

## PENGARUH NITRILE BUTADIENE RUBBER (NBR) TERHADAP MUTU BANTALAN MESIN

### THE EFFECT OF NITRILE BUTADIENE RUBBER (NBR) ON ENGINE MOUNTING QUALITY

**Syamsul Bahri dan Tri Susanto**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

e-mail: [esbe89@yahoo.co.id](mailto:esbe89@yahoo.co.id) dan [santo\\_ndut@yahoo.co.id](mailto:santo_ndut@yahoo.co.id)

Diajukan: 18 Februari 2013; Dinilai: 13 Maret – 07 Mei 2013; Disetujui: 03 Juni 2013

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan NBR dalam pembuatan bantalan mesin untuk meningkatkan mutu bantalan mesin ditinjau dari parameter ketahanan usang, ketahanan minyak dan pengembangan volume dan berat vulkanisat. Kompon karet bantalan mesin yang dibuat dari campuran karet alam (NR) dan karet sintesis (NBR) dengan variasi perbandingan NR:NBR yaitu formula I 20:80, formula II 40:60, formula III 60:40 dan formula IV 80:20. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi III 60:40 adalah formula terbaik pembuatan kompon. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bantalan mesin memiliki nilai Kekerasan 64 Shore A, Tegangan Putus 112 kg/cm<sup>2</sup>, Perpanjangan Putus 550%, Pampatan Tetap 26,87%, Pengembangan (OIL, SAE40, 70 °C, 2 x 24 jam) volume 29,44% dan peningkatan berat 39,68%, sedangkan nilai ketahanan usang (*Aging*, 70 °C, 2 x 24 jam) yang dilihat dari penurunan tegangan putus 3% dan penurunan perpanjangan putus -40% yang memenuhi persyaratan SNI 06-1540-1989 untuk Karet Bantalan Mesin Kendaraan Bermotor.

**Kata kunci** : bantalan mesin, karet, kendaraan bermotor, mutu, NBR

#### Abstract

*This study aimed to determine the effect of NBR as a substitute for NR to improve the quality engine mounting i.e. oil resistance. Engine mounting compound made by a mixture of natural rubber (NR) with synthetic rubber (NBR) on the ratio NR: NBR the 20:80 formulae I, formula II 40:60, formula III 60:40 and formula IV 80:20. The results showed that the formulation III NR:NBR 60:40. Testing results show that the rubber engine mounting vulcanizates has hardness 64 ShoreA, tensile strength 112 kg/cm<sup>2</sup>, Elongation at break 550%, Compression set 26.87%, Swelling (OIL, SAE40, 70 °C, 2 x 24 hours) 29.44%, change in weight 39.68%, while the value of resistance obsolete (*Aging*, 70 °C, 2 x 24 hours) as seen from the voltage drop of 3% decline and deterioration extension -40% drop that meets the quality requirements of SNI 06-1540-1989 Rubber Bearing Motor Vehicle Engineering.*

**Keywords** : engine mounting, NBR, quality, rubber, vehicle

#### PENDAHULUAN

Karet bantalan mesin (*Engine Mounting*) pada kendaraan bermotor roda empat adalah komponen karet yang berfungsi untuk menahan getaran yang ditimbulkan oleh mesin. Efek yang ditimbulkan dari getaran yang ada pada bagian tertentu dapat merusak komponen interior yang mengakibatkan kurangnya kenyamanan bagi penumpang. Dalam

pemilihan suku cadang termasuk Bantalan mesin perlu dirancang untuk memenuhi sifat yang spesifik berdasarkan lokasi penempatan, gerakan dan karakteristik karet apabila mengalami tekanan, cairan dan suhu yang kontak dengan karet bantalan mesin tersebut.

Kerusakan karet bantalan mesin biasanya diakibatkan penerimaan beban saat mobil berakselerasi dan deaselerasi, sehingga dimungkinkan adanya

penurunan sifat fisik mekanik polimer karet tersebut (Chandra dan Rustgi, 1997). Kerusakan lain adalah besarnya beban mesin yang harus ditopangnya dan suhu panas yang dihasilkan mesin, dengan adanya pengaruh panas pada polimer karet, maka struktur polimer akan cepat berubah dan mengalami kerusakan (Blow, 2001). Material karet yang digunakan pun akan getas seiring dengan berjalannya waktu sehingga mempercepat kerusakan, oleh karena itu material penyusun polimer karet harus didesain sesuai dengan kebutuhan dan kegunaan barang jadi karet tersebut (Alfa, 2005)

Karet alam merupakan polimer dengan sifat dinamik yang baik antara lain tegangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis (Hofmann, 2000). Struktur molekul karet alam adalah *cis*-1,4-polyisoprene bersifat tidak tahan terhadap ozon, minyak dan suhu tinggi (Kahar, 2003). Kelemahan karet alam pada nilai viskositas *mooney* (Baron, 1998), mudah mengalami reaksi oksidasi dan kurang elastis (Nelly, 2005), tidak tahan terhadap panas dan pelarut hidrokarbon (Maspanger, 2005). Untuk memperbaiki sifat mekanik fisik pada karet bantalan mesin agar sesuai dengan SNI 06 – 1540 – 1989 syarat mutu Karet Bantalan Mesin Kendaraan Bermotor meliputi parameter Kekerasan, Tegangan Putus, Perpanjangan Putus (%), Pampatan Tetap (%), Pengembangan (OIL, SAE 40, 70 °C, 2 x 24 jam), Perubahan volume (%), Perubahan berat (%), Pengusangan (Aging, 70 °C, 2 x 24 jam, Tegangan putus (%), Perpanjangan putus (%).

Untuk mengantisipasi beberapa masalah karet bantalan mesin dan untuk memperbaiki mutunya maka dilakukan penelitian yaitu penggunaan Nitril Butadiene Rubber dalam pembuatan barang jadi karet bantalan mesin. Hal ini didasarkan pada kelebihan sifat mekanik fisik dari NBR yang lebih tahan terhadap panas dan tekanan (Stching, 2006).

**BAHAN DAN METODE**

**A. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan yaitu : Karet alam (*Rubber Smoke Sheet*), *Nitrile Butadiene Rubber* (NBR), *Carbon Black*,

zinc Oksida (ZnO), Asam stearat, Parafinic Oil, Cumaron Resin, MBT, CBS, Sulfur, TMQ, IPPD, Vulcalent.

Peralatan yang digunakan yaitu, *open mill*, alat *press*, *cutting scrub*, neraca analitis dan cetakan Bantalan mesin.

**B. Metode Penelitian**

Dalam penelitian ini dilakukan percobaan pembuatan 4 formula kompon karet bantalan mesin dengan memvariasikan Natural Rubber (RSS) dan karet sintetis (Nitrile Butadiene Rubber) dengan 3 kali pengulangan seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Formula masing-masing Bantalan mesin

Bahan	phr			
	I	II	III	IV
NR: RSS	20	40	60	80
NBR	80	60	40	20
Carbon Black	80	80	80	80
ZnO	5	5	5	5
Asam Stearat	2	2	2	2
TMQ	1,5	1,5	1,5	1,5
IPPD	2	2	2	2
Oil Parafinic	0,5	0,5	0,5	0,5
Cumaron Resin	3	3	3	3
CBS	0,7	0,7	0,7	0,7
MBT	0,7	0,7	0,7	0,7
Sulfur	1,5	1,5	1,5	1,5
Vulcalent	2	2	2	2

**C. Prosedur Kerja**

Bahan yang diperlukan untuk masing-masing formula kompon ditimbang sesuai perlakuan. Jumlah dari setiap bahan di dalam formula kompon dinyatakan dalam phr (*part hundred rubber*).

Proses pembuatan kompon dilakukan dengan mesin penggilingan dua rol terbuka (*open mill*), yang telah dibersihkan. Selanjutnya dilakukan mastikasi karet alam (RSS I) dan karet sintetis (NBR) terlebih dahulu digiling sampai plastis selama 1-3 menit. Kemudian dilakukan pencampuran dengan bahan kimia sebagai berikut :

1. Masukkan bahan penggiat/ *activator* (ZnO dan asam stearat), potong setiap sisi sampai tiga kali selama 2-3 menit.
2. Lalu masukkan MBT, TMQ, IPPD dan CBS sampai penggilingan rata/homogen.
3. Lalu masukkan *filler* berupa *carbon black* sedikit demi sedikit selama 10 menit.

4. Tambahkan *comaron resin* dan *parafinic oil* perlahan-lahan hingga homogen.
5. Tambahkan bahan vulkanisasi (Sulfur), giling dan potong setiap sisi beberapa kali selama 1-3 menit.
6. Tarik lembaran kompon keluar *mill, set up mill* sedikit lebih besar, giling lembaran kompon beberapa kali, lebih kurang enam kali sampai mencapai kematangan yang diinginkan.
7. Keluarkan lembaran kompon dari *open mill* dan tentukan ukuran ketebalan lembaran kompon pada cetakan, Letakkan kompon diatas plastik transparan dan potong sesuai dengan barang jadi yang akan dibuat.

Suhu penggilingan awal 60 °C dan suhu penggilingan akhir 65 °C, sedangkan kecepatan putaran rol 24 rpm - 36 rpm (Basseri, 2005). Hasil gilingan dimasukkan dalam cetakan bantalan mesin untuk dipres pada suhu 150 °C dengan pres hidrolik tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup>.

#### D. Pengujian

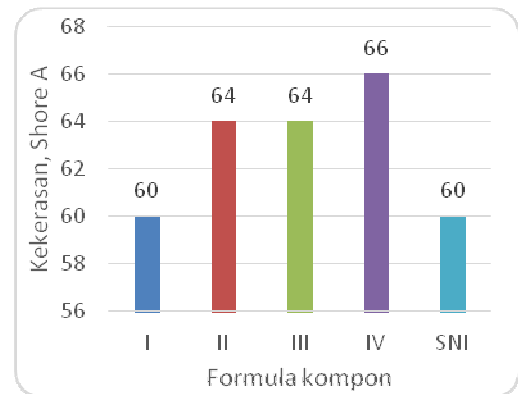
Pengujian dilakukan untuk sampel barang jadi karet bantalan mesin sesuai dengan SNI 06 – 1540 – 1989 syarat mutu Karet Bantalan Mesin Kendaraan Bermotor yaitu meliputi: Kekerasan, Tegangan Putus, Perpanjangan Putus (%), Pampatan Tetap (%), Pengembangan (OIL, SAE 40, 70 °C, 2 x 24 jam), Perubahan volume (%), Perubahan berat (%), Pengusangan (Aging, 70 °C, 2 x 24 jam, Tegangan putus (%) dan Perpanjangan putus (%)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Kekerasan (*hardness*) merupakan besar kerasnya karet dengan kekerutan penekanan tertentu (Franta, 1989), 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 menggerakkan jarum penunjuk ukuran kekerasan (Maspanger, 2005). Kekerasan kompon karet dipengaruhi oleh adanya jumlah optimum dari penambahan bahan pengisi

penguat, yang akan meningkatkan kekerasan, dimana efek penguatan bahan pengisi tersebut ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan, bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebaran (Franta, 1989).

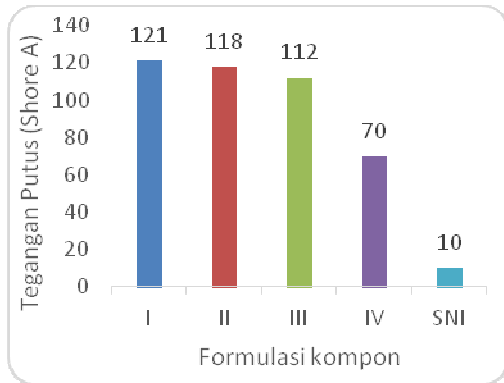


Gambar 1. Pengaruh Formulasi Kompon terhadap Kekerasan, Shore A pada Karet Bantalan mesin.

Berdasarkan pada Gambar 1 maka dalam pembuatan karet bantalan mesin ini, nilai kekerasan pada penggantian RSS dengan NBR bervariasi dimana ada kecenderungan semakin banyak NBR yang menggantiakn NR, maka nilai kekerasan barang jadi karetnya semakin menurun. Hal ini dapat dilihat dari kekerasan NR yang bervariasi dari sponge hingga ebonite sedangkan untuk NBR kekerasannya hanya berkisar antara 20 A Shore hingga fase ebonite (Wu, 2001). Dari ke IV formulasi kompon bantalan mesin, nilai kekerasan produknya masih memenuhi syarat mutu SNI 06-1540-1989 yaitu berkisar antara 60-66, dimana syarat minimal SNI 60 ± 5 Shore A.

#### B. Tegangan Putus (*Tensile Strength*), Kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan putus merupakan besar beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai putus, dinyatakan dengan kg tiap cm<sup>2</sup> luas penampang potongan uji sebelum diregangkan. Jika nilai tegangan putus semakin besar, menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis (Basseri, 2005). Pengaruh penggantian NR dengan NBR dalam pembuatan karet bantalan mesin bervariasi, sesuai dengan Gambar 2, berkisar 70-121 kg/cm<sup>2</sup>.

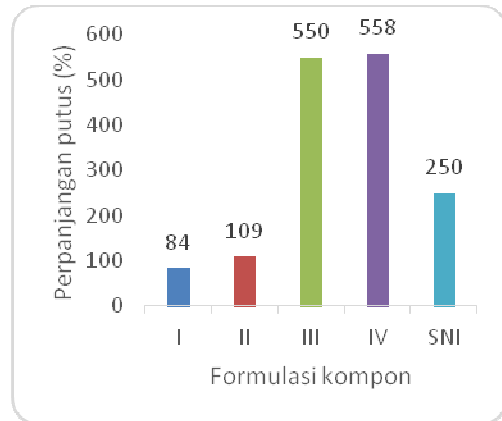


Gambar 2. Pengaruh Formulasi Kompon terhadap Tegangan Putus (*Tensile Strength*) pada Karet Bantalan mesin.

Terlihat kecenderungan semakin banyak NBR yang menggantikan maka nilai tegangan putus barang karet bantalan mesin yang dihasilkan semakin besar, semakin elastis yaitu untuk penggantian NBR dari 80, 60, 40, 20 phr nilai tegangan putusnya adalah 121 kg/cm<sup>2</sup>, 118 kg/cm<sup>2</sup>, 112 kg/cm<sup>2</sup>, 70 kg/cm<sup>2</sup>. Hal ini bisa dikarenakan nilai hardness NBR dalam range yang lebih sempit antara 20 Shore A - fase ebonite yang secara langsung berpengaruh pada derajat tegangan putus tertinggi pada saat kekerasan 70 Shore A – 80 Shore A, dengan nilai set compressin sangat rendah untuk formula yang cocok dan pemasakan yang matang, hal ini didukung kopolimer yang terbentuk dari acrylonitrile dan butadiene, sedangkan untuk NR hanya Isoprene saja (Boonstra, 2005). Berdasarkan persyaratan SNI, nilai minimal yaitu sebesar 10 kg/cm<sup>2</sup>. Mutu bantalan mesin yang dihasilkan dari penelitian ini untuk parameter tegangan putus adalah memenuhi persyaratan SNI.

**C. Perpanjangan Putus (*Elongation At Break*), %**

Perpanjangan putus merupakan pertambahan panjang suatu vulkanisat karet bila diregangkan sampai putus.



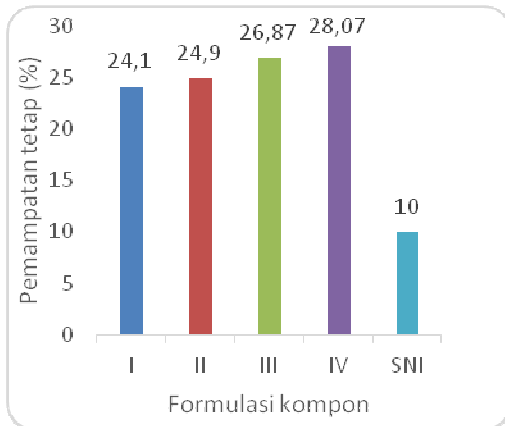
Gambar 3. Pengaruh Formulasi Kompon terhadap Perpanjangan Putus (*Elongation At Break*) pada Karet Bantalan mesin.

Dari percobaan yang telah dilakukan terhadap 4 perlakuan penggantian NR dengan NBR pada pembuatan karet bantalan mesin yaitu pada 80, 60, 40, 20 phr besarnya perpanjangan putusnya 84%, 109% ,550%, 558%, dapat dilihat pada Gambar 3. Terdapat kecenderungan bahwa semakin banyak NBR yang menggantikan NR dalam formulasi maka nilai perpanjangan putusnya semakin kecil, yang tidak sesuai dengan kecenderungan perubahan pada tegangan putus. Dari 4 perlakuan formulasi kompon maka untuk perpanjangan putus formula I dan II yaitu 84% dan 109% tidak memenuhi persyaratan SNI untuk perpanjangan putus yaitu minimal 250%.

**D. Pampatan Tetap %**

Compression Set, Pampatan tetap yang diukur pada suhu 70 °C selama 22 jam untuk bantalan mesin bervariasi

Dari percobaan yang telah dilakukan terhadap 4 perlakuan penggantian NR dengan NBR pada pembuatan karet bantalan mesin yaitu pada 80, 60, 40, 20 phr besarnya pampatan tetapnya yaitu 24,10%, 24,90%, 26,87%, 28,07%, dapat dilihat pada Gambar 4.

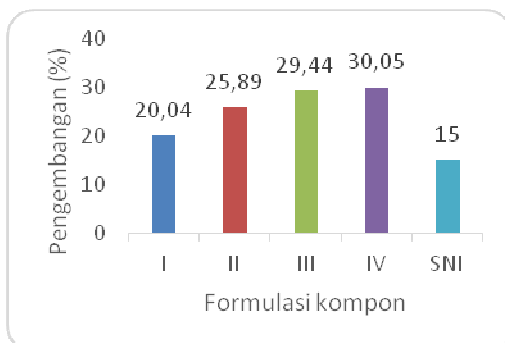


Gambar 4. Pengaruh Formulasi Kompon terhadap Pemampatan Tetap (*Compression Set*) pada Karet Bantalan mesin.

Terdapat kecenderungan bahwa semakin banyak NBR yang menggantikan NR dalam formulasi maka nilai pampatan tetapnya semakin kecil, sesuai dengan kecenderungan perubahan pada tegangan putus. Dari 4 perlakuan formulasi kompon maka untuk pemampatan tetap adalah memenuhi persyaratan SNI yaitu minimal 10%.

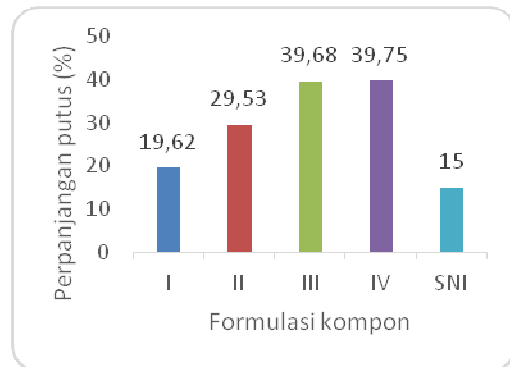
**E. Pengembangan (OIL SAE 40, 70 °C selama 2 x 24 jam)**

Pengujian Pengembangan Barang karet yang dilakukan pada suhu 70 °C selama 2 x 24 jam dengan indikator yaitu meliputi perubahan volume dan perubahan berat barang karet dilakukan pada produk bantalan mesin yang dihasilkan, untuk mengetahui mutu dari bantalan mesin yang dihasilkan.



Gambar 5. Pengaruh Formulasi Kompon terhadap Pengembangan indikator Perubahan Volume % pada Karet Bantalan mesin

Dari percobaan yang telah dilakukan terhadap 4 perlakuan penggantian NR dengan NBR pada pembuatan karet bantalan mesin yaitu pada 80, 60, 40, 20 phr besarnya pengembangan dilihat dari indikator perubahan volume yaitu 20,04%, 25,89%, 29,44%, 30,05% dan apabila dilihat dari indikator perubahan berat yaitu 19,62%, 29,53%, 39,68%, 39,75% dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Dapat dilihat terdapat kecenderungan bahwa semakin banyak NBR yang menggantikan NR dalam formulasi maka nilai pengembangan baik indikator perubahan volume maupun berat akan semakin kecil. Dari 4 perlakuan formulasi kompon maka untuk semua formula memenuhi persyaratan SNI untuk perpanjangan putus yaitu minimal 15%.



Gambar 6. Pengaruh Formulasi Kompon terhadap Pengembangan indikator Perubahan Berat % pada Karet Bantalan mesin.

**F. Pengusangan (Aging, 70 °C selama 2 x 24 jam)**

Pengusangan mengakibatkan turunnya sifat fisik mekanik seperti tegangan putus, perpanjangan putus dan kekerasan selama masa penggunaan. Karet menjadi keras dan retak, lunak dan lekat-lekat. Penurunan sifat fisik disebabkan terjadinya degradasi karet karena oksidasi oleh oksigen dan ozon dan bersentuhan dengan minyak, panas, ditekan pada gaya tertentu (Chandra dan Rustgi, 1997). sehingga dapat menurunkan kualitas bantalan mesin. Untuk mengetahui ketahanan usang bantalan mesin dalam penggunaannya maka diuji dengan indicator penurunan tegangan putus dan penurunan perpanjangan putus (Tang *et al.*, 2006).

Penurunan tegangan putus pada pengujian nilai ketahanan usang untuk formula I, II, III, IV adalah 20%, 8%, 3%, 3% dan apabila dilihat dari indicator penurunan perpanjangan putus untuk formula I, II, III, IV adalah 4%, -20%, -40%, 75%. Terlihat kecenderungan semakin banyak NBR yang menggantikan maka nilai tegangan putus barang karet bantalan mesin yang dihasilkan semakin besar, semakin elastis, sesuai dengan kecenderungan nilai tegangan putus diatas. Untuk nilai perpanjangan putus penurunannya negatif yang berarti ada penambahan perpanjang putus setelah perlakuan dalam pengujian ketahanan usangnya. Hal ini disebabkan kemampuan gugus *acrylonitril* dan butadiene bereaksi dengan gugus aktif pada molekul karet isoprene untuk membentuk ikatan silang baru antar molekul yang mempunyai efek penambahan elastisitas (Manna, 2007).

Pengusangan akan memutuskan beberapa ikatan polimer yang ada, sehingga mengakibatkan karet menjadi kaku dan kuat sehingga tegangan putusnya tetap tinggi setelah pengusangan (Nieuwenhuizen, 1997). Nilai penurunan tegangan putus terkecil pada kompon karet juga menghasilkan penurunan perpanjangan putus yang terendah. Selain itu, adanya pengaruh penambahan antioksidan IPPD yang mempunyai sifat sebagai antioksidan yang kuat. Antioksidan golongan amina merupakan antioksidan yang dapat melindungi karet dengan baik (Hoffmann, 2000), sehingga nilainya kerusakannya tidak berbeda jauh.

### KESIMPULAN

NBR memberikan pengaruh yang baik dalam peningkatan mutu bantalan mesin terutama pada parameter ketahanan usang.

Khusus pada formula kompon karet yang memenuhi persyaratan SNI 06-1540-1989 yaitu syarat mutu Karet Bantalan Mesin Kendaraan Bermotor adalah formula III yaitu untuk perbandingan NR: NBR adalah 60:40 phr.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, A. A. (2005). *Bahan Kimia untuk Kompon Karet*. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet Padat. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Baron, H. (1998). *Modern Rubber Chemistry*. D. Van Nostrand Company Inc. New York. USA.
- Basseri, A. (2005). *Teori dan Praktek Barang Jadi Karet*. Balai Penelitian dan Teknologi Karet. Bogor.
- Blow, C.M.(2001). *Rubber Technology and Manufactur*. Second Edition. Butterwoth Scientific. London.
- Boonstra, B.B. (2005). *Journal of Rubber*. Age 92 (6).
- Chandra, R., & Rustgi, R. (1997). *Polymer Degradation and Stability*, 56, 185.
- Franta, I. (1989). *Elastomers and Rubber Compounding Materials*. Manufacture. Properties and Application. Elvevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- Hofmann, W. (2000). *Rubber Technology Handbook*. Hansher Publisher. Munich. Vienne. New York.
- Kahar, N. (2003). *Rapat Ikatan Silang pada Karet Alam yang Divulkanisir*. Teknologi Indonesia Jilid VIII. No. 2.
- Manna, A.K., P.P.De, D.K. Tripathy. (1997). *Chemical Interaction between Surface Oxidized Carbon Black and Epoxidized Natural Rubber*. Rubber Chemical Technology. 70(4): 624-633.
- Maspanger, D.R. (2005). *Sifat Fisik Karet. Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor. Bogor.
- Nelly, R. (2005). *Pengetahuan Dasar Elastomer*. Makalah Kursus Teknolgi Barang Jadi Karet Padat. Balai Penelitian Barang Jadi Karet Bogor.
- Nieuwenhuizen, J. Reedijk, M. (1997). *Thiuram and Dithiocarbamate Accelerated Sulfur Vulcanization from the Chemist's Perspective; Methods, Materials and Mechanisms Reviewed*. Rubber Chem. Technol. 70(3): 368-429.
- Stching. (2006). *Rheology of Raw Rubber*. In *Natural Rubber Science and Technology*. Oxford. New York.

- Standar Nasional Indonesia. (1989). *Karet Bantalan Mesin Kendaraan Bermotor*. SNI 06-1540-1989. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Tang, H. Q. Qi, Y. Wu, G. Liang, L. Zhang, J. Ma. (2006). *Reinforcement of Elastomer by Starch*, Macromol. Mater. Eng. 291, 629–637.
- Wu, Y.P., Zhang, Q., Wang, Y.Q. (2001). *Appl. Polym. Sci.* 82, 2842