

KOMPATIBILITAS Pb_3O_4 PADA PEMBUATAN KOMPOSIT KARET ALAM TIMBAL OKSIDA

Sri Mulyono Atmojo¹ dan Wagiyo H.²

¹ PSJMN - BATAN, Kawasan PUSPIPTEK Serpong 15314 Tangerang

² P3IB - BATAN, Kawasan PUSPIPTEK Serpong 15314 Tangerang

ABSTRAK

KOMPATIBILITAS Pb_3O_4 PADA PEMBUATAN KOMPOSIT KARET ALAM TIMBAL OKSIDA. Telah dilakukan sintesis komposit karet alam dan timbal oksida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan timbal oksida terhadap kompatibilitas dan kekuatan mekanik. Timbal oksida yang ditambahkan jumlahnya divariasikan 100 pphr (part per one hundred rubber), 300 pphr, 500 pphr dan 700 pphr. Sampel tersebut dibuat dengan cara dicampur pada suhu kamar, dibuat kompon pada suhu 66°C, divulkanisasi pada suhu 160°C, serta ditekan pada 100 kg/cm². Hasil sintesis diamati struktur mikronya dan dilakukan berbagai pengujian yang meliputi uji kekerasan, kekuatan tarik, perpanjangan tetap serta perpanjangan putus. Struktur mikro yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan penambahan Pb_3O_4 sampai dengan 700 pphr masih kompatibel. Sedangkan kekerasan yang didapat sebesar 48 shore A, kuat tarik 5,98 N/mm², perpanjangan putus 373,52 %, perpanjangan tetap 31 %. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan Pb_3O_4 sampai 700 pphr masih kompatibel, meskipun sifat-sifat mekaniknya sudah mendekati ambang batas.

ABSTRACT

LEAD OXIDE (Pb_3O_4) COMPATIBILITY ON MANUFACTURING OF NATURAL RUBBER-LEAD OXIDE COMPOSITE. The composite synthesis of the natural rubber lead oxide was investigated. The composite consist of natural rubber as a matrix and lead oxide as a filler. Aim of the experiment is to know their compatibility and mechanical effect of lead oxide. Beginning step of sample manufacture, all materials in the room temperature by milling, make a compound by the 66°C temperature and vulcanized by pressing on 100 kg/cm² and 160°C temperature. Observation of the composite is covering to tensile strength, hardness, elongation at break, permanent set, microstructure and absorption strength to the x-ray radiation. Results of the experiment show that the composite is still compatible, although it added by 700 pphr Pb_3O_4 . The composite has hardness 48 shore A, tensile strength 5,98 N/mm², elongation at break 373,52 %, permanent set 31 %, and absorption strength to x-ray radiation is 98,15 %. Conclusion of this experiment is: the composite compatibility by 700 pphr Pb_3O_4 looklikes good, although there are alteration on the physics and mechanics properties.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi nuklir di berbagai bidang memerlukan suatu bahan yang elastis dan dapat menyerap radiasi nuklir. Bahan ini digunakan untuk melindungi operator peralatan dan personil yang membantunya, serta lingkungan, agar terhindar dari paparan radiasi yang berlebihan.

Karet alam merupakan salah satu bahan yang elastis, tetapi belum berfungsi sebagai bahan penyerap radiasi nuklir, sehingga karet alam itu masih perlu dikembangkan sesuai dengan kebutuhan khusus tersebut.

Penyerapan radiasi nuklir oleh bahan (materi) tidak lain adalah adanya proses penyerapan energi radiasi nuklir oleh elektron-elektron kulit atom materi. Proses ini berlangsung ketika radiasi ini menabrak elektron-elektron kulit atom tersebut. Oleh karena itu unsur dengan nomor atom tinggi (Z besar), akan sangat baik sebagai bahan penyerap.

Timbal merupakan unsur/bahan dengan Z besar, sehingga cukup baik untuk digunakan sebagai bahan penyerap radiasi. [1] Selain itu, timbal dapat digunakan pula sebagai bahan pengisi (filler) pada proses pembuatan karet. Timbal yang dimasukkan kedalam proses pengolahan karet berbentuk senyawa oksida. Pb_3O_4 merupakan salah satu bentuk senyawa timbal yang dapat menaikkan proses vulkanisasi. [2] Sifat ini sangat menguntungkan untuk digunakan dalam proses pembuatan komposit. Selain itu timbal dalam bentuk senyawa ini diharapkan dapat menyerap radiasi. Sehingga dengan memasukkan Pb_3O_4 semakin banyak ke dalam komposit, maka daya serapnya terhadap radiasi nuklir diharapkan semakin besar. Seiring dengan penambahan Pb_3O_4 kedalam komposit, akan diikuti pula oleh perubahan sifat-sifat mekaniknya.

Dengan mengacu kepada Japan Industrial Standard (JIS) dan sifat kompatibilitasnya, maka kan dapat

diketahui berapa besar Pb_3O_4 ini yang boleh dimasukkan kedalam karet.

Penentuan kompaibilititas didasarkan kepada analisa hasil pengamatan mikrostruktur dengan Scanning Electron Microscope (SEM).

Hasil eksperimen ini diharapkan juga dapat diketahui komposisi Pb_3O_4 yang masih memungkinkan untuk dapat digunakan sebagai bahan apron timbal.

2. TATA KERJA

Untuk pembuatan dan pengujian mekanik, pelaksanaannya dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor. Sedangkan pengujian daya serap radiasi nuklir dan pengamatan mikrostruktur serta analisisnya dilakukan di BATAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : karet alam fase padat jenis SIR 5 (Standard Indonesian Rubber), [3] serbuk Pb_3O_4 dan beberapa bahan pembantu pengolah karet seperti ZnO, sulfur, asam stearad, thiozole.

Peralatan yang digunakan antara lain: mesin pencampur bahan dan pembuat kompon merek Alphasal dengan ukuran sampel lebar 40 cm, mesin vulkanisasi merek Kobe dengan ukuran 40 x 40 cm, unit peralatan uji kekerasan (durometer) merek Frank tipe shore A, unit peralatan uji tarik dan perpanjangan putus merek Lloyd tipe R 2000 dan unit peralatan uji daya serap radiasi nuklir adalah pesawat sinar-X merek Rigaku 150 Kv 5 mA yang dilengkapi dengan detektor ion chamber Babyline tipe E 793, serta unit peralatan SEM merek Philips tipe SEM 515 dan peralatan coating merek Taab SEM-S 500.

Penelitian ini diawali dengan pembuatan sampel komposit karet alam timbal oksida, dengan berbagai variasi komposisi dari 100 pphr, 300 pphr, 500 pphr, 700 pphr, serta sampel karet alam tanpa Pb_3O_4 . Proses pembuatan sampel mengikuti proses pengolahan karet secara klasik, [4] dengan tahapan pengolahan dimulai dengan pencampuran bahan, pembuatan kompon dan vulkanisasi. Proses pencampuran bahan dilakukan dengan cara memasukkan karet alam kedalam gilingan. Selanjutnya bahan-bahan yang lain dimasukkan sedikit demi sedikit sampai semua bahan selesai dimasukkan. Lembaran karet yang diperoleh dipotong-potong dan diumpukan kembali kedalam gilingan. Demikian kegiatan ini dilakukan berulang-ulang sehingga semua bahan sudah tercampur dengan baik, yang ditandai dengan warna orange yang seragam. Setelah itu, lembaran karet yang diperoleh dimasukkan kedalam gilingan mesin pembuat kompon.

Pada kondisi ini suhu penggilingan sekitar 66°C. Lembaran karet yang diperoleh digulung dan diumpukan kembali kedalam gilingan. Kegiatan ini dilakukan hanya beberapa kali saja karena hanya untuk memantapkan pencampuran.

Jarak kedua gilingan selama proses pembuatan

kompon ini semula lebih besar dari 2 mm. Namun pada penggilingan yang terakhir jarak kedua gilingan diatur menjadi 2 mm, sehingga akan diperoleh lembaran karet dengan tebal kurang lebih 2,5 mm. Untuk menghindari menempelnya kompon kepada bahan-bahan lain maupun kepada peralatan bantu yang digunakan, maka lembaran kompon ini dibungkus dengan plastik. Selanjutnya lembaran kompon dimasukkan kedalam cetakan, dipress dengan tekanan 100 kg/cm² dan dilakukan vulkanisasi pada suhu 160°C. Setelah selesai proses vulkanisasi, sampel diambil dan dilakukan pengujian.

Sampel yang diperoleh diuji daya serapnya terhadap radiasi sinar-x. Metoda pengujian berdasar kepada JIS Z 4501 dan JIS Z 4801. Untuk pengujian daya serap terhadap radiasi sinar-X digunakan unit peralatan sinar-X beserta peralatan pendukungnya. Pesawat ini dioperasikan pada tegangan 150 kV, kuat arus 5 mA dan waktu expose 20 detik. Dari data yang diperoleh, kemudian dilakukan penghitungan dan hasil penghitungannya ditabelkan.

Pengujian sifat mekanik yang meliputi kekerasan, kuat tarik, perpanjangan tetap, dan perpanjangan putus berdasar kepada International Standard Organization (ISO). masing-masing ISO 7619, 37 dan 2285. Hasil pengujian ini kemudian dibandingkan dengan JIS Z 4803 yang digunakan sebagai standar

Untuk kegiatan pengamatan mikrostruktur dilakukan dengan unit peralatan SEM. Preparasi sampel dilakukan dengan cara memotong sampel sedikit, kemudian dimasukkan kedalam nitrogen cair. Setelah keras, cuplikan tersebut dipatahkan dan pada bagian yang dipatahkan dilapisi emas. Pada daerah ini pengambilan gambar dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sampel yang diperoleh dari eksperimen ini cukup baik. Pengamatan secara visual menunjukkan bahwa pada permukaan terlihat cukup merata, sehingga memenuhi syarat untuk uji mekanik. Pada Tabel 1, terlihat bahwa ada kenaikan daya serap terhadap sinar-x seiring dengan penambahan Pb_3O_4 . Berdasar kepada hasil tersebut, ternyata bahwa timbal yang berbentuk senyawa dapat menyerap radiasi nuklir.

Tabel 1. Hasil pengujian daya serap terhadap sinar-x

Shielding	Tanpa shielding	Sampel			
		K100	K300	K500	K700
Paparan, μ Gray	38	8	3	1,2	0,7
Daya serap, %	-	78,94	92,10	96,84	98,15

Komposisi Pb_3O_4 sebesar 700 pphr dapat memberikan daya serap yang cukup tinggi dan hal ini sangat baik sekali jika digunakan sebagai apron operator pesawat sinar-x.

Pada Tabel 2, terlihat bahwa ada perubahan sifat mekanik, seiring dengan penambahan Pb_3O_4 . Namun pada komposisi Pb_3O_4 sebesar 700 pphr, harga beberapa sifat mekanik sudah berada pada ambang batas. Hal ini

disebabkan karena jumlah kandungan Pb_3O_4 yang cukup banyak, akan memberikan sifat yang dominan terhadap sifat karet tersebut.

Tabel 2 Hasil uji mekanik komposit yang dibuat.

Sifat bahan	Sampel				JIS
	K100	K300	K500	K700	
Kekerasan, shore A	41	50	44	48	65**
Kuat tarik, N/mm ²	26,7	13,45	6,99	5,98	6*
Perpanjangan putus, %	810	610	435,08	373,52	400*
Perpanjangan tetap, %	5,9	5,4	10,3	31	25**
Massa jenis, g/cm ³	1,749	2,80	3,724	4,371	-

* nilai minimum ** nilai maksimum

Pengujian mekanik untuk komposisi 300 pphr menghasilkan kekerasan sebesar 40 shore A. Hasil ini lebih kecil jika dibandingkan dengan sifat kekerasan sampel dengan komposisi 100 pphr yang besarnya mencapai 41 shore A. Selain itu, pengujian perpanjangan tetap menghasilkan 5,4 % dan lebih kecil jika dibandingkan dengan perpanjangan tetap sampel komposisi 100 pphr yang mempunyai harga 5,9 %.

Hal ini mungkin disebabkan karena volume kompon yang dimasukkan kedalam dies saat dilakukan vulkanisasi lebih sedikit jika dibandingkan dengan volume yang 300 pphr. Namun hal ini tidak menjadi masalah karena besaran ini masih memenuhi standar yang digunakan.

Perbedaan sifat fisik yang cukup besar terjadi pula pada komposisi 700 pphr, terutama pada perpanjangan tetapnya yang sebesar 31 %, sedang standar yang digunakan hanya 25 %. Besaran ini relatif masih dapat diijinkan, karena karet yang diperoleh akan sedikit lebih kaku. Hal ini hanya akan berpengaruh pada kenyamanan pemakaian bila bahan ini digunakan untuk pakaian proteksi radiasi bagi operator pesawat sinar-X. Sedangkan bila harga ini jauh lebih kecil, maka apron akan lebih mudah mulur. Jika mulur, maka ketebalan akan tidak memenuhi standar dan akan lebih cepat rusak.

Hasil pengamatan mikrostruktur dengan unit peralatan SEM, dapat dilihat pada Gambar 1 a, b, c. Gambar 1a merupakan gambar potongan melintang karet alam tanpa filler Pb_3O_4 . Sedangkan Gambar 1b merupakan Gambar potongan melintang komposit dengan komposisi 100 pphr Pb_3O_4 . Jika kedua gambar tersebut dibandingkan, ternyata Pb_3O_4 dengan komposisi 100 pphr cukup kompatibel dengan bahan karet alam. Sedangkan untuk komposisi 700 pphr (Gambar 1c.) juga masih kompatibel, walaupun gambar yang diperoleh tidak seperti Gambar 1a dan 1b. Perbedaan gambar ini disebabkan kesulitan untuk mendapatkan posisi yang tepat pada saat pengambilan gambar. Dari gambar tersebut tidak diperoleh suatu bentuk butiran yang lepas dari komposit, walaupun saat preparasi dilakukan pematahan bahan. Hal ini ditandai dengan tidak terlihat adanya garis-garis tegas pada batas-batas butiran.



Gambar 1a. Pengamatan mikrostruktur karet alam dengan SEM perbesaran 5000 x



Gambar 1b. Pengamatan mikrostruktur karet alam 100 pphr Pb_3O_4 perbesaran 5000 x



Gambar 1c. Pengamatan mikrostruktur karet alam 700 pphr Pb_3O_4 perbesaran 5000 x.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa Pb_3O_4 cukup kompatibel dengan karet alam, walaupun komposisinya mencapai 700 pphr.

Senyawa timbal oksida (Pb_3O_4) ternyata juga dapat

digunakan sebagai bahan penyerap radiasi sinar-X, sehingga dimungkinkan senyawa ini digunakan untuk membuat apron timbal sebagai bahan proteksi radiasi nuklir

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. GLENN MURPHY, "Elements of Nuclear Engineering", 1961, New York, John Wiley and Sons Inc.
- [2]. L. FRANTA, "Elastomers and Rubber Compounding Materials", 1989, Amsterdam Tokyo, Elsevier.
- [3]. THE WORKING COMMITTEE FOR CRUMB RUBBER MINISTRY OF TRADE REPUBLIC OF INDONESIA, Standard Indonesian Rubber (SIR) Manual, Jakarta, 1972
- [4]. J.A. BRYDSON, "Rubber Materials and Their Compounds", Elsevier Applied Science, London and New York, 1988
- [5]. JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD (JIS) Z 4803, "Medical X-ray Protective Aprons", Japanese Standard Association, 1991
- [6]. JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD (JIS) Z 4801, "Lead Rubber Chloride Sheets for X-ray shield", Japanese Standard Association, 1991
- [7]. INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO) 37, 7619, 2285.