meleleh. Hasilnya dioleskan dengan tipis pada kepingan KBr. Di uji dengan FT-IR. Hasil yang diperoleh berupa kurva yang menampilkan puncak yang dapat ditentukan gugus fungsinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan telah dilakukan terhadap semua sampel dengan memberikan beban sebesar 1000 kgf dan kecepatan 10 mm/menit. Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel 1. Nilai Uji Kuat Tekan Untuk Variasi Aspal dengan Karet Ban Bekas

| No | Variasi | P (kgf) | Kuat Tekan (MPa) | Stroke |
|----|----------------------|------------|---------------------|--------|
| | Aspal : Karet Ban | | | |
| 1 | 80 : 20 | 82,7 | 0,32 | 45,98 |
| 2 | 85 : 15 | 118,6 | 0,47 | 19,17 |
| 3 | 90 : 10 | 164,1 | 0,64 | 24,96 |
| 4 | 95 : 5 | 190,9 | 0,75 | 17,59 |
| 5 | 100 : 0 | 98,7 | 0,39 | 43,87 |

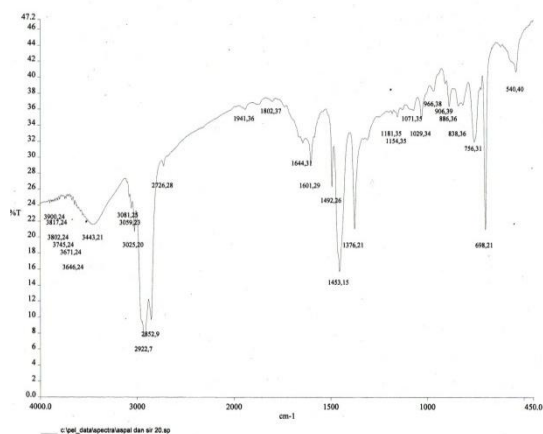
Dari Tabel 1 tersebut dapat diketahui hubungan antara nilai kuat tekan dengan Aspal dan karet ban yang dinyatakan dalam bentuk tabel., dimana variasi terbaik pada campuran tersebut yaitu pada campuran aspal dan SIR-20 (95 : 5) dengan nilai kuat tekan sebesar 0,75 MPa, sedangkan untuk campuran aspal tanpa ada penambahan karet SIR-20 nilai kuat tekannya sebesar 0,39 MPa. Dimana terjadi peningkatan kuat tekan hanya sebesar 0,4 MPa. Dalam hal ini jelas bahwa penambahan bahan polimer sekitar 2-6% sudah cukup untuk meningkatkan kualitas dari campuran aspal (Pallaco, 2005). Dalam hal ini jelas bahwa penambahan 5% SIR-20 sudah dapat meningkatkan kekuatan aspal hampir dua kali lipat dari kekuatan campuran aspal murni.

Berdasarkan grafik terlihat bahwa semakin sedikit penambahan karet SIR-20 grafik menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan, tetapi setelah karet SIR-20 tidak ditambahkan ke dalam campuran aspal tersebut penurunan nilai kuat tekan terjadi. Banyaknya karet ditambahkan mempengaruhi kekuatan dari campuran aspal, pada variasi (95:5) tersebut diketahui dispersi karet dalam campuran aspal lebih homogen sehingga peranan

karet dalam campuran tersebut dapat memperlambat laju terjadinya deformasi permanen. Menurut SNI 08-1991-03 untuk persyaratan aspal beton nilai kuat tekannya sebesar 15-40 MPa. Ini berarti semua campuran aspal yang diujikan belum memenuhi ini standar kekuatan dari campuran aspal beton. Hal ini disebabkan karena untuk persyaratan campuran aspal beton tersebut menggunakan agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir yang lolos saringan 2,36 mm). Sementara dari pengujian skala laboratorium, untuk agregatnya yang digunakan hanya pasir yang lolos saringan 0,6 mm. Sehingga hasil kuat tekan dari campuran aspal tersebut belum memenuhi Standar Nasional Indonesia.

Hasil Analisis FTIR

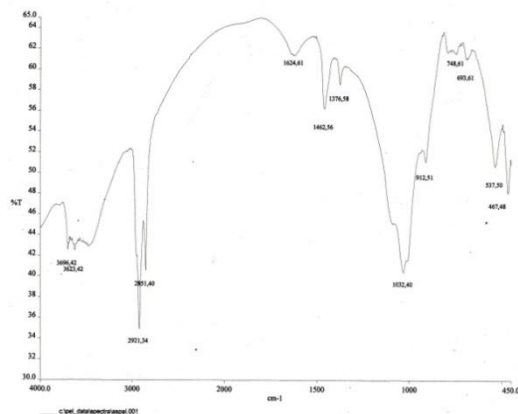
Pengujian dengan FT-IR telah dilakukan terhadap sampel campuran aspal dengan karet SIR-20 (95:5). Spektrum campuran aspal dengan SIR-20 dilakukan pada variasi (95:5), dengan spektrumnya dapat dilihat pada Gambar 2. Spektrum pada Gambar 2 tersebut menunjukkan adanya serapan agak melebar dan intensitas lemah pada bilangan gelombang 3433,21 cm^{-1} menandakan adanya gugus -OH hidroksil.



Gambar 2. Grafik Pengujian FTIR Terhadap Campuran Aspal Polimer

Selanjutnya serapan tajam dan intensitas kuat menunjukkan adanya vibrasi regangan simetris C-H alifatis pada bilangan gelombang 2922,7 cm^{-1} , didukung pemunculan serapan tajam dan kuat pada pita bilangan gelombang

1453,15 cm^{-1} menandakan CH_2 dan serapan tajam dan medium pada pita bilangan gelombang 1376,21 cm^{-1} menandakan adanya CH_3 . Serapan tajam dan lemah ditunjukkan ada pita bilangan gelombang 1601,29 cm^{-1} menandakan adanya rantai alkena $\text{C}=\text{C}$, dari karet SIR-20. Dan pada pita serapan 698,21 cm^{-1} menunjukkan intensitas kuat dan serapan tajam menandakan adanya ikatan $=\text{C}-\text{H}$ karet SIR-20.



Gambar 3. Grafik Pengujian FTIR Terhadap Campuran Aspal

Pada Gambar 3 terlihat serapan melebar dan intensitas medium pada bilangan gelombang 3400 cm^{-1} menandakan adanya gugus hidroksil -OH yang diperkuat dengan adanya ikatan C-O terlihat dari serapan tajam dan intensitas kuat pada bilangan gelombang 1032,40 cm^{-1} . Serapan melebar lemah juga ditunjukkan pada bilangan gelombang 1624,61 cm^{-1} menandakan adanya ikatan $\text{C}=\text{C}$ alkena. Selanjutnya serapan tajam dan kuat terlihat pada bilangan gelombang 2921,34 cm^{-1} yang menurut Marham (2009) menunjukkan adanya C-H alifatis, yang didukung adanya CH_2 pada bilangan gelombang 1462,56 cm^{-1} dan gugus metil CH_3 terlihat pada bilangan gelombang 1376,58 cm^{-1} . Pita dalam spektrum ini menunjukkan adanya kesesuaian antara gugus-gugus fungsi dengan struktur aspal.

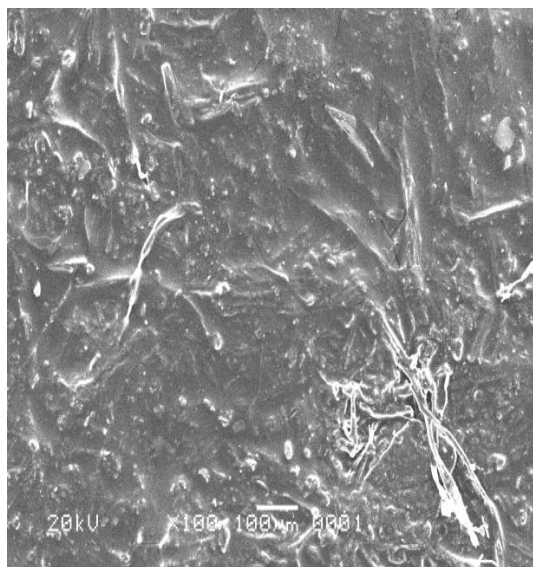
Dari kedua gambar tersebut, diketahui bahwasanya pada Gambar 4.3, spektrum menunjukkan adanya tingginya intensitas dari CO, tetapi setelah penambahan karet SIR-20 pada Gambar 4.2 tersebut,

intensitasnya menjadi rendah yang mengindikasikan terjadinya ikatan silang antara aspal melalui gugus karbonil tersebut dengan karet SIR-20. Adanya peningkatan intensitas dari CH_2 dan CH_3 , juga pemunculan gugus $=\text{CH}$ dari karet SIR-20 mengindikasikan karet SIR-20 ada dalam campuran aspal tersebut. Adanya perbedaan bentuk spektrum campuran aspal polimer dengan campuran aspal. Yang menurut Mothe (2008) menunjukkan bahwa terjadinya reaksi dalam pencampuran tersebut.

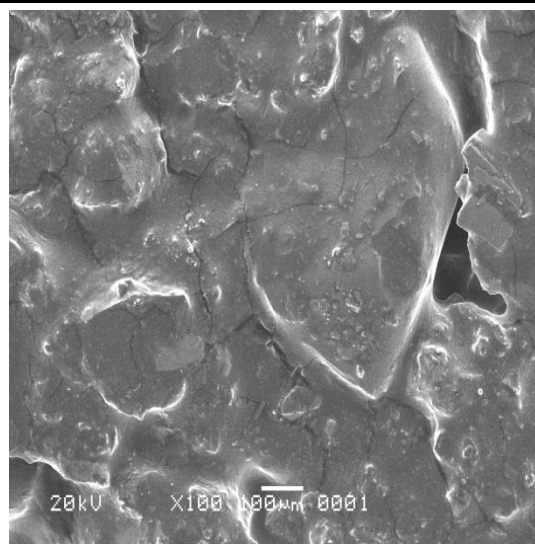
Hasil Analisis Dengan SEM

Pengujian dengan SEM dilakukan untuk menentukan struktur permukaan dari sampel dan dilakukan terhadap campuran aspal, campuran aspal dengan SIR-20 (95:5) sebelum pengujian kuat tekan, dan campuran aspal dengan SIR-20 (95:5) setelah pengujian kuat tekan. Pengujian dilakukan pada perbesaran 100 kali.

Pada Gambar 4 tersebut terlihat partikel-partikel kecil dari agregat pasir tersebar merata dalam campuran aspal tersebut, dan terlihat kelekatan antara aspal dengan agregat cukup baik, terlihat dari kerapatan pada struktur permukaannya, yang ditandai dengan sedikitnya pori-pori yang terbentuk.



Gambar 4. Hasil SEM Campuran Aspal



Gambar 5. Hasil SEM Campuran Aspal Dengan Polimer

Struktur permukaan campuran aspal pada Gambar 4 menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan campuran aspal dengan penambahan karet SIR-20 pada Gambar 5. Tampak partikel-partikel berukuran besar dan kecil saling berikatan yang menunjukkan bahwa karet SIR-20 terdapat pada campuran tersebut dan tampak juga kerapatan pada struktur permukaannya yang sangat baik yang berarti kelekatan antara aspal, karet SIR-20 dengan agregat pasir pun cukup baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa aspal polimer dapat dibuat dengan mencampurkan aspal, karet SIR-20, agregat, DVB, dan inisiator dikumul peroksida menggunakan ekstruder dengan komposisi ideal antara aspal, karet SIR-20, DVB, DCP, dan agregat (95:5:1::1:300). Untuk sifat mekanik dari aspal polimer menunjukkan peningkatan, yaitu menghasilkan daya tahan terhadap beban sebesar 0,75 MPa, hasil spektrum FTIR menunjukkan adanya serapan tajam dan kuat pada bilangan gelombang $698,21 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus $=\text{C-H}$ dari isoprene, dan untuk struktur permukaan memperlihatkan adanya perubahan fisik pada permukaan campuran aspal dengan bahan polimer.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin, Sumarno, Wibawa, G., Soewarno, N. 2007. *Morfologi dan Properti Campuran Karet Alam/Polypropylene yang Divulkanisasi Dinamik Dalam Internal Mixer*. Volume 11. No 2. Jakarta.
- Brule, B., Brion, Y., Tanguy, A. 1988. *Paving Asphalt Polymer Blends: Relationships Between Composition, Structure & Properties*, Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists. Vol. 57.
- Buana, K.S. 2009. *Teknologi Karet*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Eddyanto. 2007. *Functionalisation of Polymer : Reactive Processing*” Disertation. Aston University. Birmingham. UK.
- Mahadi. 2007. *Teknik Pembuatan Lembaran Polimer Pada Proses Ekstrusi*. USU-Press. Medan.
- Marham, S. 2009. *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Morton, M. 1987. *Rubber Technology*. Third Edition. Van Nostrand Reinhold. NewYork.
- Mothe, M.G., Leite, L.F.M., Mothe, C.G. 2008. *Thermal Characterization of Asphalt Mixtures By TG/DTG, DTA and FTIR*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. Nuryanto, A. 2008. *Aspal Buton dan Propelan Padat*. Jakarta.
- Oglesby, C.H. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Edisi Keempat. Jilid II. Erlangga. Jakarta.
- Pei-Hung, Y. 2000. *A Study of Potential Use of Asphalt Containing Synthetic Polymers For Asphalt Paving Mixes*. USA : UMI. USA.
- Polacco,G., Berlincioni, S. 2005. *Asphalt Modification with Different Polyethylene-Based Polymer*. European Polymer Journal 41. Italia.