

PENGUNAAN BAHAN PENGISI NANOKOMPOSIT SILIKA KARBIDA PADA PEMBUATAN KOMPON BAN DALAM KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA

THE UTILIZATION SILICA CARBIDA NANOCOMPOSITE AS FILLER TO TIRE OF COMPOUND MOTORCYCLE PRODUCTIONS

Popy Marlina dan Rahmaniar

Baristand Industri Palembang

e-mail : popymarlina@yahoo.com; rahmaniar_eeen@yahoo.co.id

Diterima: 24 September 2012; Direvisi: 27 September – 11 Oktober 2012; Disetujui: 21 November 2012

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi yang tepat dalam pembuatan kompon untuk ban dalam kendaraan bermotor roda dua dengan menggunakan nanokomposit silika karbida sebagai bahan pengisi, sehingga mempunyai spesifikasi kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua sesuai spesifikasi yang ada di pasaran. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 (dua) faktor, yaitu ukuran partikel nanokomposit silika karbida (Ukuran partikel 40-60 nm, ukuran partikel 80-100 nm dan ukuran partikel 100 mesh (tanpa ukuran nano) dan waktu vulkanisasi (30 menit dan 40 menit), dengan 3 (tiga) kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi ukuran nano komposit silika karbida dan waktu vulkanisasi berpengaruh nyata terhadap sifat fisik kompon karet yaitu kekerasan, tegangan putus, ketahanan kikis dan ketahanan usang kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua. Perlakuan terbaik adalah kombinasi perlakuan P_2W_1 (ukuran partikel nano komposit silika karbida kisaran 80-100 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit) dan memenuhi spesifikasi pasaran dengan karakteristik kompon karet meliputi, kekerasan 56 Shore A, tegangan putus 145 kg/cm², ketahanan kikis 240 DIN mm, ketahanan usang untuk kekerasan 57 Shore A, tegangan putus 140 kg/cm².

Kata kunci : Kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua, nano komposit silika karbida, waktu vulkanisasi

Abstract

The research aimed to get the best formulation of tire *compound motorcycle productions with used silica carbida nano composite as filler to meet the specifications of the market. The experiment was designed as Factorial Randomized Completely Design with two factors as treatments, and each combination of the treatment was gone through trials for three times. The first factor was the particle size of silica carbida nanocomposite (40-60 nm, 80-100 nm and 100 mesh (without nano particle size) and the second factor was vulcanization time (30 minute and 40 minute). The parameters were hardness, tensile strength, elongation at break, abrasive resistance and ageing resistance. The results showed that combination of particle size silica carbida nano composite and vulcanization time had significant effects on the hardness, tensile strength, elongation at break, abrasive resistance and ageing resistance. The best treatment is a combination of treatments P_2W_1 (silica carbide particle size 80 nm-100 nm and vulcanization time 30 min) as well as meets the specifications of the market with the characteristics of rubber compounds include hardness 56 Shore A, tensile strength 145 kg/cm², DIN mm 240 abrasive resitance, and aging resistance to hardness 57 Shore A, tensile strength to 140 kg/cm².*

Keywords : *Silica carbida nano composite, tire of compound motorcycle, vulcanization time*

PENDAHULUAN

Silika karbida merupakan senyawa yang terbentuk hasil reaksi antara silika (SiO_2) dan atom C (karbon). Silika yang digunakan berasal dari sintesa pasir kuarsa dan atom C (karbon) hasil pirolisis serbuk gergaji. Bahan pengisi berfungsi sebagai penguat (*reinforcing*) yang dapat memperbesar volume karet, dapat memperbaiki sifat fisis barang karet dan memperkuat vulkanisat (Boonstra, 2005). Efek penguatan bahan pengisi ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebarannya. Jenis dan jumlah bahan pengisi ditentukan terutama oleh karakteristik produk yang diinginkan dan kelenturannya. Bahan pengisi adalah campuran dari berbagai material (Rihayat, 2007). *Carbon black* adalah jenis bahan pengisi yang paling umum digunakan dalam pembuatan kompon karet. *Carbon black* ditambahkan ke dalam kompon karet dalam jumlah besar dengan tujuan meningkatkan sifat fisik dan memperbaiki karakteristik pengolahan (Thomas, 2003). Penambahan *carbon black* akan mempengaruhi sifat kompon, viskositas dan kekuatan kompon akan bertambah, namun penggunaan *carbon black* mempunyai kelemahan, yaitu daya lekat kompon akan berkurang. Oleh karena itu perlu adanya alternatif lain untuk mengatasi kelemahan ini, diantaranya penggunaan bahan pengisi nanokomposit silika karbida. Nanokomposit silika karbida diharapkan mampu meningkatkan sifat fisik barang jadi karet. Semakin kecil ukuran partikel bahan pengisi yang digunakan, maka akan dapat meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik, ketahanan kikis dan pampatan tetap (Alfa, 2005).

Nanokomposit dapat dianggap sebagai struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar-bentuk penyusun struktur yang berbeda. Ikatan antar partikel yang terjadi pada material nanokomposit memainkan peranan penting pada peningkatan dan pembatasan sifat material. Partikel-partikel yang berukuran nano tersebut memiliki luas

permukaan interaksi yang tinggi. Semakin banyak partikel yang berinteraksi, semakin kuat pula material. Inilah yang membuat ikatan antar partikel semakin kuat sehingga sifat mekanik material bertambah (Hadiyawarman, *et al.*, 2008).

Ban dalam kendaraan bermotor merupakan salah satu bentuk produk barang jadi karet. Ban merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang erat kaitannya dengan masalah lingkungan, sebab pemakaian bahan bakar dan emisi karbondioksida sangat bergantung pada besarnya gesekan antara ban dan jalan ketika kendaraan melaju, maka jenis bahan ban, ketahanannya terhadap aus dan besar gaya-gaya gesek yang bekerja pada kendaraan bermotor pada saat kendaraan sedang berjalan akan sangat mempengaruhi penghematan bahan bakar dan lingkungan (Raharjo, 2009).

Seiring dengan keterbatasan minyak bumi dan isu pentingnya pengurangan efek emisi karbondioksida yang timbul dalam proses pembuatan ban berbahan turunan dari minyak bumi, maka dalam penelitian ini dilakukan untuk pembuatan ban dari unsur non minyak bumi, salah satunya adalah bahan pengisi yang digunakan adalah nanokomposit silika karbida yang berasal dari serat alami. Modifikasi melalui reaksi silika (SiO_2) dengan unsur karbon (C) yang menghasilkan senyawa silika karbida merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan mutu ban kendaraan bermotor roda dua. Dengan menggunakan silika karbida sebagai bahan pengisi kompon dalam pembuatan ban dalam kendaraan bermotor roda dua diharapkan dapat meningkatkan ketahanan terhadap sifat fisiknya. Tujuan Penelitian mendapatkan formulasi yang tepat dalam pembuatan kompon untuk ban dalam kendaraan bermotor roda dua dengan menggunakan nanokomposit silika karbida sebagai bahan pengisi, sehingga mempunyai spesifikasi kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua sesuai spesifikasi yang ada di pasaran.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir kuarsa, serbuk gergaji, *Ribbed smoke sheet* (RSS), *styrena butadiena rubber* (SBR), sulfur, ZnO, *carbon black*, 6PPD, asam stearat, CBS, *cumoron resin*, dan *blend A.60*.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *open mill*, *pressing rubber*, *moulding*, *cutting scrub*, neraca analitis, dan *glassware*.

C. Metode Penelitian

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 (dua) faktor, kombinasi 6 (enam) perlakuan dan 3 (tiga) kali ulangan.

Faktor pertama adalah konsentrasi penambahan bahan pengisi (P), yaitu :

P_1 = ukuran nanokomposit silika karbida kisaran 40 nm - 60 nm

P_2 = ukuran nanokomposit silika karbida kisaran 80 nm - 100 nm

P_3 = ukuran partikel nanokomposit silika karbida 100 mesh (tanpa ukuran nano)

Faktor kedua adalah waktu vulkanisasi (W), yaitu :

W_1 = 30 menit

W_2 = 40 menit

Prosedur Pembuatan Kompon Karet

1. Penimbangan

Bahan yang diperlukan untuk masing-masing formulasi kompon ditimbang sesuai perlakuan. Jumlah dari setiap bahan di dalam formulasi kompon dinyatakan dalam PHR (berat per seratus karet).

2. *Mixing* (pencampuran)

Proses pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), yang telah dibersihkan. Selanjutnya dilakukan proses:

- iii. Mastikasi RSS selama 1-3 menit, dilanjutkan mastikasi SBR selama 1-3 menit.

- iv. Pencampuran polymer dengan bahan kimia (pembuatan kompon karet/vulkanisasi) :

- 1). Vulkanisator (sulfur) ditambahkan dan giling selama 2-3 menit.
- 2). Bahan pengikat/activator, ZnO dan asam stearat ditambahkan, dipotong setiap sisi satu sampai tiga kali selama 2-3 menit.
- 3). Antioksidan, 6PPD, resin dan bahan bantu lain ditambahkan, dipotong setiap sisi sampai 3 kali selama 2-3 menit.
- 4). Sebagian filler (pengisi) nanokomposit silika karbida (sesuai rancangan percobaan), wax dan pelunak (softener) minarex oil ditambahkan, setiap sisi dipotong sampai dua atau tiga kali selama 3-8 menit.
- 5). Sisa filler ditambahkan dan dipotong setiap sisi dua atau tiga kali selama 3-8 menit.
- 6). Accelerator santocure CBS ditambahkan, setiap sisi dipotong dua atau tiga kali selama 1-3 menit.
- 7). Kompon dikeluarkan dari *open mill* dan ditentukan ukuran ketebalan lembaran kompon dengan menyetel jarak roll pada cetakan sheet, dikeluarkan dan diletakkan diatas plastik transaran dan kompon dipotong disesuaikan dengan barang jadi yang akan dibuat.

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter kekerasan (*hardness*), tegangan putus (*tensile strength*), ketahanan kikis (*Abration resistance*) dan ketahanan usang (*ageing resistance*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

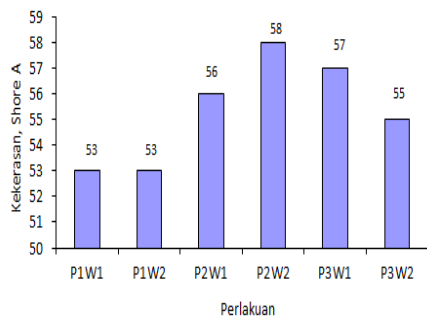
A. Kekerasan (*Hardness*), *Shore A*

Kekerasan kompon karet merupakan besarnya pergerakan jarum skala penunjuk ukuran, akibat besarnya

tekanan balik dari vulkanisat karet terhadap jarum penekan yang melalui suatu mekanisme alat dihubungkan dengan pegas yang akan mengerakkan jarum penunjuk ukuran kekerasan (Maspanger, 2005).

Hasil pengujian kekerasan dalam pembuatan kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua berkisar antara 53 *Shore A* hingga 58 *Shore A*, kompon karet terendah diperoleh pada perlakuan P_1W_1 (ukuran nanokomposit silika karbida kisaran 40 nm - 60 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit) yaitu 53 *Shore A* dan tertinggi diperoleh pada perlakuan P_2W_2 (ukuran nanokomposit silika karbida kisaran 80 nm - 100 nm dan waktu vulkanisasi 40 menit) sebesar 58 *Shore A*.

Hasil penelitian pembuatan kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua terbaik, diperoleh pada perlakuan P_2W_1 (ukuran nanokomposit silika karbida kisaran 80 nm - 100 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit). Nilai kekerasan kompon mendekati nilai kekerasan yang ada dipasaran, yaitu 58-60 *Shore A*. Hasil pengujian kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua dapat dilihat pada Gambar 1.



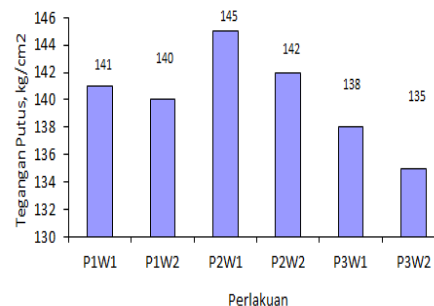
Gambar 1. Kekerasan (*Shore A*) kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua

Kekerasan kompon karet dipengaruhi oleh adanya jumlah optimum dari penambahan bahan pengisi penguat, yang akan meningkatkan kekerasan, barang jadi karet. Efek penguatan bahan pengisi tersebut ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebaran (Franta, 1989). Silika karbida berukuran

nano memiliki struktur lebih tinggi akibatnya interaksi nanosilika karbida dengan molekul karet lebih baik sehingga kompon lebih kaku dan keras. Selain itu bahan pengisi silika karbida berfungsi sebagai penguat, sifat aktif bahan ini dipengaruhi oleh ukuran partikelnya yang kecil dan luas permukaan yang besar.

B. Tegangan Putus (*Tensile Strength*) (kg/cm^2)

Nilai tegangan putus semakin besar, menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis (Basseri, 2005). Hasil pengujian tegangan putus kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua menghasilkan nilai tertinggi pada perlakuan P_2W_1 (ukuran nanokomposit silika karbida kisaran 80 nm - 100 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit), yaitu 145 kg/cm^2 , dan nilai tegangan putus kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua yang terendah terdapat pada perlakuan P_3W_2 (nanokomposit silika karbida (tanpa ukuran nano) dan waktu vulkanisasi 40 menit) yaitu 135 kg/cm^2 . Hasil pengujian tegangan putus kompon karet pada semua perlakuan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tegangan putus (kg/cm^2) kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua

Pada penelitian pembuatan kompon ban dalam kendaraan bermotor yang terbaik didapat pada perlakuan P_2W_1 (ukuran nanokomposit silika karbida kisaran 80 nm - 100 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit) yaitu 145 kg/cm^2 dikarenakan tegangan putus untuk kompon ban dalam kendaraan bermotor yg dihasilkan lebih baik dari yang ada dipasaran 139 kg/cm^2 . Ukuran

partikel nano silika karbida yang kecil memungkinkan bahan pengisi terdipersi dengan baik dan merata dalam kompon karet. Akibatnya terjadi interaksi secara fisika dan kimia dengan lebih baik. Secara kimia terbentuk ikatan antara karet dengan gugus fungsional permukaan carbon. Terbentuknya ikatan mengakibatkan vulkanisasi menjadi kaku dan kuat sehingga tegangan putusnya tinggi (Herminiwati *et al.*, 2003).

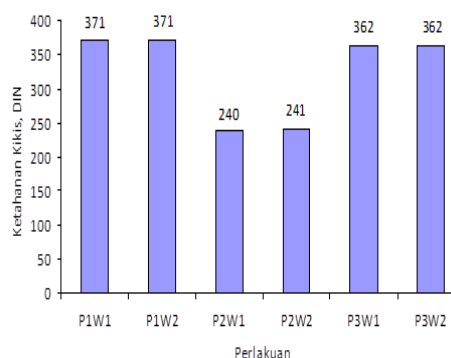
Selain itu ikatan antar partikel yang terjadi pada material nanokomposit memainkan peranan penting pada peningkatan dan pembatasan sifat material. Partikel-partikel yang berukuran nano tersebut memiliki luas permukaan interaksi yang tinggi. Semakin banyak partikel yang berinteraksi, semakin kuat pula material. Inilah yang membuat ikatan antar partikel semakin kuat sehingga sifat mekanik material bertambah (Hadiyawarman, *et al.*, 2008). Nanokomposit silika karbida dapat meningkatkan sifat fisik barang jadi karet. Semakin kecil ukuran partikel bahan pengisi yang digunakan, maka akan dapat meningkatkan nilai tegangan putus (Alfa, 2005).

C. Ketahanan Kikis (*Abrasion Resistance*) (DIN mm)

Pengujian ketahanan kikis (*abrassion resistance*), bertujuan untuk mengetahui ketahanan kikis dari vulkanisat karet yang digesekan pada sebuah ampelas kikis dengan mutu tertentu, dengan tekanan dan area tertentu. Kesanggupan karet bertahan terhadap gesekan dengan benda lain pada pemakaiannya, disebut ketahanan kikis. Pengujian ketahanan kikis dilakukan dengan cara penggesekan karet pada suatu permukaan pengikis atau pengikis digosokkan pada permukaan karet. Ketahanan kikis dari vulkanisat karet yang di gesekkan pada sebuah ampelas kikis dengan mutu tertentu, dengan tekanan dan area tertentu (Basseri, 2005). Nilai ketahanan kikis merupakan sifat yang penting yang harus dimiliki oleh produk karet, jika ketahanan kikis rendah maka produk yang dihasilkan akan muda aus dan

menyebabkan cepat terjadinya kebocoran.

Nilai ketahanan kikis kompon karet yang semakin kecil menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis. Ketahanan kikis hasil pengujian kompon karet dengan nilai tertinggi didapat pada perlakuan P_1W_1 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 40- 60 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit) dan P_1W_2 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 40- 60 nm dan waktu vulkanisasi 40 menit) yaitu 371 DIN mm³ dan yang terendah diperoleh pada perlakuan P_2W_1 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 80-100 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit). Hasil pengujian ketahanan kikis kompon ban dalam kendaraan bermotor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ketahanan kikis (DIN, mm) kompon ban dalam kendaraan bermotor

Nilai ketahanan kikis kompon karet terbaik diperoleh pada perlakuan P_2W_1 , dimana perlakuan ini memiliki ketahanan kikis yang paling tinggi dan mendekati nilai ketahanan kikis kompon ban dalam kendaraan bermotor yang ada dipasaran, yaitu 236 DIN mm.

Senyawa silika karbida mempunyai karakteristik dapat bertahan terhadap beberapa kondisi seperti abrasi, temperatur tinggi, tekanan. Selain itu adanya bahan pengisi silika karida yang berikatan dengan molekul karet akan menaikkan nilai ketahanan kikisnya. Penambahan bahan pengisi penguat dalam jumlah optimum, akan meningkatkan ketahanan kikis kompon karet. Efek penguatan bahan pengisi tersebut ditentukan oleh ukuran partikel,

keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebarannya (Alfa, 2005).

D. Ketahanan Usang (*Ageing Resistance*, %)

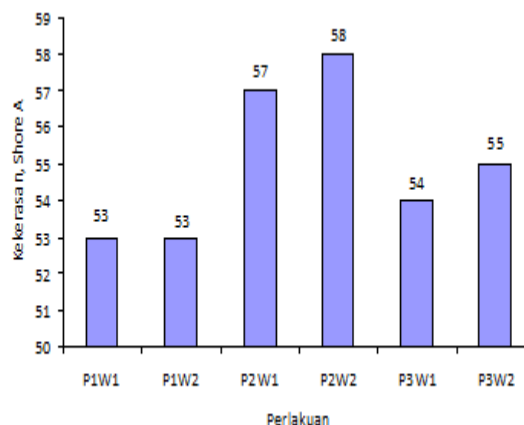
Pengusangan mengakibatkan turunnya sifat fisik barang karet seperti tegangan putus, perpanjangan putus dan kekerasan selama masa penyimpanan. Karet menjadi keras dan retak, lunak dan lekat-lekat. Penurunan sifat fisik disebabkan terjadinya degradasi karet karena oksidasi oleh oksigen dan ozon. Oksidasi dipercepat dengan adanya panas, sinar ultraviolet, dan logam-logam yang mengkatalisa oksidasi karet. Ketahanan usang kompon karet dinyatakan dengan kemunduran tegangan putus, kemunduran perpanjangan putus, dan kekerasan.

a. Kekerasan (*Hardness*), *Shore A*

Hasil pengujian kekerasan kompon karet setelah pengusangan dengan nilai tertinggi pada perlakuan P_2W_2 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 80-100 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit), yaitu 58 *Shore A* dan terendah pada perlakuan P_1W_1 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 40-60 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit) dan P_1W_2 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 40-60 nm dan waktu vulkanisasi 40 menit) yaitu 53 *Shore A*. Nilai kekerasan yang terbaik diperoleh pada perlakuan P_2W_1 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 40-60 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit). Dan memenuhi spesifikasi kekerasan dipasaran yang berkisara antara 58 – 60 *Shore A*. Hasil pengujian kekerasan setelah pengusangan dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengusangan mengakibatkan turunnya sifat fisik barang karet seperti tegangan putus, perpanjangan putus dan kekerasan selama masa penyimpanan. Karet menjadi keras dan retak, lunak dan lekat-lekat. Penurunan sifat fisik disebabkan terjadinya degradasi karet karena oksidasi oleh oksigen dan ozon. Oksidasi dipercepat dengan adanya panas, sinar ultraviolet, dan logam-logam yang mengkatalisa oksidasi karet. Ketahanan usang kompon karet

dinyatakan dengan kemunduran tegangan putus dan kekerasan.



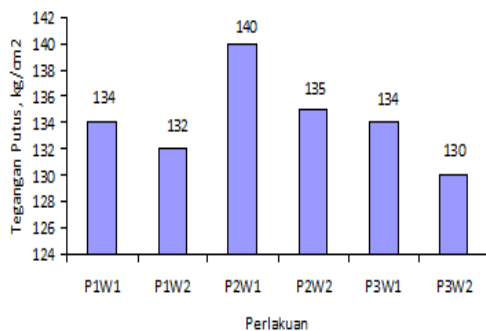
Gambar 4. Perubahan kekerasan (*Shore A*) kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua setelah pengusangan

Semakin besar ukuran partikel silika karbida dan waktu vulkanisasi, maka nilai kekerasan kompon karet setelah pengusangan tidak signifikan perubahannya. Hal ini disebabkan senyawa silika karbida mempunyai ketahanan terhadap oksidasi yang tinggi, walaupun panas akan mempercepat proses oksidasi dan degradasi pada vulkanisat karet. Selain itu, bahwa ukuran partikel silika karbida yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada kompon karet dapat mempertahankan sifat elastisitas setelah pengusangan. Bahan pengisi aktif atau bahan pengisi yang menguatkan mampu menambah kekerasan pada karet yang dihasilkan. Derajat keaktifan atau derajat memperkuat ini berhubungan dengan besarnya partikel-partikel, makin kecil bahan pengisi, makin besar khasiatnya (Rubber Stichting, 2006).

b. Tegangan Putus, kg/cm^2

Nilai tegangan putus kompon karet semakin tinggi, menunjukkan bahwa kompon karet masih elastis. Kemunduran tegangan putus hasil kompon karet dengan nilai tertinggi pada perlakuan P_2W_1 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 40-60 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit). yaitu 140 kg/cm^2 dan terendah pada perlakuan P_3W_2 (ukuran nano komposit silika

karbida tanpa ukuran nano dan waktu vulkanisasi 30 menit). yaitu 130 kg/cm^2 Hasil pengujian kemunduran tegangan putus dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perubahan Tegangan Putus (kg/cm^2) Kompon Ban dalam Kendaraan Bermotor

Nilai kemunduran tegangan putus terbaik diperoleh pada perlakuan P_2W_1 (ukuran nano komposit silika karbida kisaran 40 – 60 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit). Pada perlakuan P_2W_1 nilai tegangan putus (140 kg/cm^2) merupakan nilai tertinggi, dan nilai tersebut lebih bagus bila dibandingkan dengan nilai tegangan putus setelah pengusangan yang ada di pasaran, yaitu 160 kg/cm^2 . Hal ini disebabkan kemampuan silika karbida bereaksi dengan gugus aktif pada molekul karet untuk membentuk ikatan silang baru antar molekul yang mempunyai efek antioksidan. Ikatan silang baru mempunyai ketahanan oksidasi yang lebih baik. Polimer karet terdiri dari unit monomer isoprene (C_5H_8) dengan satu ikatan rangkap tiap monomernya. Adanya ikatan rangkap dan gugus metilen merupakan gugus reaktif untuk terjadinya ikatan kimia (Supratiningsih, 2005). Terbentuknya ikatan-ikatan mengakibatkan karet menjadi kaku dan kuat sehingga tegangan putusnya tetap tinggi setelah pengusangan. Nilai kemunduran tegangan putus terkecil pada kompon karet juga menghasilkan kemunduran perpanjangan putus yang terendah. Selain itu, adanya pengaruh penambahan antioksidan 6PPD yang mempunyai sifat sebagai antioksidan yang kuat. Antioksidan golongan amina

merupakan antioksidan yang dapat melindungi karet dengan baik (Abednego, 1998).

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan ukuran nano komposit silika karbida dan waktu vulkanisasi berpengaruh nyata terhadap sifat fisik kompon karet yaitu kekerasan, tegangan putus, ketahanan kikis dan ketahanan usang kompon ban dalam kendaraan bermotor roda dua.

Perlakuan terbaik adalah kombinasi perlakuan P_2W_1 (ukuran partikel nano komposit silika karbida kisaran 80-100 nm dan waktu vulkanisasi 30 menit) dan memenuhi spesifikasi pasaran dengan karakteristik kompon karet meliputi, kekerasan 56 Shore A, tegangan putus 145 kg/cm^2 , ketahanan kikis 240 DIN mm, ketahanan usang untuk kekerasan 57 Shore A, tegangan putus 140 kg/cm^2 .

DAFTAR PUSTAKA

- Abednego. (1998). *Bahan Kimia Penyusun Kompon*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Alfa, A. A. (2005). *Bahan Kimia untuk Kompon Karet*. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet Padat. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Basseri, A. (2005). *Teori Praktek Barang Jadi Karet*. Bogor: Balai Penelitian dan Teknologi Karet Bogor.
- Boonstra, B.B. (2005). *Journal of Rubber Age*. 92(6).
- Franta, I. (1989). *Elastomers and Rubber Compounding Materials, Manufacture, Properties and Application*. Elvevier, Amsterdam. New York: Oxford.
- Hadiyawarman, et. al. (2008). Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. 1(1).
- Herminiwati, Purnomo, D., dan Supranto. (2003). Sifat Filler Kayu Kering terhadap Vulkanisat Karet. *Majalah*

- Barang Kulit, Karet dan Plastik*. 9(1): 32-39.
- Maspanger, D.R. (2005). *Sifat Fisik Karet. Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Raharjo, P. (2009). Karet, Material Andalan Ekspor di Bawah Harapan dan Ancaman .
www.infometrik.com/2009/08/Karet-Material-Andalan-Ekspor-di-Bawah-Harapan-dan-Ancaman.
diakses pada tanggal 2 Desember 2009.
- Rihayat. (2007). Sintesa dan Karakteristik Sifat Mekanik Karet Nanokomposit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 6(1): 1-6.
- Rubber Stching. (2006). *Rheology of Raw Rubber. In Natural Rubber Science and Technology*. New York: Oxford.
- Supraptiningsih, A. (2005). Pengaruh RSS/SBR dan Filler CaCO_3 terhadap Sifat Fisis Kompon Karpas Karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. 21(1): 34-40.
- Thomas, J. (2003). *Disain Kompon*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.