

PENGARUH MINYAK MINAREX B DAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP SIFAT MEKANIK CAMPURAN LDPE-KARET ALAM VULKANISAT UNTUK SOL SEPATU

Sudradjat Iskandar dan Isni Marliyanti

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN, Jakarta

ABSTRAK

PENGARUH MINYAK MINAREX B DAN RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP SIFAT MEKANIK CAMPURAN LDPE-KARET ALAM VULKANISAT UNTUK SOL SEPATU. Untuk mendapatkan konsentrasi minyak minarex B dan dosis iradiasi gamma yang optimal pada pembuatan kompon karet alam untuk sol sepatu, telah diteliti pengaruh penambahan minyak minarex B dan iradiasi sinar gamma terhadap sifat mekanik karet alam vulkanisat. Karet alam dimastikasi, dicampur dengan bahan aditif dan bahan pengisi dengan menggunakan mesin dua rol pada suhu 120°C untuk rol muka dan 100°C untuk rol belakang dengan kecepatan 18 putaran per menit. Bahan aditif yang ditambahkan yaitu irganox 1076, parafin wax, asam stearat, dan minyak minarex B, sedangkan bahan pengisinya adalah polietilen (LDPE) dan kalsium karbonat. Minyak minarex B yang ditambahkan bervariasi, yaitu 5, 10 dan 20 psk (per seratus bagian karet), sedangkan bahan aditif lain dan pengisi tidak divariasikan. Kompon karet alam yang terbentuk kemudian dibuat film dengan mesin pres panas dan dingin, masing-masing pada suhu 135°C dan suhu kamar, selama 3 menit. Selanjutnya film karet diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 150, 300, dan 500 kGy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanik karet vulkanisat cenderung turun dengan penambahan minyak minarex B, dan meningkat dengan bertambahnya dosis iradiasi sinar gamma. Komposisi minyak minarex B dalam kompon karet alam untuk pembuatan sol sepatu dan dosis iradiasi sinar gamma masing-masing 5 phr dan 300 kGy memenuhi standar pembuatan sol sepatu menurut SII 0944-84.

ABSTRACT

THE EFFECT OF MINAREX B OIL AND GAMMA IRRADIATION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF VULCANIZED NATURAL RUBBER-LDPE MIXTURE FOR SHOE SOLE. To obtain the optimum concentration of minarex B oil and gamma irradiation dose on natural rubber compound for shoe sole, study on the effect of minarex B oil and gamma radiation on the mechanical properties of vulcanized natural rubber-LDPE mixture has been done. Natural rubber was masticated and mixed with additive and filler using two-roll machine, at 120°C of forward roll and 100°C of backward roll, with rotation speed of 18 rpm. The additives added were irganox 1076, parafin wax, stearic acid, and minarex B oil, while fillers used were polyethylene (LDPE) and calcium carbonate. Minarex B oil mixed was vary such as 5, 10 and 20 phr (part per hundred of rubber). The amount of filler and other additives mixed was not varied. The natural rubber film was obtained by pressing the mixture using hot and cold press machine at 135°C and room temperature for about 3 minutes. The film then irradiated with gamma rays from cobalt-60 source, at the doses of 150, 300, and 500 kGy. The results show that the mechanical properties of natural rubber vulcanized decreases by increasing minarex B oil, and increases by increasing of irradiation dose. The concentration optimum of minarex B oil in the natural rubber compound for shoe sole and irradiation dose about 5 phr and 300 kGy were agree with SII 0944-84.

PENDAHULUAN

Telah dilaporkan bahwa pada tahun 1998 Indonesia merupakan negara terbesar yang memiliki tanaman karet alam dunia (1). Menurut data yang diperoleh dari Departemen Perindustrian dan Perdagangan pada tahun 1996, pertumbuhan kebutuhan barang jadi karet untuk industri mencapai 11% per tahun (2), dan diperkirakan hampir 15 billiun pasang sepatu

akan dikonsumsi pada tahun 2005 oleh penduduk dunia (3), dan konsumen sepatu cenderung menggunakan sepatu dengan sol dari karet alam (4).

Karet alam tidak dipergunakan dalam bentuk mentah untuk pembuatan barang jadi karet, karena tidak kuat, mudah teroksidasi, dan tidak elastis (5). Oleh karena itu, karet alam mentah perlu dicampur dengan bahan kimia karet seperti bahan aditif dan pengisi. Campuran

tersebut disebut kompon karet, kemudian divulkanisasi untuk mendapatkan sifat fisik yang lebih kuat, elastis dan tidak mudah teroksidasi.

Penelitian dan pengembangan pemanfaatan teknologi radiasi pada pembuatan barang jadi karet alam seperti karpet karet dan sol sepatu di Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi telah dilakukan sejak tahun 1996. Oleh karena itu di dalam penelitian ini digunakan proses vulkanisasi karet alam dengan radiasi sinar gamma, sebagai kelanjutan penelitian sebelumnya (6 - 7). Telah dilaporkan bahwa kadar bahan aditif dan pengisi yang optimal seperti antioksidan irganox 1076, antiozonan paraffin wax, bahan pengikat asam stearat, bahan pengikat ZnO, polietilen dan kalsium karbonat, masing-masing adalah 0,67; 0,67; 2; 3,3; 33,3 dan 66,6 psk (per seratus bagian karet) (6-7). Bahan aditif dan pengisi pada komposisi tersebut dipakai dalam penelitian ini.

Minyak minarex B adalah salah satu jenis bahan pelunak yang diproduksi PT. Pertamina yang fungsinya untuk memudahkan proses pencampuran bahan pengisi ke dalam kompon karet, sehingga akan terbentuk campuran yang homogen, dan memudahkan proses pemberian bentuk (5) saat kompon karet dicetak menjadi barang jadi karet. Jumlah bahan pelunak yang dicampurkan kedalam kompon karet akan berpengaruh terhadap sifat mekanik karet vulkanisatnya (8). Oleh karena itu di dalam makalah ini dibahas pengaruh minyak minarex B terhadap sifat mekanik karet alam vulkanisatnya. Diharapkan akan diperoleh campuran kompon karet yang homogen dan memiliki sifat mekanik karet vulkanisat yang memenuhi standar mutu sol sepatu.

Faktor yang diamati dalam penelitian ini adalah pengaruh komposisi minyak minarex B dan dosis iradiasi sinar gamma, sedangkan parameter yang diamati adalah kekuatan tarik, perpanjangan putus, ketahanan sobek, dan perpanjangan tetap. Untuk melengkapi data standar sifat mekanik vulkanisat untuk sol sepatu, juga diteliti ketahanan abrasi, retak lentur, dan berat jenis pada kompon karet yang memiliki sifat mekanik optimum.

TEORI

Vulkanisasi. Menurut HEINISCH (9), vulkanisasi adalah reaksi rantai molekul tunggal yang saling berikatan silang atau melalui suatu jembatan, menghasilkan struktur rantai molekul tiga dimensi yang memberikan sifat yang karakteristik terhadap vulkanisat. Proses vulkanisasi tersebut bisa dengan sulfur, peroksida organik, senyawa nitro, atau dengan

radiasi energi tinggi seperti sinar gamma, ultra violet, atau berkas elektron.

Bahan Pelunak. Menurut ABEDNEGO (5), penambahan bahan pelunak ke dalam kompon karet, menghasilkan sifat-sifat berikut :

1. Memudahkan pencampuran bahan pengisi ke dalam kompon karet. Penambahan bahan pengisi harus diimbangi dengan penambahan bahan pelunak. Penambahan bahan pengisi akan meningkatkan kekerasan, sedangkan penambahan bahan pelunak akan mengurangi kekerasan. Penambahan bahan pengisi dan bahan pelunak bersama-sama akan menghasilkan vulkanisat dengan kekerasan tetap, tapi kekuatan vulkanisatnya akan berkurang.
2. Mempersingkat waktu dan menurunkan suhu pencampuran.
3. Menghambat "Scorch" (penghangusan)
4. Memudahkan proses pemberian bentuk.

Contoh bahan pelunak ialah minyak mineral (senyawa parafinik, naftenik, aromatik), lilin parafin (parafin wax) dan minyak nabati. Minyak aromatik bercampur baik dengan karet alam, SBR (*styrene butadiene rubber*), dan BR (*butadiene rubber*), akan tetapi kurang baik untuk IIR [*isobutylene-isoprene (butyl) rubber*] dan EPDM (*ethylene propylene terpolymer rubber*). Sedangkan minyak parafinik mempunyai sifat sebaliknya. Khusus untuk karet-karet polar seperti NBR [*acrylonitril-butadiene copolymer (nitril rubber)*] dan CR [*polychloroprene rubber*] digunakan bahan pelunak ester, seperti DOP (dioktilftalat) dan DBP (dibutilftalat). Bahan pelunak jenis lain adalah bitumen (mineral rubber), pinetar dan faktis. Damar (*coumarone resin, phenolic resin*) lebih banyak digunakan untuk meningkatkan daya rekat (*tackiness*) dari kompon karetnya, sedangkan petroleum dan parafin wax berfungsi sebagai pelumas (*lubricant*).

TATA KERJA

Bahan. Pada percobaan ini dipakai karet alam berupa krep yang diperoleh dari PTP XI Nusantara, Bogor. Polietilen densitas rendah (LDPE) sebagai bahan pengisi dipakai buatan Samsung, Korea. Bahan pengisi kalsium karbonat, antiozonan parafin wax, pengikat ZnO dan asam stearat buatan lokal, sedangkan antioksidan yang dipakai adalah irganox 1076. Minyak minarex B yang dipakai buatan Pertamina, kandungan terbesarnya adalah komponen aromatik hidrokarbon, sedangkan sisanya naptetik dan parafin hidrokarbon. Spesifikasi teknis minyak minarex B terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi teknis minyak minarex B.

Sifat Fisik	Nilai		
	Minimum	Maksimum	Metoda Uji
Kerapatan pada 60/60 °F	0,98	1,02	SNI 06.0703-89 ISO 3675
Kekentalan kinematik (210°F), cst	15	17,6	ISO3104
Kekentalan Saybolt (210°F), SUS	78	89	ASTM D-2161
Kekentalan graffitti konstan	0,938	0,9815	ASTM D-2501
Indeks bias (20°C)	1,5625	1,583	ASTM D-1218
Titik tuang, °F	45	80	ISO 3016
Titik nyala, COC, °F	445	500	ISO 2592
Warna dalam pengenceran 1%	-	1	ISO 2049
Titik anilin, °C	18	29	SNI 06.0802-89

Table 2. Formulasi kompon karet alam

Bahan	Jumlah, psk			
1. Karet krep	100	100	100	100
2. LDPE	33,3	33,3	33,3	33,3
3. Kalsium karbonat	66,6	66,6	66,6	66,6
4. ZnO	3,3	3,3	3,3	3,3
5. Asam stearat	2,0	2,0	2,0	2,0
6. Irganox 1076	0,67	0,67	0,67	0,67
7. Parafin wax	0,67	0,67	0,67	0,67
8. Minyak minarex B	0	5	10	20

Peralatan. Alat yang digunakan dalam percobaan ini yaitu, mesin pencampur dua rol, alat pres panas dan dingin, alat uji tarik stograph R1, iradiator IRKA dengan sumber Cobalt-60, alat uji kekerasan Zwick, alat uji ketahanan kikis, alat uji ketahanan retak lentur dan timbangan.

Metode penelitian. Secara garis besar metode penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1. Terlebih dahulu karet alam dicampur dengan bahan aditif dan pengisi dengan menggunakan mesin dua rol pada suhu 120°C untuk rol muka dan 100°C untuk rol belakang selama sekitar 30 menit dengan kecepatan pencampuran 18 putaran per menit.

Kompon karet yang terbentuk selanjutnya dipres dengan mesin pres panas dan dingin, masing-masing pada suhu 135°C dan suhu kamar selama 3 menit dengan tekanan 150 kg/cm². Film tersebut selanjutnya diiradiasi dengan sinar gamma dari sumber Cobalt-60, dengan dosis bervariasi yaitu 150, 300, dan 500 kGy pada suhu kamar dan laju dosis 10 kGy per jam. Sebelum dan setelah diiradiasi, film kompon karet diuji sifat mekaniknya.

Pengujian sifat fisik/mekanik sampel.

Pengujian sifat mekanik seperti tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan sobek dilakukan berdasarkan ASTM D 412 dengan menggunakan alat uji tarik (Strograph-R1, Toyoseiki) dengan kecepatan tarikan 500 mm/menit.

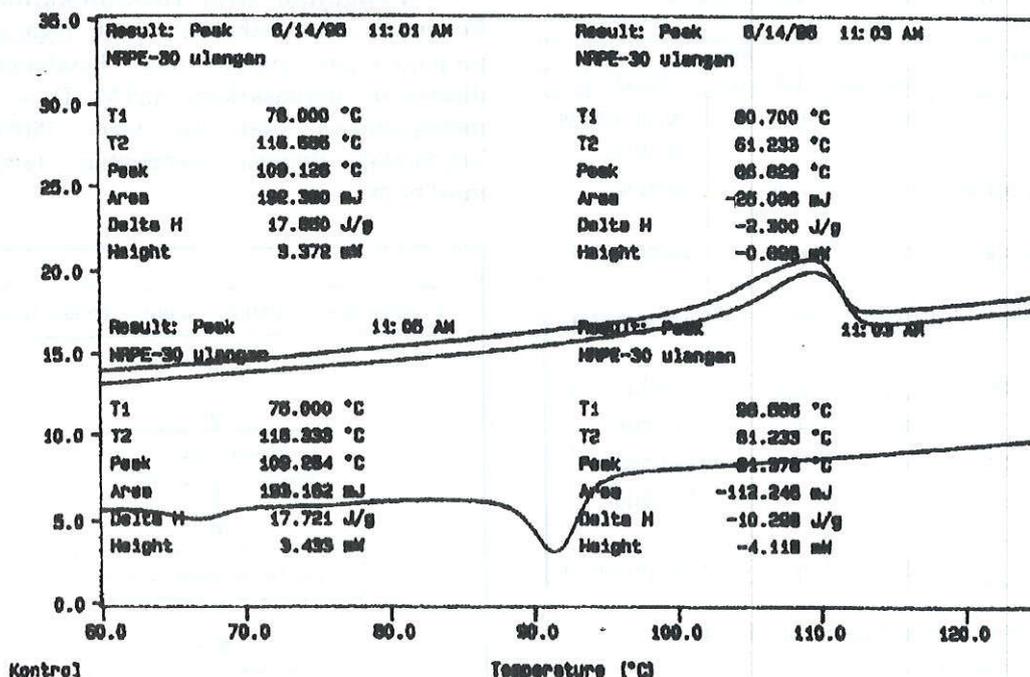


Gambar 1. Diagram alir penelitian pengaruh minyak minarex B dan radiasi sinar gamma terhadap sifat fisik/mekanik campuran LDPE-karet alam vulkanisat untuk sol sepatu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biasanya suhu proses pencampuran untuk membuat kompon karet alam dengan menggunakan cara konvensional atau belerang sebagai bahan vulkanisatornya adalah sekitar 70°C, tetapi di dalam penelitian ini digunakan suhu 120°C. Suhu tersebut dipakai karena LDPE yang dipakai sebagai bahan pengisi memiliki titik leleh sekitar 115°C. Demikian pula dengan sebab yang sama, pada proses pencetakan kompon karet menjadi film, digunakan suhu 135°C selama 3 menit, sedangkan suhu yang digunakan pada sistem konvensional sekitar 150°C dengan waktu sekitar 20-45 menit tergantung pada jenis komponnya.

Data DSC termal analisis campuran karet alam-LDPE ditunjukkan pada Gambar 2. Tanpa penambahan LDPE, karet alam tidak memiliki titik leleh. Setelah penambahan LDPE, campuran LDPE-karet alam menjadi memiliki titik leleh seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Terlihat pada gambar tersebut ada satu *peak* yang ke atas dan dua buah *peak* ke bawah. *Peak* ke atas



Gambar 2. Kurva DSC termal analisis campuran LDPE-karet alam.

menunjukkan suhu kristalinitas, sedangkan yang ke bawah menunjukkan titik leleh. T2 menunjukkan titik awal pelunakan, sedangkan T1 menunjukkan suhu akhir proses pelunakan/pelelehan. Titik leleh pertama sebesar 66,829°C dan yang kedua sebesar 91,378°C. Titik leleh pertama kemungkinan menunjukkan campuran yang memiliki ukuran LDPE yang sangat kecil, sedangkan titik leleh yang kedua sebaliknya.

Data hasil penelitian pengaruh minyak minarex B terhadap sifat mekanik kompon karet alam vulkanisat ditunjukkan pada Tabel 3. Dari tabel tersebut terlihat bahwa penambahan minyak minarex B dan radiasi sinar gamma mempengaruhi sifat mekanik karet alam vulkanisat. Sebelum diiradiasi dengan sinar gamma, penambahan minyak minarex B cenderung menurunkan sifat mekanik karet alam vulkanisat. Hal ini terlihat pada tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan perpanjangan tetap vulkanisat karet alamnya. Sebelum ditambah minyak minarex B, tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan perpanjangan tetap vulkanisat karet alam masing-masing adalah 41,2 kg/cm², 520%, 15,5 kg/cm dan 17 %, sedangkan setelah penambahan 5% minyak minarex B masing-masing menjadi 33,4 kg/cm², 475%, 13,1 kg/cm dan 18 %. Penambahan 10% minyak minarex B menyebabkan tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan perpanjangan tetapnya masing-masing menjadi 30,5 kg/cm²,

492%, 12,3 kg/cm dan 14 %, dan setelah penambahan 20% minyak minarex B, masing-masing menjadi 24,6 kg/cm², 533%, 10,3 kg/cm dan 14 %.

Tabel 3. Hubungan pengaruh minyak minarex B dan radiasi sinar gamma terhadap sifat tegangan putus (TP), perpanjangan putus (PP), ketahanan sobek (KS) dan perpanjangan tetap (PT) karet alam vulkanisat.

Kadar minarex B (psk)	Dosis iradiasi (kGy)	TP (kg/cm ²)	PP (%)	KS (kg/cm)	PT (%)
0	0	41,2	520	15,5	17
5	0	33,4	475	13,1	18
10	0	30,5	492	12,9	14
20	0	24,6	533	10,3	14
0	150	93,8	476	27,4	8
5	150	90,5	475	26,2	7
10	150	82,1	450	22,7	7
20	150	68,2	450	20,6	7
0	300	129,0	417	30,0	4
5	300	129,5	475	28,2	
4					
10	300	113,3	442	29,2	5
20	300	96,3	467	25,6	4
0	500	137,8	483	30,7	6
5	500	120,1	456	29,4	4
20	500	101,2	450	24,8	4

Kecenderungan menurunnya sifat mekanik karet alam vulkanisat dengan penambahan minyak minarex B tersebut, disebabkan kemungkinan karena minyak minarex B

melindungi sebagian bahan pengisi atau aditif yang tercampur, sehingga interaksi antara bahan aditif atau bahan pengisi dengan karet alam berkurang. Dengan berkurangnya interaksi bahan aditif dan pengisi dengan karet alam tersebut menyebabkan berkurangnya sifat mekanik karet alam vulkanisat.

Setelah diiradiasi sinar gamma sifat tegangan putus dan ketahanan sobek karet alam vulkanisat sebelum dan setelah penambahan minyak minarex B menjadi meningkat, sedangkan sifat perpanjangan putus dan perpanjangan tetapnya berkurang. Setelah diiradiasi sampai 500 kGy, tegangan putus dan ketahanan sobek karet alam vulkanisat sebelum ditambahkan minyak minarex B bertambah masing-masing dari 41,2 kg/cm² dan 15,5 kg/cm² menjadi 137,8 kg/cm² dan 30,7 kg/cm², sedangkan tegangan putus dan ketahanan sobek karet alam vulkanisat setelah penambahan minyak minarex B sampai 20% dan diiradiasi sampai 500 kGy bertambah masing-masing dari 24,6 kg/cm² dan 10,3 kg/cm² menjadi 101,2 kg/cm² dan 24,8 kg/cm². Sifat perpanjangan putus dan perpanjangan tetap karet alam vulkanisat sebelum penambahan minyak minarex B dan setelah diiradiasi sinar gamma sampai 500 kGy masing-masing menurun dari 520% dan 17% menjadi 483% dan 6%, sedangkan perpanjangan putus dan perpanjangan tetap karet alam vulkanisat setelah penambahan minyak minarex B sebanyak 20 % dan diiradiasi sampai 500 kGy berkurang masing-masing dari 533% dan 14 % menjadi 450% dan 4%.

Telah diterangkan (10), bertambah dan berkurangnya sifat mekanik karet alam vulkanisat setelah mengalami proses radiasi, disebabkan adanya reaksi radikal bebas yang membentuk jaringan ikatan tiga dimensi antara molekul karet saat dan setelah proses radiasi berlangsung. Menurut BAE HUN ZAI (11), mekanisme yang terjadi pada proses pengikatan silang dengan radiasi sinar gamma ataupun berkas elektron meliputi dua tahap reaksi, yaitu reaksi primer dan reaksi sekunder. Pada tahap reaksi primer, terjadi molekul yang tereksitasi dan terionisasi disebabkan penyerapan energi. Pada tahap reaksi sekunder, terjadinya molekul yang tereksitasi melalui reaksi rekombinasi ion elektron, terjadinya pembentukan radikal bebas melalui proses disosiasi molekul, proses abstraksi radikal bebas, terjadi pertumbuhan radikal bebas melalui proses adisi, dan pembentukan produk stabil melalui reaksi rekombinasi radikal. Pada tahap reaksi rekombinasi radikal, terjadi ikatan silang antara molekul karet, LDPE, atau karet-LDPE. Secara garis besar reaksinya dapat digambarkan sebagai berikut,

Reaksi primer :

1. Terjadinya molekul tereksitasi (AB*) yang disebabkan penyerapan energi

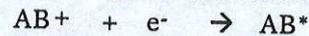


2. Terjadinya molekul terionisasi (AB+) yang disebabkan penyerapan energi

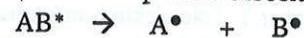


Reaksi sekunder :

3. Terjadinya molekul yang tereksitasi melalui reaksi rekombinasi ion elektron



4. Terjadinya pembentukan radikal bebas (A°) atau (B°) melalui proses disosiasi molekul



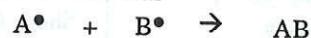
5. Proses abstraksi radikal bebas



6. Terjadinya propagasi radikal bebas melalui proses reaksi adisi



7. Pembentukan produk stabil (pengikatan silang antar molekul polimer) melalui rekombinasi radikal

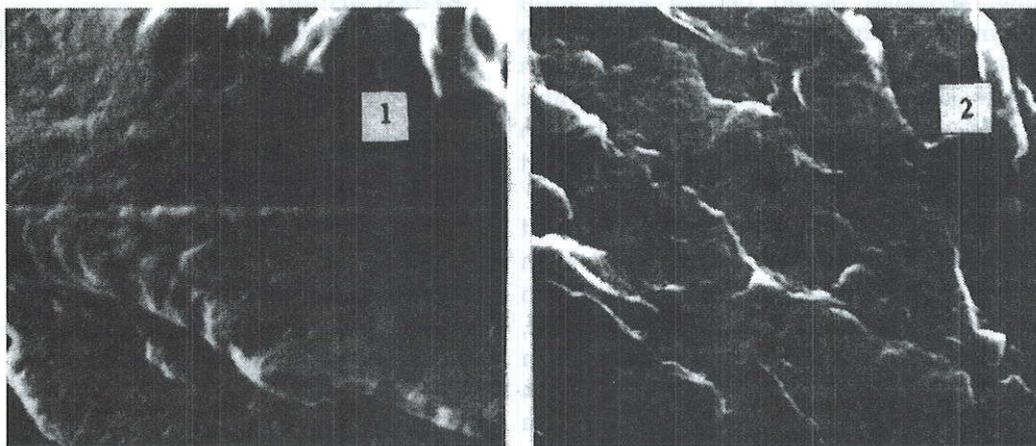


Menurut BOONSTRA (12), perubahan sifat fisik/mekanik karet vulkanisat, seperti bertambahnya modulus atau tegangan putus kopolimer karet alam erat hubungannya dengan jumlah rantai molekul karet alam yang berikatan silang. Secara matematik hubungan tersebut dirumuskan di dalam satu persamaan berikut :

$$\sigma = RTv [\lambda - (1/\lambda^2)]$$

Dalam hal ini, σ adalah modulus film karet alam, v adalah jumlah ikatan silang per centimeter kubik, R dan T adalah konstanta gas dan suhu absolut, dan λ adalah nilai perpanjangan (pada perpanjangan 100%, nilai $\lambda = 2$, pada perpanjangan 200%, nilai $\lambda = 3$, dst.). Dengan persamaan tersebut, maka pada perpanjangan tertentu nilai modulus akan naik bila nilai v (jumlah ikatan silang antara molekulnya) bertambah.

Telah dijelaskan (10) bahwa terbentuknya ikatan silang antara molekul karet yang disebabkan interaksi dengan radiasi sinar gamma, selain berpengaruh pada perubahan sifat fisik/mekanik karet alam vulkanisat, juga secara visual terlihat pada perubahan bentuk permukaan patahan film kompon karet alam. Foto bentuk permukaan patahan kompon karet alam sebelum dan setelah diiradiasi ditunjukkan pada Gambar 3. Terlihat pada gambar tersebut,



Gambar 3. Foto elektron mikrograf bentuk permukaan patahan kompon karet alam sebelum (1) dan setelah (2) diiradiasi sinar gamma pada dosis 300 kGy

Tabel 4. Karakteristik kompon karet alam setelah divulkanisasi radiasi pada dosis 300 kGy (A), dan (B) syarat mutu sol sepatu karet cetak menurut SII 0944-84 (12).

Sifat kompon	Satuan	A	B		
			Kelas A	Kelas B	Kelas C
Tegangan putus	Kg/cm ²	129,5	min. 150	min. 100	min. 50
Perpanjangan putus	%	475	min. 250	min. 150	min. 100
Kekerasan	Shore A	58	55-80	55-80	55-80
Ketahanan sobek	kg/cm	28,2	min. 60	min. 40	min. 25
Perpanjangan tetap	%	4	maks. 4	maks. 7	maks. 10
Berat jenis	g/cm ³	1,1	maks. 1,2	maks.1,54	maks.1,6
Ketahanan kikis	mm ³ kgm	2,1	maks. 1	maks. 1,5	maks. 2,5
Ketahanan retak	-	tidak retak	tidak retak	tidak retak	tidak retak

bentuk permukaan kompon karet alam sebelum diiradiasi merupakan satu fasa kontinu dan tidak teratur, sedangkan setelah diiradiasi sampai 300 kGy menjadi rata dan teratur. Menurut DENIESE dan SUZANA (13), perubahan bentuk permukaan patahan film kompon karet alam tersebut disebabkan adanya perubahan mobilitas molekuler kompon karet alam. Menurut SUN (14), dengan bertambahnya molekul yang berikatan silang, maka mobilitas molekul berkurang.

Dari data pada Table 3, campuran LDPE-karet alam vulkanisat setelah penambahan minyak minarex B sebanyak 5psk dan diiradiasi 300 kGy, menghasilkan tegangan putus maksimum sebesar 129,5 kg/cm². Oleh karena itu penambahan minyak minarex B sebanyak 5 psk merupakan konsentrasi optimum. Setelah diteliti lebih lanjut, data hasil uji sifat fisik kompon karet alam vulkanisat lainnya seperti kekerasan, berat jenis, ketahanan kikis dan ketahanan retak lentur yang ditunjukkan pada Tabel 4, kompon campuran LDPE-karet alam setelah penambahan

minyak minarex B sebanyak 5% dan diiradiasi pada dosis 300 kGy ternyata memenuhi standar kelas C dan sebagian persyaratan memenuhi standar A dan B mutu sol karet cetak menurut SII 0944-84.

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan minyak minarex B cenderung dapat menurunkan sifat tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan perpanjangan tetap campuran LDPE-karet alam vulkanisat, sedangkan radiasi sinar gamma sebaliknya. Penambahan minyak minarex B sebanyak 5 phr pada kompon campuran LDPE-karet dan diiradiasi sampai dosis 300 kGy merupakan konsentrasi dan dosis radiasi optimum, dan menghasilkan sifat fisik karet alam vulkanisat yang memenuhi standar mutu sol sepatu karet cetak SII 0944-84.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Daniel Lesmana, Direktur PT. Kridapratama Ekajaya yang telah memberikan bantuan minyak minarex B, sehingga penelitian ini dapat dilakukan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA.

1. MUHAMAD, S., "Industri Karet Berwawasan Lingkungan", Info Karet, 69 VI (1998) 4
2. AGUS, T., "Peluang Untuk Industri Barang jadi Karet Suku Cadang Otomotif", disajikan pada Pelatihan Pengawasan dan Pengendalian Mutu Barang Jadi Karet "Suku Cadang Otomotif Non Ban", Jakarta (1996), belum dipublikasi
3. ANONIM, "Aneka sepatu", majalah Info Karet, 26 III (1994) 4
4. ANONIM, "Model Sepatu Sol Karet dari Amerika", majalah Info Karet, 27 III (1994) 8
5. ABEDNEGO, J. G., "Bahan Pembuat Kompon dan Bahan Penguat", disajikan pada Pelatihan Pengawasan dan Pengendalian Mutu Barang Jadi Karet "Suku Cadang Otomotif Non Ban", Jakarta (1996), belum dipublikasi
6. SUDRADJAT, I., ISNI, M., KADARIJAH, dan MADE, S. K., "Pengaruh Radiasi Sinar Gamma dan Penambahan Kalsium Karbonat pada Sifat Fisika dan Mekanik Kompon Karet Alam", Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Jakarta (2000) 251-258
7. SUDRADJAT, I., ISNI, M., KADARIJAH, dan MADE, S. K., "Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma dan Penambahan Hitam Karbon Terhadap Sifat Fisika/Mekanik Kompon Karet Alam-LLDPE", Prosiding Seminar Nasional Industri Kulit, Karet dan Plastik, Yogyakarta (2000) 288-296
8. SRI, B. P., dan TITIN, S., "Penelitian Pemanfaatan Minarex Sebagai Plasticizer pada Pembuatan Kompon Karpas Karet yang memenuhi SNI 12. 1000. 1989. Karpas Karet. Prosiding Seminar Nasional Industri Kulit, Karet dan Plastik, Yogyakarta (2000) 425-431
9. HEINISCH, K. F., "Vulcanisation" Dictionary of Rubber, Applied Science Publisher Ltd. (1994)
10. SUDRADJAT, I., "Karakterisasi Kompon Karet Alam yang Divulkanisasi Radiasi dengan Sinar Gamma", dipresentasikan pada Presentasi Ilmiah Jabatan Peneliti Muda Bidang Proses Radiasi (2000) 29, belum dipublikasikan
11. BAE, H. J., "Crosslinking Polymer Insulation in Wire and Cable Industry and Formulation Development", disajikan pada UNDP/IAEA/RCA Regional Training Course on Radiation Crosslinking Technology, Changchun (1990) belum dipublikasikan
12. BOONSTRA, B. B., "Reinforcement by Filler", Rubber Technology and Manufacture, Butterworth & Co. Ltd, London (1971) 252
13. DENISE, F. S., and SUZANA, P.N., "Morphology of block copolymer in a selective environment", Polymer 35, 3 Butterworth-Heineman Ltd. (1994) 490-494
14. SUN, J. Z., "Properties of Crosslink Polymer", UNDP/IAEA/RCA Regional Crosslinking Technology, ChangChun (1990) belum dipublikasikan

DISKUSI

NELLY, D. LESWARA.

1. Apakah yang dimaksud dengan minyak minarex B ?
2. Apakah dapat diganti minyak atau zat lain ?

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Yang dimaksud dengan minyak Minarex B adalah salah satu bahan pelunak untuk membuat kompon karet alam produksi Pertamina, yang sebagian besar mengandung komponen aromatik hidrokarbon dan sisanya mengandung komponen naptetik dan parafinik hidrokarbon
2. Bahan pelunak minyak Minarex B dapat diganti dengan minyak atau bahan lain tergantung pada penggunaan kompon karet tersebut.

DARMAWAN DARWIS

1. Pada penelitian ini digunakan dosis radiasi 300 kGy (30 Mrad), sementara produk yang akan dihasilkan adalah "sol sepatu" yang nilai ekonomisnya relatif rendah. Apakah proses radiasi yang digunakan ekonomis ? Jika dibandingkan dengan cara konvensional (kimia), mana yang lebih ekonomis ?

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Proses radiasi dengan dosis 300 kGy pada pembuatan sol sepatu, perkiraan sementara masih belum ekonomis walaupun dengan menggunakan alat mesin berkas elektron. Untuk lebih ekonomis perlu ada penelitian lanjutan untuk menurunkan dosis iradiasi, misalnya dengan penambahan bahan pemeka tertentu yang sangat murah.
2. Jika dibandingkan dengan cara konvensional (kimia), proses radiasi dengan dosis 300 kGy, kemungkinan cara konvensional lebih ekonomis untuk maksud tertentu seperti keawetannya sama, karena belum ada studi banding, maka perlu ada penelitian lanjutan.

DJIONO

1. Apa dasar Bapak dalam penentuan suhu roll muka dan belakang (120°C dan 100°C) dan putaran 18 rpm ?
2. Bagaimana *performancenya* bila parameter tersebut berubah ?

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Yang menjadi dasar penggunaan suhu roll mil muka dan belakang 120°C dan 100°C adalah titik leleh LDPE yang dipakai sebagai bahan pengisi pada pembuatan kompon karet alam adalah sekitar 115°C.
2. Sedangkan putaran 18 rpm adalah merupakan putaran mesin roll mill yang dipakai.

HERWINARNI

1. Ekonomiskah pembuatan sol sepatu dengan menggunakan minyak Minarex B dan lain sebagainya pada radiasi gamma dosis 300 kGy ?
2. Sol sepatu tersebut untuk jenis sepatu apa ?

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Sama seperti pertanyaan Dr. Damawan
2. Sol sepatu tersebut rencananya untuk jenis sepatu kulit.

YAROSITA, F. S.

1. Selain digunakan untuk sol sepatu, bisa tidak kompon karet alam diaplikasikan untuk produk lain ? Contohnya ?
2. Kenapa digunakan minyak minarex B ?

SUDRADJAT ISKANDAR

1. Vulkanisasi radiasi kompon karet alam bisa diaplikasikan untuk produk lain, contohnya untuk produk ban radial kendaraan roda empat yang sudah aplikabel dengan mapan.
2. Minyak Minarex B digunakan supaya pencampuran bahan pengisi ke dalam karet alam lebih mudah, homogen dan mudah dibentuk, selain itu buatan dalam negeri.