

PENGARUH BENZOIL PEROKSIDA SEBAGAI INISIATOR REAKSI ANTARA ASPAL, POLIPROPILENA, DAN KARET BAN MELALUI METODE INTERPENETRASI JARINGAN POLIMER (IJP)

Denny Akbar Tanjung¹⁾, Dewi Nur Anggraeni²⁾
^{1,2)}Universitas Medan Area
dennykopertis1@yahoo.com

Abstrak : Penelitian mengenai pengaruh benzoil peroksida sebagai inisiator reaksi antara aspal, polipropilena, dan karet ban melalui metode interpenetrasi jaringan polimer telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari benzoil peroksida dalam meningkatkan sifat mekanik yang ditinjau dari uji kuat tarik pada campuran aspal, polipropilena, dan karet ban yang dibuat melalui metode Interpenetrasi Jaringan Polimer (IJP), serta karakterisasinya. Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan dua material polimer yaitu plastik polipropilena yang telah dilarutkan dengan xylene dan karet ban bekas, keduanya dimasukkan ke dalam gelas beaker dan dipanaskan pada suhu 160 °C sambil diaduk hingga homogen, yang kemudian ditambahkan dengan aspal, lalu ditambahkan inisiator BPO yang divariasikan, campuran tersebut dicetak dan diratakan dengan mesin hot kompressor pada suhu 165 °C. Hasilnya dilakukan uji kuat tarik dimana diperoleh nilai kuat tarik maksimum sebesar 66,38 MPa pada variasi penambahan BPO sebanyak 5 phr untuk campuran aspal 60%, polipropilena 35%, dan karet ban 5%. Hasil analisis dengan spektroskopi FTIR menunjukkan adanya ikatan silang antara gugus hidroksil dari aspal dengan polipropilena melalui reaksi radikal yang diinisiasi oleh adanya benzoil peroksida, analisis termal dengan DTA menunjukkan adanya perubahan suhu dekomposisi sebesar 405 °C yang berarti terjadi pembentukan material baru, dan untuk karakterisasi morfologi dengan SEM menunjukkan adanya perubahan struktur permukaan pada campuran aspal setelah penambahan polipropilena dan karet ban.

Kata Kunci : Benzoil Peroksida, Aspal, Polipropilena, Karet Ban, Interpenetrasi Jaringan Polimer.

***Abstract :** Research on the effect of benzoyl peroxide as a reaction initiator between asphalt, polypropylene and tire rubber through Interpenetrating Polymer Network (IPN) method has been conducted. The aims of this study to determine the effect of benzoyl peroxide in improving mechanical properties in terms of tensile strength test on asphalt mixtures, polypropylene, and rubber tire made by Interpenetrating Polymer Network (IPN) Method, and its characterization. This research was carried out by mixing two polymeric materials of polypropylene plastic which have been dissolved with xylene and used tire rubber, both put into beaker glass and heated at 160 °C while stirring until homogeneous, then added with asphalt, and then added the BPO initiator varied, the mixture is molded and flattened with a hot compressor machine at a temperature of 165 °C. The result was a tensile strength test which obtained a maximum tensile strength value of 66.38 MPa in variation of 5 phr BPO addition for 60% asphalt mixture, 35% polypropylene, and 5% tire rubber. The analysis with FTIR spectroscopy shows the presence of crosslinking between hydroxyl groups from asphalt with polypropylene by radical reaction initiated by the presence of benzoyl peroxide, thermal analysis with DTA shows a change of decomposition temperature of 405 °C which means the formation of new material, and for morphological characterization with SEM indicates a change of surface structure on the asphalt mixture after the addition of polypropylene and tire rubber.*

Keywords : Benzoyl Peroxide, Asphalt, Polypropylene, Tire Rubber, Interpenetrating Polymer Network.

1. PENDAHULUAN

Umumnya perkembangan teknologi berbahan polimer di Indonesia sangat pesat, banyak modifikasi-modifikasi yang telah dilakukan untuk menghasilkan produk inovasi yang baru, termasuk menggunakan bahan-bahan polimer. Pemanfaatan limbah padat dari bahan-bahan yang dapat di daur ulang seperti polimer masih banyak kurang termanfaatkan. Beberapa contoh diantaranya adalah polipropilena yang merupakan bahan-bahan polimer yang bersifat plastomer, contohnya seperti minuman mineral dari gelas plastik, sedangkan bahan polimer yang bersifat elastomer adalah karet ban seperti karet ban bekas mobil ataupun motor. Modifikasi polimer dengan bahan campuran aspal juga sudah banyak yang meneliti. Modifikasi-modifikasi bahan polimer tersebut ada yang bertujuan untuk jalan aspal, genteng aspal, maupun penggunaan lainnya (Satyarno, 2006).

Aspal umumnya digunakan dalam konstruksi jalan yang berfungsi sebagai perekat agregat seperti pasir-pasir ataupun batu-batuan, sehingga keberadaan aspal ini menjadi cukup penting karena kemampuan kelekatan, titik lembek dan kelenturannya. Penambahan bahan-bahan polimer seperti polipropilena dan karet ban dalam campuran aspal menjadi alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan daya rekatnya, titik lembek, maupun kelenturannya (Rianung, 2007).

Modifikasi polimer dengan aspal adalah suatu modifikasi yang dilakukan antara bahan-bahan polimer dengan aspal. Modifikasi aspal polimer telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir (Polacco, Berlincioni, Biondi, Stastna, & Zanzotto, 2005). Beberapa penelitian tentang modifikasi aspal polimer sudah banyak dilakukan, seperti yang dilakukan oleh Yeh (2000) meneliti tentang modifikasi aspal dengan beberapa polimer seperti polietilen, polipropilen, dan karet EPDM dengan

aspal. Zhang, et.al (2009) yang meneliti tentang pengaruh modifikasi karet stirena butadiena dengan montmorillonite pada sifat dan karakterisasi dari campuran aspal. Tortum, Çelik, & Aydin, (2005) meneliti tentang penentuan kondisi optimum untuk karet ban di aspal beton. Mothé, de Castro, & Mothé (2011) meneliti tentang karakterisasi campuran aspal menggunakan alat TG/DTG, DTA dan FTIR. Kang, Wang, & Chen, (2010) meneliti tentang proses mekanisme reaksi antara aspal dengan anhidrat maleat serta proses kinetika reaksinya.

Pencampuran antara aspal dengan bahan polimer seperti polipropilena maupun karet ban jika tanpa menggunakan zat kimia seperti peroksida, maka hasilnya tidak akan maksimal. Penggunaan bahan polimer sebagai aditif untuk meningkatkan mutu dari aspal tidak efektif apabila tanpa ada inisiator reaksi, karena ikatan yang terjadi hanya ikatan fisis. Adanya campuran zat kimia seperti Benzoil Peroksida akan dapat menginisiasi terjadi reaksi kimia antara aspal, polipropilena, dan karet ban (Thitithammawong, Nakason, Sahakaro, & Noordermeer, 2007).

Inisiator seperti benzoil peroksida merupakan salah satu inisiator reaksi dari beberapa peroksida yang ada. Keberadaan peroksida dalam campuran akan menyebabkan terjadinya proses radikalasi pada masing-masing komponen baik aspal, karet ban, maupun polipropilena. Proses radikalasi menyebabkan terjadinya ikatan kimia secara cepat antara polipropilena dengan aspal, polipropilena dengan karet ban, maupun karet ban dengan polipropilena melalui adanya metode interpenetrasi jaringan polimer pada karet ban dan polipropilena. Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti ingin melakukan penelitian tentang pengaruh benzoil peroksida sebagai inisiator reaksi antara aspal, polipropilena, dan karet ban menggunakan metode interpenetrasi jaringan polimer (IJP) (N. H. Sitorus, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas Benzoil Peroksida pada campuran aspal, polipropilena, dan karet ban dengan menggunakan metode interpenetrasi jaringan polimer dalam meningkatkan sifat mekanik ditinjau dari uji kuat tarik, serta untuk mengetahui hasil karakterisasi menggunakan uji FTIR, DTA, dan SEM pada campuran aspal, polipropilena, dan karet ban setelah ditambahkan dengan benzoil peroksida.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Untuk peralatan yang dipergunakan dalam penelitian yaitu berupa neraca analitis, oven, hot plate dan agitator, ayakan, plat besi dan cetakan, alumunium foil, dan beberapa peralatan gelas, mesin uji kuat tarik, hot kompressor, dan spektroskopi FTIR.

Untuk bahan-bahan yang dibutuhkan yaitu aspal pen 60/70, limbah karet ban (*crumb rubber*), plastik polipropilena, Benzoil Peroksida (BPO), dan pelarut xylene.

Pencampuran Aspal Dengan Polimer Melalui Metode Interpenetrasi Jaringan Polimer

Sebanyak 35 g Polipropilena yang telah dipotong-potong halus dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian dilarutkan dengan xylene secukupnya, dipanaskan pada suhu 160 °C, lalu diaduk menggunakan agitator dengan kecepatan 300 rpm sampai homogen selama 6 jam. Selanjutnya dimasukkan 5 g serbuk karet ban ke dalam gelas beaker yang berisi polipropilena tersebut, dan diaduk lagi hingga homogen selama 1 jam dengan suhu tetap pada 160 °C. Setelah campuran tersebut homogen, kemudian turunkan suhu hingga mencapai suhu 60 °C sambil tetap diaduk, lalu ditambahkan dengan aspal sebanyak 60 g dan diaduk kembali sampai campuran merata selama 1/2 jam. Selanjutnya ditambahkan dengan benziol peroksida sesuai dengan variasi yang telah ditentukan, sambil

tetap diaduk selama 20 menit. Campuran kemudian dituang seluruhnya ke dalam cetakan yang sudah dilapisi dengan alumunium foil dan plat tipis, dan diratakan dengan mesin hot kompressor pada suhu 165 °C. Setelah campuran tersebut rata, lalu dilepaskan dari cetakan dan siap dipotong sesuai dengan kebutuhan uji (Ritonga, 2017b).

Hasil yang diperoleh kemudian dilakukan pengujian mekanis dengan uji kuat tarik, selanjutnya dikarakterisasi untuk menentukan perubahan gugus fungsinya dengan menggunakan spektroskopi FTIR, analisis termal dengan DTA, dan struktur permukaan dengan SEM.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Analisis Pengujian Kuat Tarik

Proses pengujian kuat tarik (*tensile strenght*) dilakukan mengacu pada SNI 03-6758-2002 mengenai standart prosedur dalam pengujian kuat tarik. Uji kuat tarik ini dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik suatu sampel terhadap beban yang diberikan oleh alat penguji, dimana sampel ditarik dikedua ujungnya sampai putus (Endriani & Ritonga, 2018).

Hasil pengujian kuat tarik tersebut ditampilkan dalam bentuk kurva dan juga angka secara digital yang menunjukkan besarnya gaya maksimum P (*load*) yang yang dihasilkan suatu sampel dalam satuan kgf dan regangan (*stroke*) dalam satuan mm/menit. Besarnya gaya maksimum tersebut dibagi dengan luas penampang sehingga diperoleh nilai kuat tarik dalam satuan kgf/mm² yang kemudian dikonversi ke satuan MPa (Ritonga, 2011).

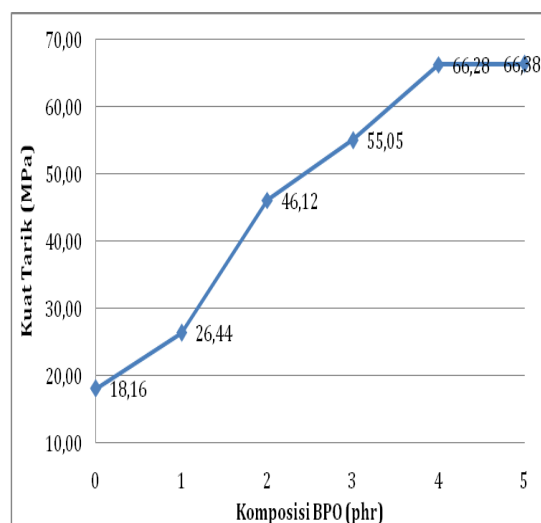
Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik dan perhitungan tersebut maka diperoleh data nilai kuat tarik untuk campuran aspal, poliprpoliena, dan karet ban dengan inisiator BPO seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Nilai Kuat Tarik Untuk Campuran Aspal, Polipropilena, Karet Ban, dan Inisiator BPO

No	Aspal (g)	PP (g)	Karet Ban (g)	BPO (phr)	A (mm ²)	P (kgf)	F (kgf/mm ²)	MPa
1	60	35	5	0	120	222,11	1,85	18,16
2	60	35	5	1	120	323,40	2,70	26,44
3	60	35	5	2	120	564,21	4,70	46,12
4	60	35	5	3	120	673,41	5,61	55,05
5	60	35	5	4	120	810,79	6,76	66,28
6	60	35	5	5	120	812,01	6,77	66,38

Keterangan : F= Kuat tarik (kgf/mm², MPa), A = Luas Penampang benda uji (mm), P = Beban Maksimum (kgf)

Berdasarkan Tabel 1 tersebut, dapat dilihat hubungan antara nilai kuat tekan daengan campuran aspal dan polipropilena yang dinyatakan dalam bentuk grafik.



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Nilai Kuat Tarik dengan Komposisi Inisiator Benzoi Peroksida

Dari Gambar 1 diketahui bahwa nilai kuat tarik minimum pada campuran aspal, polipropilena, dan karet ban tanpa penambahan inisiator yaitu sebesar 18,16 MPa. Sementara itu, nilai kuat tarik maksimum pada campuran dengan penambahan inisiator BPO 5 phr yaitu sebesar 66,38 MPa.

Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwasanya adanya variasi penambahan inisiator BPO sangat mempengaruhi dalam peningkatan nilai kuat tarik, dimana dengan penambahan inisiator BPO sebanyak 1 phr tersebut

menyebabkan terjadinya peningkatan nilai kuat tarik sebesar 3/2 kali dari komposisi campuran aspal, polipropilena, dan karet ban tanpa penambahan inisiator BPO. Begitupula dengan penambahan inisiator BPO sebanyak 5 phr, peningkatan nilai kuat tarik terjadi hingga sebesar 7/2 kali dari komposisi campuran aspal, polipropilena, dan karet ban tanpa adanya penambahan inisiator BPO. Menurut Ritonga (2017c) bahwa hal ini disebabkan adanya peroksida yang menginisiasi terjadi ikatan antara aspal dan polimer, dalam hal ini polipropilena dan karet ban.

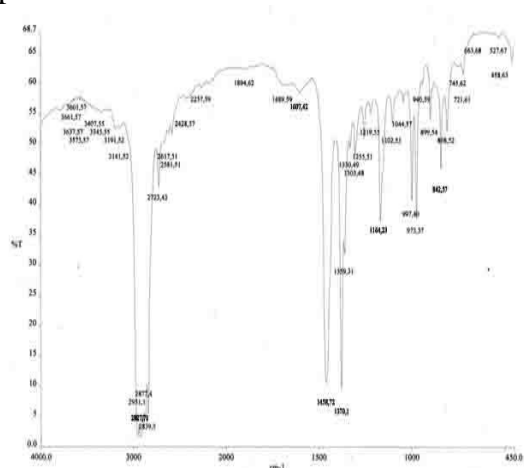
Pada campuran aspal, polipropilena, dan karet ban dengan komposisi inisiator BPO sebanyak 4 phr diperoleh nilai kuat tarik sebesar 66,28 MPa, sedangkan pada 5 phr diperoleh nilai kuat tarik sebesar 66,38 MPa. Selisih perbedaan nilai kuat tarik sebesar 0,01 MPa. Hasil ini tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Menurut Ritonga (2017a) bahwa komposisi optimum untuk campuran antara aspal dan bahan polimer dalam hal ini polipropilena dan karet ban dengan inisitor benzoi peroksida yaitu sebesar 5% dari total campuran. Hal ini berarti bahwa semakin banyak peroksida ditambahkan kedalam campuran tersebut menunjukkan peningkatan nilai kuat tarik yang signifikan karena terjadinya ikatan kimia, tetapi apabila komposisi inisiatornya lebih dari 5%, maka nilai kuat tarik tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan atau tidak meningkat sama sekali.

Menurut Ritonga (2011) bahwa komposisi campuran aspal terbaik yaitu pada variasi aspal sebanyak 60%, polimer 40% dengan bahan yang bersifat plastomer sebanyak 35%, dan elastomer sebanyak 5%. (Tortum et al., 2005) menyimpulkan bahwasanya semakin banyak polimer yang bersifat plastis seperti polipropilena akan menyebabkan campuran aspal lebih kaku dan terlalu keras, sehingga tidak baik untuk campuran aspal dan perlu adanya karet yang menyebabkan aspal menjadi sedikit lebih elastis.

Dari semua hasil pengujian kuat tarik terhadap campuran aspal, polipropilena, dan karet ban dengan variasi inisiator BPO diperoleh bahwa komposisi yang terbaik dalam campuran dengan penambahan inisiator sebanyak 5 phr untuk campuran aspal 60%, polipropilena 35%, dan karet ban 5%.

Hasil dan Analisis Dengan FTIR

Pengujian dengan Spektroskopi FT-IR dilakukan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi yang terdapat pada campuran aspal, polipropilena, dan karet ban setelah penambahan inisiator BPO 5 phr.



Gambar 2. FT-IR Aspal, Polipropilena, Karet Ban dan BPO

Untuk spektrum campuran aspal, polipropilena, dan karet ban (60:35:5) dengan inisiator BPO 5 phr seperti pada Gambar 3 menunjukkan adanya serapan tajam dan kuat pada 2927,71 cm^{-1}

menandakan adanya CH alifatis. Serapan tajam pada 1607,42 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan C=C alkena yang rendah menunjukkan bahwa banyak ikatan rangkap yang telah putus. Selanjutnya serapan tajam dan intensitas kuat terlihat pada 1458,72 cm^{-1} dan 1370,10 cm^{-1} menandakan adanya pemunculan CH_2 dan CH_3 . Serapan tajam dengan intensitas sedang pada 1167,37 cm^{-1} dan 842,57 cm^{-1} menunjukkan adanya C-O dan =CH dari polipropilena (M. Sitorus, 2009).

Berdasarkan pada Gambar 2 tersebut terjadi peningkatan intensitas pada 1458,72 cm^{-1} dan 1370,10 cm^{-1} untuk CH_2 dan CH_3 yang menunjukkan bahwa polipropilena dan karet ban telah bercampur di dalam aspal tersebut, juga dipertegas dengan pemunculan =CH pada bilangan gelombang 842,57 cm^{-1} . Apabila dibandingkan dengan spektrum aspal, menurut Ritonga, (2017a) bahwa untuk CH_2 dan CH_3 nya intensitasnya rendah serta tidak adanya gugus =CH yang terlihat pada sekitaran bilangan gelombang 800 cm^{-1} tersebut. Tidak adanya gugus hidroksil pada Gambar 3 yang berarti telah menunjukkan adanya ikatan kimia yang terjadi pada campuran tersebut antara aspal, polipropilena, dan karet ban yang berikatan melalui gugus hidroksil dari aspal tersebut. Dengan demikian, jelas bahwa penambahan polipropilena ke dalam campuran aspal menunjukkan terjadinya ikatan kimia secara ikatan silang karena adanya inisiator Benzoi Peroksida (BPO).

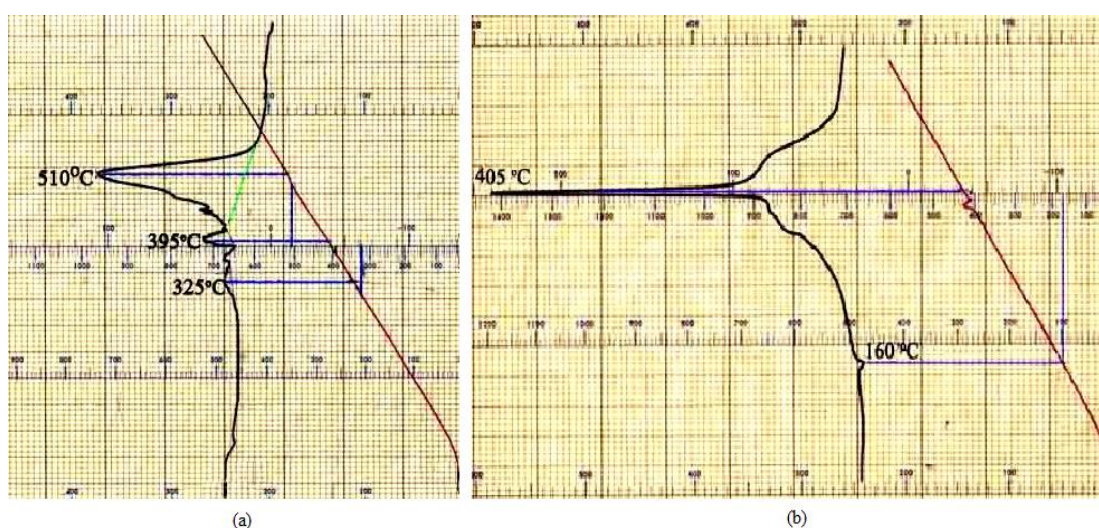
Hasil dan Analisis Dengan DTA

Pengujian sifat termal dengan dengan alat *Differential Thermal Analysis* (DTA) dilakukan untuk mengetahui perubahan suhu dari sampel khususnya perubahan suhu transisi gelas (T_g) dan suhu terdekomposisi (T_m). Pengujian ini dilakukan terhadap dua variasi sampel dalam penelitian yaitu Aspal Murni; dan Campuran Aspal, Polipropilena, Karet Ban. Untuk sampel aspal murni tanpa penambahan bahan polimer dan inisiator

BPO dapat dilihat seperti pada Gambar 3.a sedangkan untuk sampel Campuran Aspal, Polipropilena, Karet Ban, dengan penambahan inisiator BPO 5 phr seperti pada Gambar 3.b.

Berdasarkan Gambar 3.a untuk aspal tanpa adanya bahan polimer dan BPO diketahui suhu transisi gelas T_g sebesar $325\text{ }^\circ\text{C}$ dan $395\text{ }^\circ\text{C}$ yang menunjukkan bahwa kandungan maltene ada yang teroksidasi dan terpisah dari asphaltene, dan suhu sebesar $510\text{ }^\circ\text{C}$ menunjukkan aspal tersebut sudah terdekomposisi yang disebut juga sebagai suhu dekomposisi T_m nya (Ritonga, 2011).

Pada Gambar 3.b tersebut untuk campuran aspal, polipropilena, karet SIR-20, dan inisiator BPO 5 phr diketahui bahwa suhu transisi gelas T_g sebesar $160\text{ }^\circ\text{C}$ yang menunjukkan adanya penurunan suhu (endoterm), hal tersebut terjadi akibat adanya rantai-rantai kecil dari polimer yang terbentuk dan meleleh lebih dahulu serta terpisah dalam campuran tersebut. Sedangkan suhu sebesar $405\text{ }^\circ\text{C}$ menunjukkan campuran tersebut terdekomposisi yang disebut juga sebagai suhu dekomposisi (T_m) pada campuran tersebut (Ritonga, 2011).



Gambar 3. Diagram DTA (a) Aspal; (b) Campuran Aspal, Polipropilena, Karet Ban, dan Inisiator BPO 5 phr

Berdasarkan perbandingan antara Gambar 3.a dan 3.b tersebut diketahui bahwa telah terjadi perbedaan suhu dekomposisi T_m dari campuran aspal sebelum penambahan polimer yaitu sebesar $510\text{ }^\circ\text{C}$ hal ini berarti senyawa aspal tersebut tersebut terdekomposisinya pada suhu yang lebih tinggi.

Sementara itu, suhu dekomposisi campuran aspal, polipropilena, karet ban yang menggunakan inisiator BPO menghasilkan suhu dekomposisi lebih rendah yaitu sebesar $405\text{ }^\circ\text{C}$. Hal ini berarti sudah terjadi pembentukan material baru karena adanya ikatan silang diantara aspal dengan material polimer akibat adanya inisiator BPO, meskipun suhu dekomposisinya jauh lebih rendah daripada aspal murni.

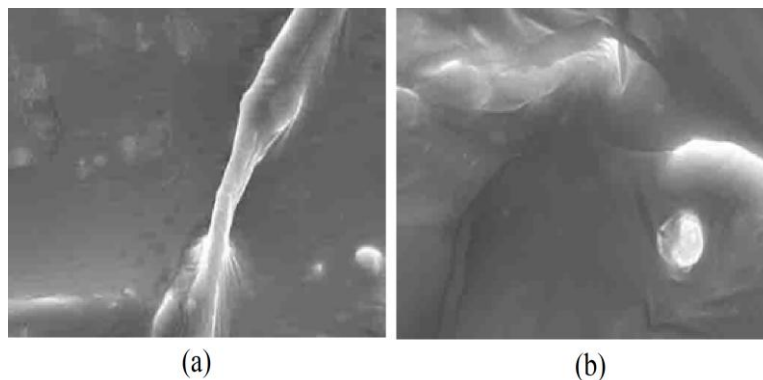
Hasil dan Analisis Dengan SEM

Pengujian dengan SEM dilakukan untuk menganalisis struktur permukaan atau morfologi dari sampel dengan perbesaran yang dilakukan yaitu perbesaran 1000 kali dan 2500 kali. Pengujian ini dilakukan terhadap dua jenis sampel yaitu aspal murni tanpa ada penambahan bahan polimer; serta campuran aspal, polipropilena, karet ban, dan inisiator BPO.

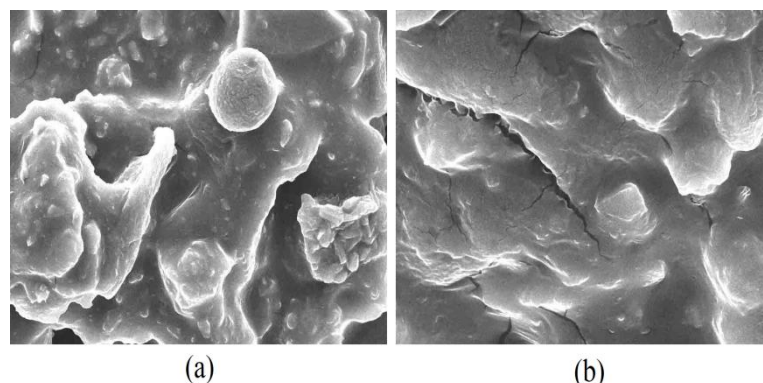
Dari Gambar 4 yang merupakan hasil foto SEM pada sampel aspal murni tanpa adanya bahan polimer terlihat struktur permukaan aspal yang halus, pori-porinya sedikit dan berukuran kecil, serta sangat rapat. Hal ini disebabkan dalam material tersebut hanya mengandung aspal tanpa ada material lainnya seperti bahan-bahan polimer, baik polipropilena

maupun karet ban. Apabila ditinjau dari Gambar 4.a terlihat adanya garis putih yang membelah pada campuran aspal, hal itu disebabkan oleh retakan-retakan karena struktur aspal yang tidak kuat dan lembek. yang diperjelas pada perbesaran 2500 kali pada Gambar 4.b.

Keunggulan material aspal ini yaitu memiliki sifat adhesif yang cukup baik sehingga mudah berikatan dengan material lainnya. Jadi, untuk meningkatkan kekuatan fisik dari material aspal tersebut cukup dengan menambahkan material lainnya seperti agregat maupun bahan-bahan polimer.



Gambar 4. SEM Aspal (a) Perbesaran 1000 kali, (b) Perbesaran 2000 kali



Gambar 5 SEM Campuran Aspal, Polipropilena, Karet Ban, dan Inisiator BPO 5 phr dengan (a) Perbesaran 1000 kali, (b) Perbesaran 2000 kali

Dari pada Gambar 5 yang merupakan hasil foto SEM pada sampel campuran aspal, polipropilena, karet ban, dengan inisator BPO 5 phr diketahui bahwa struktur permukaan dari campuran aspal, polipropilena, karet ban dengan inisiator BPO 5 phr menjadi lebih keras dan kaku, dan campuran terlihat homogen. Pada Gambar 5.a tersebut tampak bahwa struktur material lebih tercampur dengan homogen, dan diperjelas dengan struktur permukaan pada Gambar 5.b yang menunjukkan bahwa material polimer terdispersi secara merata dalam campuran aspal tersebut. Perbedaan bentuk morfologi ini disebabkan oleh adanya ikatan-ikatan antara polipropilena dan karet ban dengan aspal oleh adanya inisiator BPO tersebut.

Berdasarkan perbandingan hasil SEM pada Gambar 4 dan 5 tersebut, diketahui bahwa dari kedua material tersebut diketahui aspal dengan bahan polimer struktur permukaannya berbeda sangat signifikan dengan aspal tanpa bahan polimer. Perbedaan ini tidak cukup signifikan terjadi apabila tanpa ada inisiator, sebab permukaan bahan polimer tertutupi oleh material aspal yang lebih dominan dalam campuran dan karena sifat aspal yang adhesif. Jadi, dari kedua gambar tersebut menunjukkan adanya perbedaan struktur permukaan dari kedua material sampel yang berarti secara fisis telah terjadi perubahan struktur permukaan dari campuran aspal dengan polipropilena dan karet ban (Ritonga, 2017b)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa adanya penambahan zat aditif Benzoil Peroksida (BPO) sebagai inisiator reaksi pada campuran aspal 60%, polipropilena 35%, dan karet ban 5% dengan metode interpenetrasi jaringan polimer sangat efektif apabila digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik campuran tersebut, dimana diperoleh hasil paling maksimum untuk uji kuat tarik sebesar 66,38 MPa dengan komposisi inisiator BPO yang digunakan sebanyak 5 phr. Untuk campuran aspal, polipropilena, dan karet ban setelah penambahan inisiator BPO sebanyak 5 phr berdasarkan hasil karakterisasi diketahui bahwa untuk uji FTIR menunjukkan adanya ikatan silang antara gugus hidroksil dari aspal dengan polipropilena melalui reaksi radikal yang diinisiasi oleh adanya BPO, untuk uji DTA adanya penambahan bahan polimer menunjukkan adanya perubahan suhu dekomposisi sebesar 405 °C yang berarti terjadi pembentukan material baru karena adanya ikatan silang diantara aspal dengan material polimer oleh adanya inisiator BPO, sedangkan untuk uji SEM menunjukkan adanya perubahan struktur permukaan pada campuran aspal setelah penambahan polipropilena dan karet ban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana hibah Penelitian Dosen Pemula Tahun 2018 ini.

DAFTAR PUSTAKA

Endriani, D., & Ritonga, A. H. (2018). The influence of addition palm shell ash to mineralogy and physical properties of clay soil. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(4).

Kang, Y., Wang, F., & Chen, Z. (2010). Reaction of Asphalt and Maleic Anhydride: Kinetics and Mechanism. *Chemical Engineering Journal*, 164(1), 230–237.

Mothé, C. G., de Castro, B. C. S., & Mothé, M. G. (2011). Characterization By TG/DTG/DSC and FTIR of Frying and Fish Oil Residues To Obtain Biodiesel. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 106(3), 811–817.

Polacco, G., Berlincioni, S., Biondi, D., Stastna, J., & Zanzotto, L. (2005). Asphalt Modification With Different Polyethylene-based Polymers. *European Polymer Journal*, 41(12), 2831–2844.

Rianung, S. (2007). Kajian Laboratorium Pengaruh Bahan Tambah Gondorukem pada Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Terhadap Nilai Propertis Marshall dan Durabilitas. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Ritonga, A. H. (2011). Pemanfaatan Karet Ban Bekas (Ground Rubber) Dan Polistirena Bekas Sebagai Bahan Aditif Dalam Pembuatan Aspal Polimer. Medan: USU.

Ritonga, A. H. (2017a). Karakterisasi Aspal Polimer Dari Limbah Polistirena dan Serbuk Karet Ban Bekas Menggunakan Divenil Benzena dan Inisiator Dikumul Peroksida. *Akademia*, 21(2), 7–14.

Ritonga, A. H. (2017b). Modifikasi Aspal Polimer Memanfaatkan Karet Ban Bekas Menggunakan Divenil Benzena dan Dikumul Peroksida Melalui Proses Ekstrusi. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, 1(2009), 8–13.

Ritonga, A. H. (2017c). Pembuatan Aspal Polimer Menggunakan Karet SIR-20 Yang Diinisiasi Oleh Adanya Dikumul Peroksida Melalui Proses Ekstrusi. *Jurnal Stikna*, 1(2), 123–130.

- Satyarno, I. (2006). Penggunaan Serutan Karet Ban Bekas untuk Campuran Beton. *Media Teknik*, 28(2006).
- Sitorus, M. (2009). Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik. *Graha Ilmu, Yogyakarta*, 29–39.
- Sitorus, N. H. (2016). Pembuatan Komposit Interpenetrasi Jaringan Polimer Antara Poliuretan-Karet Alam SIR-10 Dengan Penambahan Zeolit Sebagai Bahan Pengisi. *Pembuatan Komposit Interpenetrasi Jaringan Polimer Antara Poliuretan-Karet Alam SIR-10 Dengan Penambahan Zeolit Sebagai Bahan Pengisi*.
- Thitithammawong, A., Nakason, C., Sahakaro, K., & Noordermeer, J. (2007). Effect of Different Types of Peroxides On Rheological, Mechanical, and Morphological Properties of Thermoplastic Vulcanizates Based On Natural Rubber/Polypropylene Blends. *Polymer Testing*, 26(4), 537–546.
- Tortum, A., Çelik, C., & Aydin, A. C. (2005). Determination of The Optimum Conditions For Tire Rubber In Asphalt Concrete. *Building and Environment*, 40(11), 1492–1504.
- Yeh, P. (2000). A Study of the Potential Use of Asphalt Containing Synthetic Polymers for Asphalt Paving Mixes. *Disertation*.
- Zhang, B., Xi, M., Zhang, D., Zhang, H., & Zhang, B. (2009). The Effect of Styrene–Butadiene–Rubber/Montmorillonite Modification On The Characteristics and Properties of Asphalt. *Construction and Building Materials*, 23(10), 3112–3117.