

KARAKTERISTIK VULKANISASI KOMPON PADA PEMBUATAN WIPER BLADE

(VULCANIZATION CHARACTERISTIC OF COMPOUND TO WIPER BLADE PRODUCTION)

Hari Adi Prasetya, Popy Marlina
Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS) terhadap karakteristik vulkanisasi kompon *wiper blade*. Variasi suhu vulkanisasi pada penelitian ini adalah 130 °C, 150 °C, 170 °C dan variasi konsentrasi Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS) 5 phr dan 10 phr. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS berpengaruh nyata terhadap karakteristik vulkanisasi kompon *wiper blade*, yaitu waktu *scorch* (t_{s_2}), waktu matang optimum (t_{90}), laju vulkanisasi dan modulus torsi (t). Perlakuan terbaik adalah kombinasi perlakuan T_2H_2 (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) dengan karakteristik vulkanisasi kompon *wiper blade* meliputi waktu *scorch* 2,25 menit, waktu matang optimum 4 menit, laju vulkanisasi 12,12 menit dan modulus torsi 82 kg.cm.

Kata kunci : Karakteristik vulkanisasi, kompon karet, *wiper blade*

Abstract

The research aimed to study the effect of temperature and Hydroxylamin Netral Sulphat (HNS) to characteristics of vulcanization *wiper blade*. Temperature vulcanization used for the research was varied at 130 °C, 150 °C, 170 °C and Hydroxylamin Netral Sulphat (HNS) at 5 phr, 10 phr. The result show that the effect temperature of vulcanization and Hydroxylamin Netral Sulphat (HNS) concentration had significant effect on the *scorch* time (t_{s_2}), optimum cure time (t_{90}), vulcanization rate, and modulus torsi (t) rubber compound *wiper blade*. The best treatment was found to be the T_2H_2 (the addition of temperature 150 °C and HNS 10 phr) with characteristic of vulcanization *wiper blade* compound of 2,25 minute for the *scorch* time, 4 minute for the optimum cure time, 12,12 minute for the vulcanization rate and 82 kg.cm for the torcy modulus.

Keywords : Vulcanization characteristics, rubber compound, *wiper blade*

PENDAHULUAN

Kualitas produk karet sangat ditentukan oleh teknologi pembuatannya, bahan baku dan bahan-bahan tambahan yang digunakan. Proses pengolahan barang jadi karet dapat dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu proses pembuatan kompon dengan

pencampuran bahan baku karet dan bahan-bahan pembantu dengan menggunakan *two roll mill*, dilanjutkan dengan cara ekstrusi dengan mesin ekstruder, dan tahapan terakhir adalah proses vulkanisasi (Baron, 1998). Proses vulkanisasi sangat menentukan kualitas dari barang jadi karet. Beberapa tahapan vulkanisasi yaitu pra-vulkanisasi,

vulkanisasi optimum dan over vulkanisasi. Faktor yang mempengaruhi proses vulkanisasi yaitu suhu, waktu vulkanisasi, tekanan dan jenis bahan pemvulkanisasi yang digunakan. Proses vulkanisasi adalah proses perubahan molekul karet karena terbentuknya pemutusan ikatan rangkap pada polimer karet. Pemutusan ikatan rangkap akan menyebabkan perubahan sifat fisis karet dari keadaan plastis menjadi elastis. Vulkanisasi berlangsung apabila dalam kompon karet terdapat bahan pemvulkanisasi, karena tanpa bahan tersebut kompon karet tidak akan matang. Bahan pemvulkanisasi adalah bahan kimia yang dapat bereaksi dengan gugus aktif pada molekul karet untuk membentuk ikatan silang antar molekul, sehingga terbentuk jaringan tiga dimensi (Yuniari, et al., 2001).

Wiper blade merupakan komponen pembersih kaca mobil yang sangat penting, karena secara tidak langsung mempengaruhi faktor keselamatan. *Wiper blade* sering mengalami kerusakan, terutama terjadinya pengerasan pada karetinya, hal ini akan berpengaruh pada kemampuannya dalam membersihkan kaca mobil, sehingga pada waktu hujan pengemudi tidak dapat dengan jelas melihat keluar melalui kaca depan mobil. Untuk mengatasi pengerasan *wiper blade* pada saat penyimpanan digunakan Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS) sebagai bahan stabilizer yang ditambahkan pada saat pembuatan kompon *wiper blade*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS akan berpengaruh terhadap karakteristik vulkanisasi kompon *wiper blade* kendaraan bermotor, sehingga mempunyai spesifikasi *wiper blade* kendaraan bermotor yang tetap elastis selama pengangkutan, pemakaian maupun dalam penyimpanan.

BAHAN DAN METODA

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi karet sintetis NBR (*Acrylonitrile Butadiene Rubber*), karet

alam NR (*Natural Rubber*), bahan bantu *white oil*, TiO, vulkadur A, bahan penggiat (activator) ZnO dan asam stearat (*stearat acid*), anti ozon TMQ, DBP, *filler* CB N330(HAF), Silika, CaCO₃, pelunak minarek *oil*, *brown factice*, wax, pencepat (*accelerator*) primer CBS, *santo white*, pencepat (*accelerator*) sekunder TMTD, DPG, MBTS, *Coumaron* Resin, vulkanisator sulfur, P2O₅, HNS dan bahan untuk uji mutu produk di laboratorium.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi *two roll mill*, neraca analitik, mesin pres hidrolik, dan rheometer.

C. Metoda Penelitian

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial.

Faktor pertama, yaitu :

T₁ = suhu vulkanisasi 130 °C

T₂ = suhu vulkanisasi 150 °C

T₃ = suhu vulkanisasi 170 °C

Faktor kedua, yaitu :

H₁ = konsentrasi HNS 5 phr

H₂ = konsentrasi HNS 10 phr

Prosedur Pembuatan Kompon Karet

Pembuatan kompon dilakukan dengan menimbang semua bahan-bahan sesuai dengan formulasi, kemudian dengan menggunakan alat *two roll mill*, dilakukan penggilingan, mula-mula karet alam/NR digiling sampai plastis, kemudian tambahkan karet sintetis NBR, digiling sampai plastis dan tercampur sempurna dengan karet NR. Kemudian berturut-turut tambahkan asam stearat, ZnO, *carbon black*, digiling sampai homogen, kemudian tambahkan CBS, TMTD, santoflek (6 PPD), cumoron resin, minarex B, HNS (sesuai rancangan percobaan) digiling sampai homogen, terakhir ditambah sulfur dan digiling sampai homogen. Selama penggilingan temperatur dipertahankan 70 ± 5 °C, dan sebelum divulkanisasi kompon

dikondisikan dulu selama 24 jam. Untuk proses vulkanisasi dilakukan menggunakan suhu yang divariasi (sesuai rancangan percobaan). Sampel diambil sebanyak 7 gram untuk diuji karakteristik vulkanisasinya menggunakan rheometer.

Peubah yang diamati

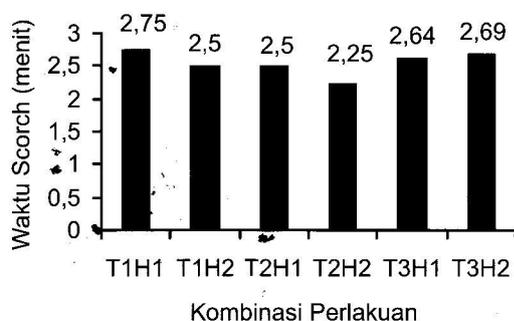
Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter waktu *scorch* (ts_2), waktu vulkanisasi optimum (tc_{90}), laju vulkanisasi, dan modulus torsi (t).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Waktu *scorch* (ts_2), menit

Waktu *scorch* dilakukan untuk mengetahui waktu yang ditempuh kompon dari awal pemanasan hingga awal vulkanisasi, atau disebut juga waktu induksi (Wicaksono *et al.*, 2004).

Waktu *scorch* dengan variasi suhu vulkanisasi dan konsentrasi hidroksilamin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS terhadap kompon *wiper blade*

Hasil pengujian waktu *scorch wiper blade* kendaraan bermotor tertinggi diperoleh pada perlakuan T_1H_1 (variasi suhu vulkanisasi 130 °C dan konsentrasi HNS 5 phr), yaitu 2,75 menit, dan terendah terdapat pada perlakuan T_2H_2 (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) yaitu 2,25 menit.

Perlakuan suhu akan mempengaruhi jumlah ikatan sulfida. Selama pemanasan berlangsung, jumlah ikatan sulfida berkurang karena sebagian atom belerang membentuk ikatan belerang intramolekular yang tidak berperan dalam penguatan. Pemanasan juga akan berpengaruh terhadap viskositas kompon, pada saat vulkanisasi mulai berlangsung terjadi peningkatan viskositas (Bhuana, 2001).

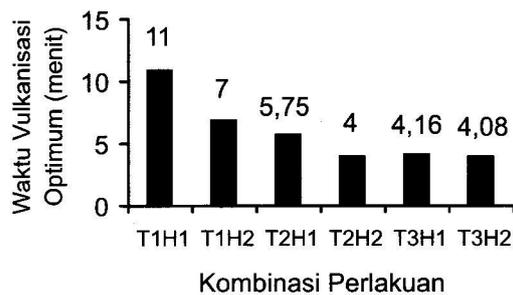
Perlakuan terbaik diperoleh pada T_2H_2 (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) yaitu 2,25 menit. Sesuai pendapat Honggokusumo dan Bahar (2002), selama vulkanisasi berlangsung proses harus berjalan lancar dan cepat tanpa ada gangguan sehingga vulkanisasi sempurna.

Selain itu, adanya aktivitas karet terhadap bahan pemvulkanisasi sulfur dipengaruhi oleh ikatan rangkap C dalam karet alam. Karet alam mempunyai ikatan rangkap C dalam tiap unit monomernya, dengan adanya pemanasan selama proses vulkanisasi dapat memutuskan rantai karbon karet, memutuskan rantai samping sampai terbentuk monomer-monomer atau depolimerisasi (Schnabel, 1999). Pemutusan ikatan silang belerang atau karbon menyebabkan karet bersifat plastis sehingga memungkinkan untuk diolah menjadi barang jadi karet.

B. Waktu Vulkanisasi Optimum (tc_{90}), menit

Waktu matang optimum (tc_{90}) merupakan waktu yang diperlukan sejak awal pemanasan untuk mematangkan kompon sampai kematangan optimum (Wicaksono *et al.*, 2004). Waktu vulkanisasi optimum dengan variasi suhu vulkanisasi dan konsentrasi hidroksilamin dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil pengujian waktu vulkanisasi optimum kompon *wiper blade* tertinggi terdapat pada perlakuan T_1H_1 (variasi suhu vulkanisasi 130 °C dan konsentrasi HNS 5 phr), yaitu 11 menit, dan terendah terdapat pada perlakuan T_2H_2 (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) yaitu 4 menit.



Gambar 2. Pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS terhadap waktu vulkanisasi optimum komponen *wiper blade*

Waktu vulkanisasi optimum komponen *wiper blade* terbaik diperoleh pada perlakuan T₂H₂ (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) yaitu 4 menit, hal ini disebabkan perlakuan panas cenderung memecah unit-unit besar dan melunakkan molekul karet. Semakin tinggi suhu vulkanisasi maka proses pemasakan komponen akan semakin cepat, dan mencapai optimum pada suhu tertentu, selain itu suhu yang semakin tinggi akan membuat komponen karet menjadi kelewat matang sehingga akan mempengaruhi sifat fisik dari komponen karet.

Pada proses vulkanisasi karet dipanaskan bersama-sama dengan sulfur, dimana sulfur akan diaktifkan dalam molekul karet dalam bentuk molekul aktif, accelerator akan berperan mengubah sulfur ke bentuk atom aktif yang kemudian bereaksi dengan molekul karet pada ikatan rangkapnya. Perlakuan panas akan menimbulkan efek yang bertentangan, disatu pihak panas akan mengaktifkan sulfur dilain pihak panas akan merusak molekul-molekul karet. Sehingga sifat karet akan tergantung pada kecepatan dimana sulfur dibuat aktif (Prayitno, 2001).

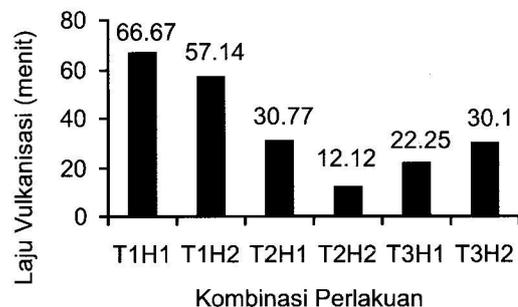
Hidroksilamin Netral Sulfat yang digunakan dalam pembuatan komponen *wiper blade* mengandung gugus NH₂ berfungsi untuk melindungi komponen-komponen molekul karet yang mempunyai ikatan rangkap (bersifat tak jenuh) dan mencegah terjadinya ikatan

silang gugus aldehida sehingga reaksi pemutusan ikatan rangkap molekul karet berlangsung dengan baik (Refrizon, 2003). Senyawa HNS akan memperlambat pemecahan molekul karet sehingga proses vulkanisasi berlangsung cepat. Pemasakan komponen karet juga dipengaruhi perbedaan viskositas campuran bahan-bahan kimia yang ditambahkan. Perbedaan viskositas yang makin besar dapat memperlambat pembentukan campuran yang homogen, akibatnya bahan-bahan kimia yang digunakan tidak terdistribusi merata dalam campuran. Selain itu, HNS dapat mengimbangi *carbon black* sebagai bahan pengisi, sehingga proses *compounding* berlangsung cepat, karena HNS akan lebih cepat terdispersi dalam karet yang mempunyai viskositas rendah (Wicaksono *et al.*, 2004).

C. Laju Vulkanisasi (menit)

Laju vulkanisasi merupakan waktu yang diperlukan untuk mencapai kematangan optimum yang diukur sejak pertama kali terjadi vulkanisasi. Pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS terhadap laju vulkanisasi komponen *wiper blade* disajikan pada Gambar 3.

Hasil pengujian laju vulkanisasi komponen *wiper blade* tertinggi terdapat pada perlakuan T₁H₁ (variasi suhu vulkanisasi 130 °C dan konsentrasi HNS 5 phr), yaitu 66,67 menit, dan terendah terdapat pada perlakuan T₂H₂ (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) yaitu 12,12 menit.



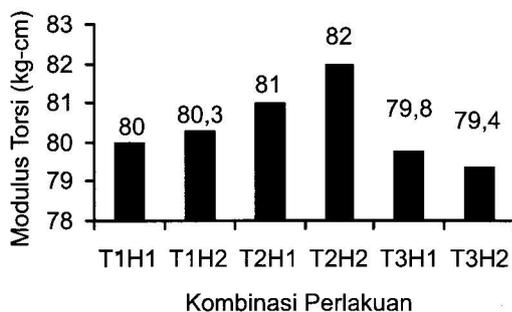
Gambar 3. Pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS terhadap laju vulkanisasi komponen *wiper blade*

Laju vulkanisasi dipengaruhi oleh aktivitas karet terhadap bahan pemvulkanisasi. Laju vulkanisasi terbaik diperoleh pada perlakuan T₂H₂ (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) yaitu 12,12 menit. Hal ini sesuai dengan pendapat Kahar (2003), semakin tinggi suhu vulkanisasi akan semakin cepat laju vulkanisasi, namun suhu vulkanisasi yang tinggi akan merusak molekul karet. Adanya kemampuan HNS yang dapat bereaksi dengan rantai polimer karet akibatnya terjadi pemutusan rantai polimer karet membentuk struktur karet yang lebih stabil sehingga laju vulkanisasi akan semakin cepat. Selain itu penggunaan HNS yang makin banyak, akan meningkatkan reaktivitas pencampuran bahan kimia pemvulkanisasi, sehingga laju vulkanisasi yang lebih cepat.

Suhu vulkanisasi berpengaruh dalam pemutusan ikatan sulfida, namun pemanasan juga dapat menyebabkan pengikatan kembali sulfida yang terputus. Panas yang berkelanjutan menghasilkan degradasi ikatan silang sulfida dan dapat terbentuk ikatan sulfida kembali terutama ikatan sulfida siklis (Nieuwenhuizen dan Reedijk, 1997).

D. Modulus torsi (t), kg.cm

Berlangsungnya proses vulkanisasi ditandai dengan meningkatnya modulus torsi. Besarnya nilai modulus torsi dapat digunakan sebagai indikator banyaknya ikatan silang yang terbentuk sebagai hasil vulkanisasi (Manna *et al.*, 1997).



Gambar 4. Pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS terhadap modulus torsi kompon *wiper blade*

Pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS pada kompon *wiper blade* dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil pengujian modulus torsi kompon *wiper blade* tertinggi diperoleh pada perlakuan T₂H₂ (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) yaitu 82 kg cm. Modulus torsi terendah diperoleh pada perlakuan T₁H₁ (variasi suhu vulkanisasi 130 °C dan konsentrasi HNS 5 phr), yaitu 80 kg cm. Perlakuan terbaik diperoleh pada T₂H₂ dengan nilai modulus torsi paling tinggi diantara perlakuan lainnya. Modulus torsi yang tinggi akan meningkatkan rapat ikatan silang karet dan menggambarkan kekuatan vulkanisat yang baik (Honggokusumo dan Bahar, 2002). Rapat ikatan silang yang efektif selama proses vulkanisasi sangat menentukan karakteristik fisik dan mekanik produk karet (Kahar, 2003). Perlakuan suhu akan meningkatkan viskositas karet akibatnya modulus torsi yang dihasilkan tinggi. Selain itu, HNS dapat berperan sebagai bahan penguat dalam kompon karet sehingga meningkatkan viskositas. Perlakuan suhu yang tinggi akan melunakkan karet sehingga viskositasnya lebih rendah. Hal tersebut menyebabkan modulus torsi kompon karet lebih kecil.

KESIMPULAN

1. Pengaruh suhu vulkanisasi dan konsentrasi HNS berpengaruh nyata terhadap karakteristik vulkanisasi kompon wiper blade kendaraan bermotor, yaitu waktu *scorch* (t_{s_2}), waktu matang optimum (t_{90}), laju vulkanisasi dan modulus torsi (t).
2. Perlakuan terbaik diperoleh pada T₂H₂ (variasi suhu vulkanisasi 150 °C dan konsentrasi HNS 10 phr) dengan karakteristik vulkanisasi kompon *wiper blade* kendaraan bermotor meliputi waktu *scorch* 2,25 menit, waktu matang optimum 4 menit, laju vulkanisasi 12,12 menit dan modulus torsi 82 kg cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Baron, H. 1998. *Modern Rubber Chemistry*. D. Van Nostrand Company Inc. New York. USA.
- Bhuana, KS. 2001. *Proses Mastikasi dan Pencampuran Kompon*. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet. Balai Penelitian Teknologi Karet. Bogor.
- Honggokusumo, S. dan N. Bahar. 2002. *Penggunaan Lignin Termodifikasi sebagai Bahan Pelunak Kompon Karet*. Prosiding Simposium Nasional Polimer II.
- Kahar, N. 2003. *Rapat Ikatan Silang pada Karet Alam yang Divulkanisir*. *Teknologi Indonesia* Jilid VIII. No. 2.
- Manna, A.K., P.P.De, and D.K. Tripathy. 1997. *Chemical Interaction between Surface Oxidized Carbon Black and Epoxidized Natural Rubber*. *Rubber Chemical Technology*. 70(4): 624-633.
- Nieuwenhuizen, J. and M. Reedijk. 1997. *Thiuram and Dithiocarbamate Accelerated Sulfur Vulcanization from the Chemist's Perspective; Methods, Materials and Mechanisms Reviewed*. *Rubber Chem. Technol.* 70(3): 368-429.
- Prayitno. 2001. *Pengaruh Suhu Vulkanisasi Terhadap Sifat Tegangan Putus, Perpanjangan Putus dan Ketahanan Sobek Kompon Sol Karet*. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. Vol 10 No. 19: 103-109.
- Refrizon. 2003. *Viskositas Mooney Karet Alam*. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Schnabel, W. 1999. *Polymer Degradation: Principles and Practical Applications*. Hanser International. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- Wicaksono, R. Sutardi dan Herminiwati. 2004. *Pembuatan Karet Riklim dari Ban Bekas dengan Microwave Ditinjau dari Karakteristik Vulkanisasi Kompon*. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*. Vol. 20 NO. 1 Juli 2004: 23-29.
- Yuniari, A. Setyaningsih dan A. Buchori. 2001. *Optimalisasi Kondisi Proses Vulkanisasi Terhadap Sifat Fisis Kompon Karet yang Menggunakan Bahan Pengisi Jenis Silikat*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Surakarta 13 Oktober 2001: 55-59.