

POLIMER KOMPOSIT POLIMETILMETAKRILAT-STIREN AKRILONITRIL (PMMA-SAN)-ZnS SEBAGAI FILM PENDAR UNTUK PENCITRAAN PADA SINTILATOR

Jadigia Ginting

*Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong 15314, Tangerang*

ABSTRAK

POLIMER KOMPOSIT POLIMETILMETAKRILAT-STIREN AKRILONITRIL (PMMA-SAN)-ZnS SEBAGAI FILM PENDAR UNTUK PENCITRAAN PADA SINTILATOR. Studi polimer komposit polimetilmetakrilat-stiren akrilonitril (PMMA-SAN)-ZnS dalam pembuatan bahan pendar untuk pencitraan pada sintilator telah dilakukan dengan pencampuran 20 g PMMA/7 g SAN dalam aseton dengan bahan pendar anorganik ZnS. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji pemakaian film optis hitam-putih BW ASA 100 sebagai alat ukur paparan radiasi sinar-X. Film pendar dibuat dari larutan PMMA dan SAN, yang dicampur dengan ZnS dengan komposisi bervariasi yaitu 50 mg, 125 mg, 250 mg, 500 mg dan 1000 mg. Campuran larutan polimer ini kemudian dikeringkan pada suhu kamar dan membentuk film. Film selanjutnya dipotong sesuai ukuran film dosimeter. Kemudian film optis hitam-putih dimasukkan ke dalam amplop kedap cahaya yang di dalamnya diberi film pendar. Sampel bersama satu film dosimeter dan satu film optis kosong diiradiasi dengan sinar-X pada tegangan operasi 50 kVolt selama 1 detik. Film dan sampel diproses bersama di dalam *developer* (larutan pengembang) dan dikeringkan dalam suhu kamar. Setelah film kering, diukur densitas optisnya dengan menggunakan densitometer. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai densitas optis dari film pendar dengan komposisi ZnS 50 mg, 125 mg, 250 mg, 500 mg dan 1000 mg masing-masing adalah 2,17, 2,24, 2,18, 2,19 dan 2,11. Sedangkan film dosimeter dan film optis hitam-putih tanpa zat pendar masing-masing mempunyai densitas optis sebesar 3,86 dan 0,99. Pengamatan dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)* menunjukkan film pendar yang dihasilkan isotropik. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa film pendar dapat menaikkan densitas optis sebesar dua kali dari film optis hitam-putih BW ASA 100, sehingga film ini dapat digunakan untuk film dosimeter.

Kata kunci : Polimer komposit, PMMA-SAN, ZnS, Film dosimetri, Sintilator

ABSTRACT

POLYMER COMPOSITE OF POLYMETHYLMETHACRYLIC-STYRENE ACRYLONITRILE-ZINC SULFIDE (PMMA-SAN-ZnS) AS FILM FOR IMAGING IN SCINTILLATOR. The study of polymer composite polymethylmethacrylic-styrene acrylonitril (PMMA-SAN)-ZnS for imaging application in scintillator was carried out by mixing 20 g PMMA and 7 g SAN in acetone with inorganic scintillation material ZnS. The aim of this research is to investigate the usage of the black-white optical film BW ASA 100 for the measurement of X-ray radiation dose. Scintillation film was prepared from a mixture of the polymeric solution PMMA/SAN with ZnS in various composition of 50, 125, 250, 500 and 1000 mg. The polymer solution was then dried at room temperature to form a film and cut to match the size of the dosimetry film. The black white optical film was put into a light-proof envelope containing a scintillation film. Then the scintillation film together with the dosimetry film and the optical film were irradiated by X-ray of 50 kV for 1 second. The optical film and the sample were developed together and dried at room temperature. The measurement results showed that the optical density of the scintillation film in various composition of ZnS 50, 125, 250, 500 and 1000 mg were 2.17, 2.24, 2.18, 2.19 and 2.11 respectively. Meanwhile the optical density of dosimetry film and the black white optical film were 3.86 and 0.99. Observation with SEM showed an isotropic scintillation film. We concluded that the scintillation film could increase the optical density twice from the black-white optical film BW ASA 100, so this film can be used as a dosimetry film.

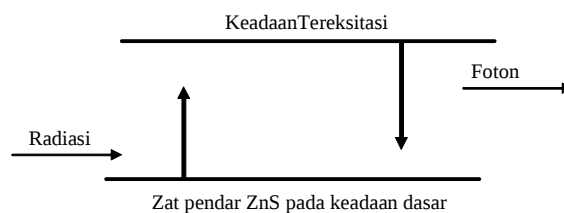
Key words : Polymer composite, PMMA-SAN, ZnS, Dosimetry film, Scintillator

PENDAHULUAN

Dalam dosimetri menggunakan sinar- γ atau sinar-X, dipakai suatu film tertentu untuk mendeteksi hasil radiasi- γ atau sinar-X. Biasanya film yang digunakan untuk pengukuran laju dosis adalah film dosimeter. Radiasi sinar- γ atau sinar-X ketika mengenai film ini, akan meninggalkan jejak pada permukaan film. Setelah film diproses dengan larutan *developer*, jejak ini akan terlihat berwarna hitam. Kehitaman film ini menunjukkan besarnya densitas optis film, dan densitas ini akan sebanding dengan nilai laju dosis yang diterima oleh film tersebut [1]. Untuk menghasilkan kehitaman yang cukup digunakan bantuan bahan pendar yaitu polimer komposit sintilator anorganik, dalam penelitian ini digunakan *zinc-sulfide* (ZnS).

Prinsip perpendaran sintilator adalah kembalinya bahan sintilator ke keadaan dasar atau *ground-state* dari keadaan tereksitasi. Jika suatu radiasi nuklir (misal radiasi- γ) jatuh pada zat pendar, maka energi radiasi ini dapat diserap oleh molekul zat pendar, dan energi ini akan membawa zat pendar ke keadaan tereksitasi. Keadaan tereksitasi ini tidak akan berlangsung lama dan molekul zat pendar akan segera kembali ke keadaan dasar dan akan memancarkan energi berbentuk foton cahaya dengan panjang gelombang tertentu, sesuai dengan sifat zat pendar yang digunakan. Proses ini secara skematis ditunjukkan pada Gambar 1.

Radiasi γ yang datang mengenai film tersebut, akan mengeksitasi ZnS yang digunakan sebagai media pendar. Ketika bahan media pendar tersebut kembali ke keadaan dasar, akan melepaskan foton



Gambar 1. Proses pembentukan foton cahaya pada zat pendar

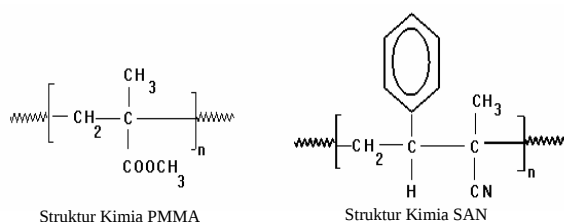
cahaya dengan panjang gelombang antara 325 nm sampai dengan 525 nm [2-3, 6]. Foton cahaya ini akan mengenai film optis hitam-putih dengan ASA 100, yang digunakan sebagai media pencitraan. Film akan menjadi hitam sesuai dengan nilai laju dosis yang diterima.

Dalam penelitian ini, akan digunakan film optis biasa yang diharapkan dapat digunakan sebagai pengganti film dosimeter dengan bantuan polimer komposit dengan bahan pendar ZnS. Film optis ini dipilih, karena mempunyai beberapa kelebihan, jika dibandingkan dengan film dosimetri, seperti menghasilkan pengukuran yang lebih murah karena dapat dipakai film kamera biasa BW ASA 100 yang dilapisi dengan film polimer komposit polimetilmetakrilat/stiren akrilonitril (PMMA-SAN)-ZnS sebagai media pendarnya. Tabel 1 merupakan tabel karakteristik kedua jenis film tersebut [3].

Pemanfaatan polimer dimaksudkan untuk mempermudah pembuatan film tipis zat pendar dan polimer difungsikan sebagai matriks komposit, sedangkan bahan pendar berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) komposit dan pembangkit sumber cahaya bagi penyinaran film. Pemanfaatan polimer sebagai matriks komposit

Tabel 1. Spesifikasi film optis dan film dosimetri [3]

Sifat	Film Optis	Film dosimetri
Struktur: Ketebalan lapisan fotosensitif	15 - 20 μm	5 - 9 μm
<i>Coating</i>	Lapisan tunggal	Lapisan ganda
Tebal dasar	100 - 200 μm	170 - 200 μm
<i>Backing</i>	Tersedia	Tidak tersedia
Warna dasar	Tidak berwarna	Biru
Kinerja : Sensitivitas ASA	100	60 - 80
Kekontrasan	0,7 - 0,9	2,5 - 3,0
Butiran	0,6 - 0,8 μm	2,0 - 2,3 μm
Sensitivitas warna cahaya	Semua cahaya tampak	Cahaya biru atau hijau
Resolusi	70 - 120 garis / mm	40 garis / mm
Warna perak	Abu-abu medium sampai hitam	Hitam
Pemrosesan : <i>Tipe developer</i>	Butiran halus	Aktif
<i>Suhu developer</i>	20 $^{\circ}\text{C}$	20 - 35 $^{\circ}\text{C}$
Lama di dalam <i>developer</i>	8 - 10 menit	24 detik - 5 menit
Sistem proses cepat	Tidak ada	Ada



Gambar 2. Struktur molekul Polimetilmetakrilat (PMMA) dan Stiren Akrilonitril (SAN)

media pendar cukup sederhana, dan menggunakan bahan kimia yang murah. Proses pembuatan meliputi pelarutan bahan polimer dalam pelarut aseton dan dilanjutkan dengan pencampuran bahan pendar kemudian dicetak dan dikeringkan.

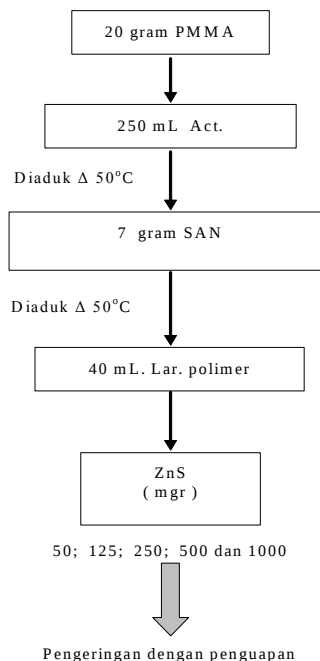
Pemilihan campuran bahan polimer PMMA dan SAN dengan struktur molekul yang ditampilkan pada Gambar 2, didasarkan pada sifat kelarutan dan pencetakan yang baik dan beberapa keunggulan lain : film yang diperoleh relatif bening, mudah dicetak, agak lentur tidak getas, dapat didaur ulang dan kompatibel [4-5]. Di samping itu bahan polimer ini juga mempunyai frekuensi vibrasi yang baik untuk memungkinkan terjadinya proses pemendaran yang dapat dideteksi. Pengukuran kualitas komposit ini akan dibandingkan dengan film dosimeter yang ada di pasaran. Diharapkan hasil uji kualitas film pendar dengan komposit ini akan dapat memberikan respon yang memadai, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti film dosimeter atau dapat digunakan sebagai pelapis bagian dalam dari suatu kaset film radiografi diagnostik.

METODE PERCOBAAN

Pelarutan kedua polimer PMMA dan SAN dilakukan dengan menggunakan pelarut aseton memakai alat *hot plate magnetic stirrer*, dengan pengadukan dan pemanasan pada suhu 50 °C.

Setelah polimer larut sempurna dan membentuk resin baru, kemudian ditambahkan ZnS dalam beberapa komposisi : 50 mg, 125 mg, 250 mg, 500 mg dan 1000 mg. Larutan polimer komposit selanjutnya dituangkan kedalam *petri disk* dan dibiarkan mengering pada suhu kamar. Film yang terbentuk dipotong sesuai ukuran film dosimetri. Semua film diiradiasi dengan sinar-X pada tegangan operasi 50 kVolt selama satu detik menggunakan peralatan sinar-X di poliklinik Batan. Selanjutnya film diproses dalam larutan *developer* dalam kamar proses film dalam waktu yang sama. Densitas optik diukur sebagai angka kesebandingan dengan alat densitometer yang ada di PRPN Batan. Untuk memastikan homogenitas film, dilakukan pengamatan dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)* di BBIN PTBIN.

Adapun diagram alir percobaan diperlihatkan pada Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir proses pembuatan polimer media pendar

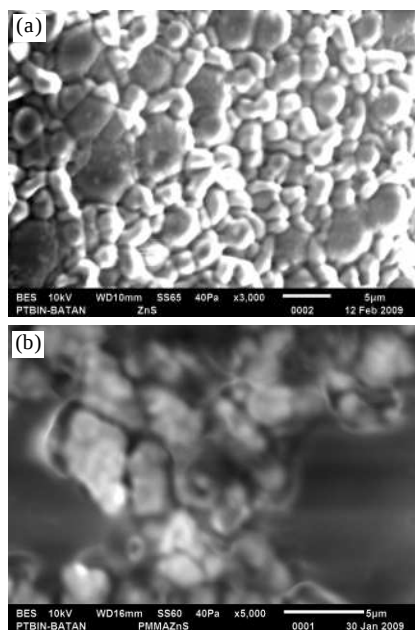
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran densitas optis film tertera pada Tabel 2. Sampel dengan zat pendar ZnS komposisi 125 mg dan 500 mg, menghasilkan densitas optis sekitar 2,24 dan 2,19. Sedangkan untuk komposisi 50 mg, 250 mg dan 1000 mg ZnS, masing-masing menghasilkan densitas optis sebesar 2,17, 2,18 dan 2,11. Sampel dengan komposisi 1000 mg ZnS mempunyai nilai paling kecil, yaitu 2,11. Hal ini mungkin disebabkan karena pada komposisi ini, komposit sudah tidak bening lagi, sehingga sulit meneruskan foton cahaya yang dihasilkan dari proses eksitasi ZnS, atau dengan perkataan lain terjadi absorpsi diri sampel terhadap foton cahaya tersebut. Sedangkan film dosimeter dan film optis hitam-putih tanpa zat pendar masing-masing mempunyai densitas optis sebesar 3,86 dan 0,99. Jika hasil pengukuran densitas optis yang terbesar ini dibandingkan dengan densitas optis film dosimeter standar, nilainya sekitar 58%.

Jadi penggunaan film pendar ini memerlukan suatu faktor koreksi yang akan ditetapkan dalam penelitian lanjutan dengan mengoptimasi tebal film dan komposisi zat pendar yang digunakan. Namun demikian hasil penelitian ini menunjukkan bahwa film pendar dapat menaikkan densitas optis sekitar dua kali dari film optis hitam-putih BW ASA 100, sehingga film ini dapat

Tabel 2. Hasil pengukuran densitas optis

Komposisi (mgr)	50	125	250	500	1000
Densitas optis	2,17	2,24	2,18	2,19	2,11



Gambar 4. Mikrograf SEM sampel polimer komposit dengan kandungan ZnS (a). 125 mg dan (b). 1000 mg.

digunakan untuk film dosimeter. Nilai ini masih belum memenuhi standar, tetapi nilai ini sudah lebih baik jika dibandingkan dengan nilai densitas optis film optis BW ASA 100, yaitu ada kenaikan nilai densitas optis sekitar 1,25. Dengan demikian ada pengaruh zat pendar ZnS pada kehitaman film.

Gambar 4(a) dan 4(b) menunjukkan masing-masing foto SEM dari sampel polimer komposit dengan kandungan ZnS 125 mg dan 1000 mg. Sampel polimer komposit dengan kandungan ZnS 125 mg mempunyai homogenitas butir yang cukup baik dibanding sampel dengan kandungan ZnS yang lebih tinggi. Dikaitkan dengan hasil pengukuran densitas optis, makin homogen sampel memberikan densitas optis yang makin tinggi.

Hasil pengamatan ini juga menunjukkan teknik pembuatan komposit polimer sebagai film pendar untuk pencitraan sintilator dapat menghasilkan lembaran film

yang isotropik sehingga dapat dipakai sebagai acuan dalam proses pembuatan film dosimeter.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan, dapat disimpulkan bahwa zat pendar ZnS dapat meningkatkan densitas optis film BW ASA 100, sehingga film optis dapat digunakan sebagai film dosimeter. Teknik pembuatan komposit polimer sebagai film pendar untuk pencitraan sintilator, dapat menghasilkan lembaran film yang isotropik (komposisi ZnS 125 mg) sehingga dapat dipakai untuk acuan dalam proses pembuatan film dosimeter.

DAFTAR ACUAN

- [1]. SUWARNO WIRYOSIMIN, *Mengenal Azas Proteksi Radiasi*, Penerbit ITB, Bandung, (1995)
- [2]. JACK SHARPE, *Nuclear Radiation Detectors*, EMI Electronics Ltd. Hayes, Middlesex, (1964)
- [3]. ERICH KRESTEL, *Imaging Systems or Medical Diagnostics, Fundamentals and Technical Solutions X-Ray Diagnostics, Computed Tomography, Nuclear Medical Diagnostics, Magnetic Resonance Imaging, Sonography, Biomagnetic Diagnostics*, Siemens Aktiengesellschaft, Berlin, (1990)
- [4]. SRI MULYONO dan GINTING, J, *Rekayasa Bahan Pendar untuk Pencitraan Berbasis Komposit Polimer Sintilator Anorganik*, Seminar PIIB Batan, Serpong, (2008)
- [5]. J. BRANDRUP and E. H. IMMERGUT, *Physycal Constants of Poly Methyl Methacrylate*, *Polymer Handbook 3rd Ed* IV-77, (1989)
- [6]. Katalog HILGER ANALYTICAL Ltd. Technical Data Flier Grade Zinc Sulphide, Westwood, Margate, Kent (1998)
- [7]. WISNU ARYA WARDHANA, *Teknologi Nuklir, Proteksi Radiasi dan Aplikasinya*, Penerbit Andi, Yogyakarta, (2006)