

SINTESA DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT ZEOLIT-RESIN POLIMETAKRILAT

Yusuf Nampira

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir
Badan Tenaga Nuklir Nasional
Email: ynampira@gmail.com

ABSTRAK

Komposit zeolit-resin polimetakrilat telah dibuat dengan berbagai komposisi zeolit dalam komposit. Komposit dibuat melalui beberapa komposisi campuran homogen serbuk zeolit dengan serbuk tetrahidro furfuryl metakrilat, polimerisasi metakrilat dilakukan melalui fase pasta dengan mencampurkan 1 ml larutan campuran tetrahidro furfuryl metakrilat dan hidroksi propil metakrilat. Bagian besar zeolit dalam komposit yang dihasilkan berada dalam fasa larutan polimer. Keseimbangan antara bahan pendukung dan bahan matrik diantara zeolit dalam komposit zeolit-resin poli metakrilat diperoleh pada fraksi zeolit dalam komposit antara 46,67% berat sampai dengan 70% berat. Kekuatan dan kekerasan komposit zeolit-resin polimetakrit tergantung pada keseimbangan antara zeolit dan resin polimetakrilat. Kekerasan optimum dari komposit ini mencapai nilai $29,7 \text{ N/mm}^2$, yang diperoleh dari komposit yang mempunyai fraksi zeolit sebesar 46,67% berat.

Kata Kunci : Sintesa, karakterisasi, komposit, zeolit, resin metakrilat

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF COMPOSITE ZEOLITE-RESIN POLYMETHACRYLATE.

Composite of Zeolite-resin polymethacrylate have been made with various compositions of zeolite on composite. The composite were made by homogenous mixture of zeolite powder with powder of tetrahydrofurfuryl methacrylate, methacrylate polymerization which was conducted by pasta phases with mixing 1 ml mixture solution of tetrahydrofurfuryl methacrylate and hydroxy propyl methacrylate. A big part of zeolite in product composite was in the polymer solution phase. The balance between supporting material and matrix material around the zeolite on composite of zeolite-resin polymethacrylate obtained on the fraction of zeolite in the composite between the 46.67% of weight up to 70% of weight. Strength and hardness of zeolite-resin polymethacrylate depends on balance between zeolite and resin polymethacrylate. The optimum hardness of this composite reaches value of $29,7 \text{ N/mm}^2$, which obtained from composite that have a fraction zeolite 46,67% of weight.

Keywords: Synthesis, characterization, composites, zeolite, methacrylate resin

PENDAHULUAN

Pemantauan proses produksi maupun analisis kualitas suatu produk dalam suatu industri seringkali dilakukan dengan cara analisis dengan tidak merusak. Pemantauan/analisis tersebut didasarkan pada pengukuran intensitas radiasi gelombang elektromagnetik yang menembus obyek yang dipantau atau produk yang dianalisis sebagai bahan indikator. Sifat gelombang elektromagnetik umumnya bila melalui suatu bahan gelombang tersebut sebagian terserap oleh bahan yang dilalui, sebagian dipancarkan dan sebagian lagi diteruskan. Berdasarkan sifat tersebut pemantauan/analisis dengan cara tidak merusak dilakukan. Berbagai jenis gelombang elektromagnetik digunakan untuk kegiatan tersebut, diantaranya adalah radiasi

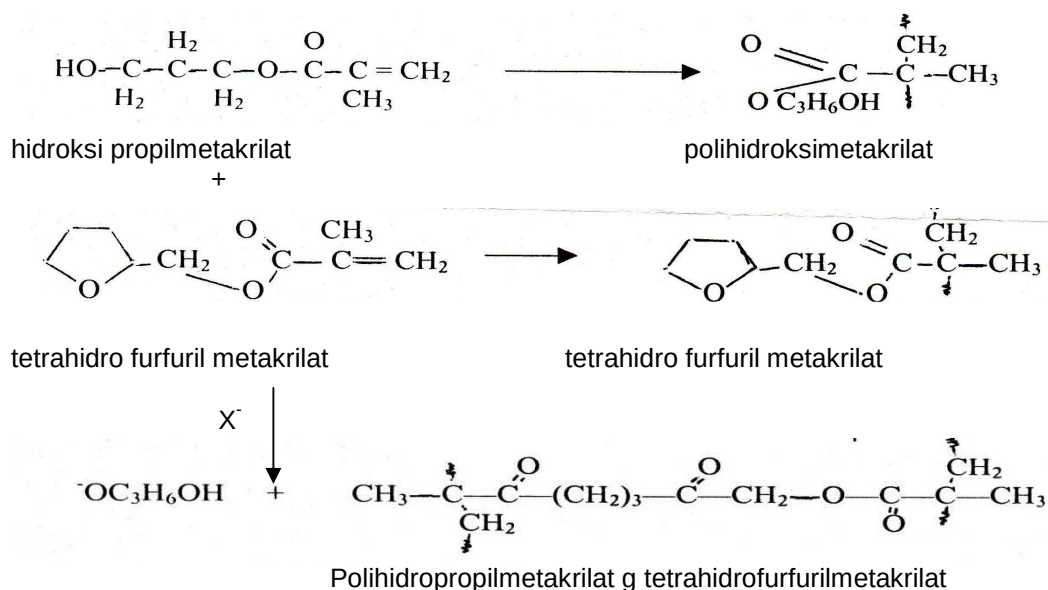
sinar gamma. Sinar tersebut dihasilkan dari suatu peluruhan inti radioaktif pemancar gamma, diantara bahan radioaktif yang sering digunakan dalam sumber radiasi adalah Cesium-137. Bahan radioaktif ini termasuk dalam bahan yang berbahaya bila tersebar ke lingkungan. Oleh sebab itu, dalam penggunaan bahan radioaktif tersebut dibuat suatu bahan padat. Penahan penyebaran dapat dilakukan dengan cara membungkusnya dengan pembungkus logam atau keramik atau mengikat bahan radioaktif tersebut dengan suatu matrik sehingga dapat dibentuk suatu padatan. Cara penahanan dengan ikatan ini dikenal dengan teknik solidifikasi. Bahan matrik dan bahan pengikat yang digunakan untuk proses solidifikasi tersebut harus dipilih agar hasil solidifikasi tersebut memenuhi beberapa persyaratan diantaranya kekerasan, kuat tekan dan kuat

mengikat bahan radioaktif tersebut serta tahan terhadap radiasi pengion.

Beberapa komposit bahan anorganik dengan bahan polimer mempunyai sifat tangguh diantaranya komposit serbuk atau serat silika sebagai bahan pendukung dengan matrik dari bahan elastomer (poliester, epoksi, dan resin phenol) digunakan sebagai bahan bangunan atau bahan *engineering* ^[1], sedangkan komposit zeolit-polimer digunakan dalam proses pemisahan bahan dalam uap, gas maupun dalam cairan ^[2]. Hal ini sesuai dengan struktur zeolit yang mempunyai jaringan lorong dan rongga atau pori yang tersusun dari SiO₄ dan AlO₄ ^[3], Cesium (Cs) akan terserap oleh zeolit melalui proses serapan permukaan dan terjebak dalam lorong dalam struktur zeolit, berdasarkan mekanisme serapan ini maka diharapkan jumlah Cs yang terikat dalam zeolit akan lebih banyak dibandingkan dengan bahan mineral lainnya lain yang mengikat Cs berdasarkan serapan pada permukaan ^[4]. Adapun zeolit banyak terdapat sebagai mineral yang terdapat di alam, sehingga bahan ini banyak di alam dan mudah diperoleh.

Sedangkan polimer yang digunakan sebagai pengikat/matrik dalam pembuatan komposit zeolit-polimer untuk solidifikasi sumber radioaktif harus mempunyai ketahanan terhadap radiasi pengion, bersifat termoset, ketahanan mekanik yang baik dan tidak biodegradable. Beberapa jenis polimer yang mempunyai sifat tersebut diantaranya polimetakrilat. Polimetakrilat mempunyai sifat mekanik dan termal yang baik, kekerasan polimer ini meningkat sesuai dengan kenaikan temperatur dan maksimum (2,39 kpsi) pada temperatur 373 °C, sedang kenaikan temperatur menurunkan modulus elastis nya ^[5].

Berdasarkan sifat zeolit dan polimetakrilat di atas maka komposit antara kedua bahan tersebut, sehingga komposit merupakan bahan yang memungkinkan untuk dapat digunakan dalam dalam solidifikasi sumber radiasi yang diinginkan. Adapun kekuatan komposit ini sangat dipengaruhi oleh komposisi dan homogenitas bahan pendukung (zeolit) dengan bahan matrik (resin polimetakrilat). Reaksi yang terjadi dalam pembuatan resin polimetakrilat adalah sebagai berikut :



Karena kekuatan ikatan partikel dalam komposit sangat dipengaruhi oleh kekuatan ikatan bahan matrik, maka polimerisasi yang berlangsung dalam pembuatan komposit harus berjalan dengan sempurna. Sedangkan karakter zeolit mudah menyerap cairan, sehingga proses polimerisasi dalam pembuatan komposit ini membutuhkan pelarut yang lebih banyak bila dibandingkan

dengan penggunaan pelarut dalam pembuatan polimer resin polimetakrilat.

Guna memperoleh komposit zeolit-resin polimetakrilat yang mempunyai kekuatan solidifikasi yang diinginkan maka pengaruh komposisi zeolit dengan serbuk metakrilat dan larutan metakrilat dalam pembentukan

komposit terhadap kekerasan komposit dilakukan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk zeolit dari Lampung (100 mesh digunakan sebagai bahan pendukung komposit, larutan campuran tetrahidrofurfuril metakrilat dengan hidroksi propil metakrilat dan serbuk tetrahidro furfuril metakrilat mengandung katalis tris-dimetilamino-sulfonium bifluorida merupakan bahan polimer yang digunakan sebagai matrik komposit, sedangkan pipa pralon sebagai bahan untuk mencetak komposit.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan elektronik digunakan untuk menimbang serbuk zeolit dan serbuk resin metakrilat, pipet ependorf digunakan untuk mengukur larutan polimer, gelas beker untuk mencampur zeolit dan bahan serbuk resin polimer serta tempat reaksi polimerisasi, janka sorong digunakan untuk mengukur dimensi resin polimetakrilat Fluoresensi sinar-x digunakan untuk menganalisis unsur kimia dan homogenitas zeolit dan resin dalam komposit zeolit-resin polimetakrilat yang dihasilkan, *image* distribusi zeolit dan resin polimetakrilat dilihat dengan mikroskop optik dan *Versatile digital microscope*, mikrohardness tester vickers/brinnel wolpert digunakan untuk menentukan kekerasan komposit.

Metodelogi

Kandungan unsur dalam bahan zeolit ditentukan dengan mengukur 50 mg serbuk zeolit menggunakan fluoresensi sinar-x, standar yang digunakan dalam analisis adalah standar mordenit dan standar Buffalo River Sediment (SRM-274).

Resin polimetakrilat dengan kandungan berbagai berat antara 0,3 g sampai 1,2 g tetrahidrofurfuril metakrilat masing masing dicampur dengan 1 ml larutan campuran tetrahidrofurfuril metakrilat dan hidroksi propil metakrilat diaduk hingga homogen, adanya katalis dalam serbuk resin maka terjadi reaksi polimerisasi, masing masing resin yang masih dalam proses reaksi dimasukkan dalam cetakan pralon didiamkan hingga kering, resin polimetakrilat yang dihasilkan dianalisis homogenitas nya dengan menggunakan mikroskop optik dan *Versatile digital microscope* serta kekerasannya ditentukan dengan mikrohardness tester.

Berbagai komposit yang dibuat dari 1,5 g campuran zeolit-resin polimetakrilat dengan komposisi zeolit dengan serbuk tetrahidro furfuril metakrilat antara 40 % (perbandingan zeolit/serbuk tetrahidro furfuril metakrilat = 3/12) sampai dengan 80 % (perbandingan zeolit/serbuk tetrahidro furfuril metakrilat = 6/9) = berat ditambah dengan 1 ml larutan campuran tetrahidrofurfuril metakrilat dan hidroksi propil metakrilat diaduk hingga homogen. adanya katalis dalam serbuk resin maka terjadi reaksi polimerisasi, masing masing resin yang masih dalam proses reaksi dimasukkan dalam cetakan pralon didiamkan hingga kering, resin polimetakrilat yang dihasilkan dianalisis homogenitas nya dengan menggunakan fluoresensi sinar-x, mikroskop optik dan *Versatile digital microscope* serta kekerasannya ditentukan dengan *mikrohardness tester*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

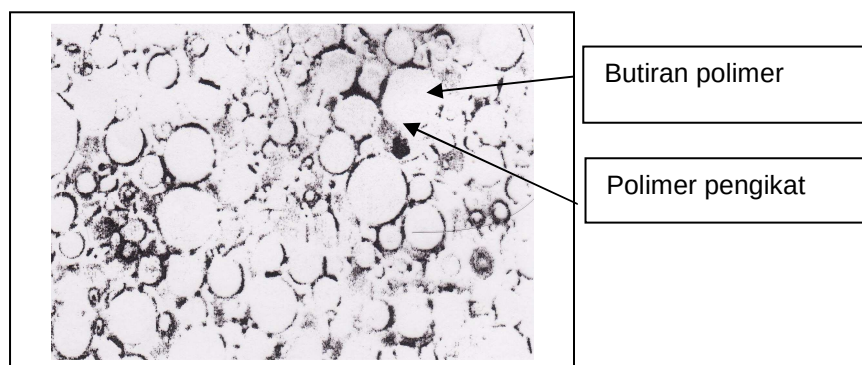
Image mineral zeolit yang berasal dari daerah Lampung merupakan serbuk yang pemukaannya tidak haus (Gambar 1), mineral ini mengandung unsur utama Al dan Si, disamping itu mengandung unsur K, Ca dan Fe. Kandungan masing masing unsur tersebut ditunjukkan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Serpihan Zeolit Lampung yang Diambil Melalui Digital Image dengan Perbesaran 200 Kali

Tabel 1. Kandungan unsur kimia dalam mineral zeolit Lampung

Unsur Kimia	Kandungan dalam zeolit (% berat)
Al	$6,77 \pm 0,21$
Si	$32,46 \pm 0,13$
K	$1,26 \pm 0,06$
Ca	$0,47 \pm 0,03$
Fe	$0,54 \pm 0,03$
Oksigen dan unsur lain	$58,5 \pm 1,46$



Gambar 2. Mikrostruktur Resin Polimetakrilat (Perbesaran 200x)

Kandungan unsur Si dan Al dalam mineral ini menunjukkan bahwa zeolit Lampung termasuk dalam kelompok zeolit dengan kandungan silika sedang.

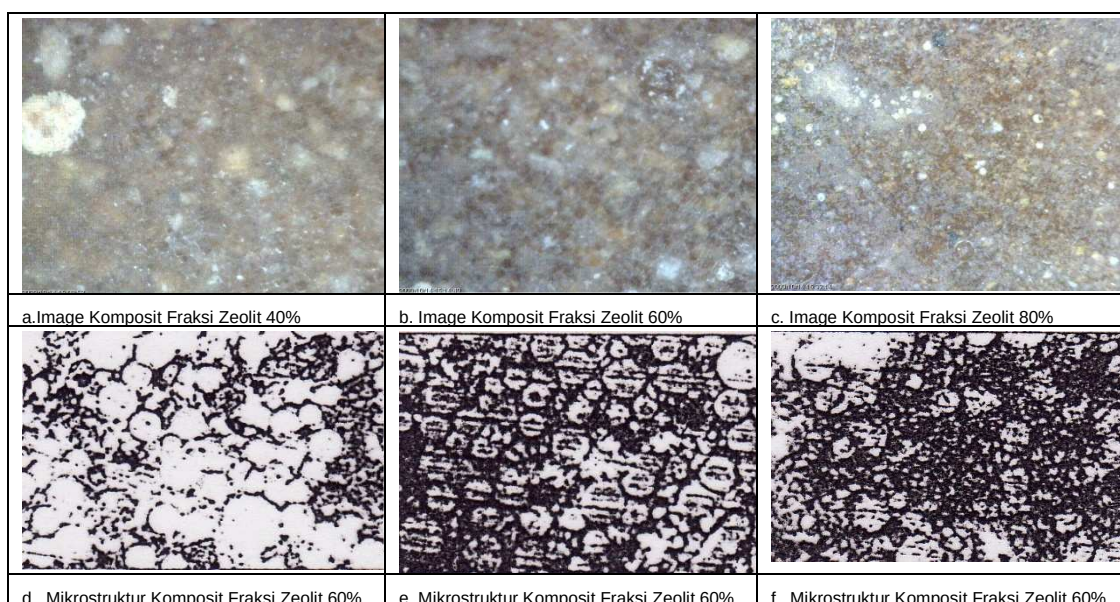
Hasil pengamatan *image* dan mikrostruktur resin polimetakrilat dari hasil reaksi antara serbuk tetrahidro furfural metakrilat dengan larutan campuran tetrahidrofurfural metakrilat dan hidroksipropil metakrilat (Gambar 2) menunjukkan bahwa polimer yang dihasilkan tersusun dari polimer butiran yang didominasi oleh poli tetrahidrofurfural metakrilat berfungsi

sebagai polimer pendukung, yang dikelilingi oleh polihidroksipropilmetakrilat g tetrahidrofurfural metakrilat.

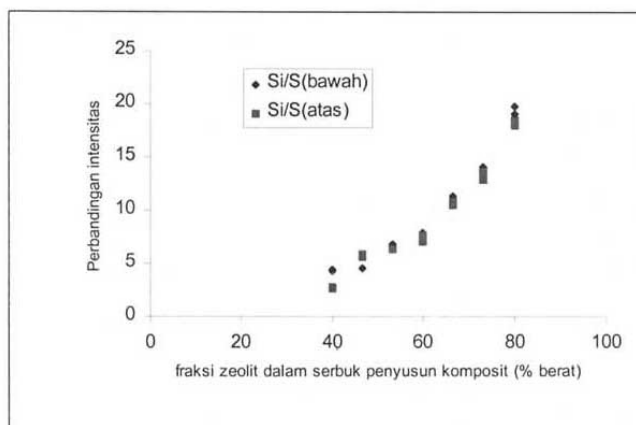
Komposit zeolit-resin polimetakrilat yang dihasilkan berupa suatu padatan yang menyatu. Peningkatan fraksi zeolit dalam pembuatan komposit, hal ini menyebabkan terjadinya kompetisi antara larutan monomer yang diserap oleh zeolit dengan larutan monomer yang berkontribusi dalam proses reaksi polimerisasi. Dalam komposit ini serbuk zeolit berada dalam larutan polimer

dan diantara butiran polimer. Peningkatan kandungan zeolit tersebut menyebabkan distribusi zeolit sebagai bahan pendukung komposit semakin besar dalam komposit sedangkan jumlah resin polihidroksi propilmetakrilat g tetrahidrofurfuril metakrilatpoli- metakrilat yang berfungsi sebagai polimer pendukung dalam komposit semakin kecil Gambar 3,. Pada komposit dengan fraksi zeolit lebih kecil dari 50% berat, kapasitas polimer sebagai pengikat lebih besar dibandingkan zeolit dalam komposit sehingga zeolit lebih banyak berkumpul pada bagian bawah, sedangkan makin tinggi fraksi zeolit dalam komposit akan menghasilkan komposit yang makin homogen karena bahan pendukung dalam komposit tersebut dapat memenuhi dukungan polimer yang mengikat, hal ini ditunjukkan pada Gambar 4 yaitu

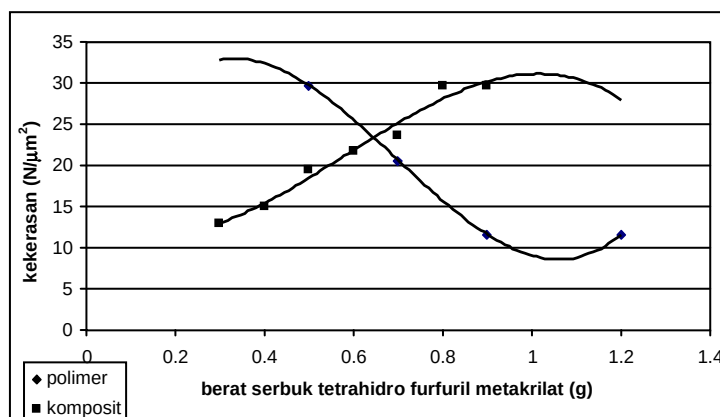
perbandingan intensitas flouresensi sinar-x dari unsur Si (unsur penyusun zeolit) dan unsur S (unsur katalis polimer) dari bagian bawah komposit dan bagian atas komposit memberikan nilai yang sama. Komposit yang mempunyai fraksi zeolit tinggi ikatan polimetakrilat dalam komposit semakin kecil, kempetisi antara serapan zeolit dan serbuk tetrahidrofurfuril metakrilat untuk proses polimerisasi terhadap larutan bahan polimer makin besar. Fraksi serbuk tetrahidrofurfuril metakrilat semakin kecil menyebabkan volume polimer yang digunakan untuk mengikat semakin kecil, keadaan ini ditunjukkan oleh komposit dengan fraksi serbuk polimer 26.67 atau fraksi zeolit di atas 73.33% berat (zeolit/serbuk polimer 6/9) ikatan polimer terhadap zeolit yang berada di permukaan semakin turun.



Gambar 3. Image dan Mokrastruktur Komposit dengan Berbagai Kandungan Zeolit



Gambar 4. Perbandingan Intensitas Flouresensi Unsur Si (Unsur Penyusun Sinar-X Zeolit) terhadap Unsur S (Komponen dalam Katalis Polimer)



Gambar 5. Perbandingan Kekerasan Resin Polimer dengan Komposit yang Dihasilkan dari Berbagai Kandungan Serbuk Tetrahidrofurfuryl Metakrilat

Pada resin polimetakrilat semakin tinggi kandungan bahan polimer serbuk akan menyebabkan penurunan kekerasan sedangkan pada komposit zeolit-resin polimetakrilat dengan penambahan zeolit akan meningkatkan kekuatan dukung zeolit pada komposit. Sesuai dengan fungsi zeolit dalam komposit ini sebagai bahan pendukung, maka kekuatan ikatan polimer terhadap zeolit semakin kecil. Hal ini akan menurunkan kekerasan komposit ditunjukkan dengan kekerasan dari komposit yang dihasil (Gambar 5).

Pembandingan kekerasan polimetakrilat murni yang dibuat dari serbuk tetrahidrofurfuryl metakrilat dengan komposit yang dihasilkan dari zeolit yang diikat dengan resin metakrilat menunjukkan bahwa kekerasan komposit ini akan lebih tinggi bila fraksi zeolit lebih kecil dibanding dengan fraksi pendukungnya yaitu lebih kecil dari 46,67% berat (berat serbuk tetrahidrofurfuryl metakrilat 0,8 g, zeolit 0,7g dan larutan polimer 1 ml). Hal ini menunjukkan bahwa komposisi zeolit/polimer 7/8 telah terjadi keseimbangan antara bahan pendukung dengan bahan pengikat.

KESIMPULAN

Zeolit dalam komposit yang dihasilkan sebagian besar berada dalam fasa larutan polimer. Keseimbangan antara zeolit dan Resin poli metakrilat diperoleh pada fraksi zeolit dalam komposit antara 46,67% berat

sampai dengan 70% berat, sedangkan kekuatan dan kekerasan komposit ini dipengaruhi fraksi resin polimetakrilat. Kekerasan optimum dengan nilai 29,7 N/mm² pada komposit yang mempunyai fraksi zeolit sebesar 46,67% berat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Douglas M.Cousidin, 1974," Chemical and Process Technology Ensiclopedia", Mc.Graw Hill Book Company, 413-416
2. Meng-Dong Jia, Baoshu Chen, Richard D. Noble, John L. Falconer, 1994, "Ceramic-zeolite Composite Membranes and Their Application for Separation of Vapor/Gas Mixtures", Journal of Membrane Science, 1-10.
3. Pecover,S.R., 1987, "A Review of The Formation and Geology Natural Zeolites", Natural Zeolites, G.G. Holmes and Pecover, S.R (ed), New South Wales Geological Survey Report GS 145, Departement of Mineral Resources, Sydney, 11-24.
4. Dian A, Siti A, Y. Nampira, Novianti, 1991, "Pemanfaatan zeolit Lampung untuk penukar kation Cs dari larutan radioaktif hasil fisi", Prosiding Presentasi Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir VI, P2TBDU-BATAN, Jakarta, 229-234.
5. Eric A. Grulke, 1974, " Polimer Process Engineering",PTR Prentice Hall Engelwood Cliffts, New Jersey, 413-418.