

PENGGUNAAN ZEOLIT ALAM SENTANI SEBAGAI PENGISI BAHAN KOMPOSIT POLIETILEN

The Use of Sentani's Natural Zeolite as a Filler of Polyethylene Composite

TIURLINA SIREGAR

Universitas Cendrawasih - Papua
Kampus Waena - Jayapura 99358
Telp. (0967) 572108
e-mail: tiurlina.siregar@yahoo.com

SARI

Zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan pengisi komposit polietilen sehingga komposit akan memiliki kekerasan yang tinggi dan dapat digunakan untuk kemasan bahan plastik yang kaku dan keras. Zeolit alam yang digunakan dalam percobaan pembuatan komposit ini berasal dari Sentani kabupaten Jayapura, Papua. Hasil karakterisasi mineral dan kristalinitas zeolit tersebut menunjukkan sebagian besar tersusun oleh mineral mordenit ($(\text{CaNa}_2\text{K}_2)\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}$) dengan derajat kristalinitas 53,14%. Percobaan pembuatan bahan komposit dilakukan dengan cara mencampurkan polietilen dengan bahan pengisi zeolit alam yang dipanaskan pada suhu 188°C selama 8 menit dengan variasi berat pengisi 1 – 65 % dari berat polietilennya dan ukuran butir zeolit -150 + 200 mesh. Komposit hasil penelitian mempunyai kekuatan saat putus $\geq 16,887$ MPa, kekuatan tarik $\geq 26,367$ MPa dan pemuluran putus $\leq 1,331$ MPa. Kekerasan komposit semakin meningkat dengan bertambahnya zeolit. Komposit ini tahan terhadap cuaca selama 16 minggu dan baik dimanfaatkan untuk pembuatan pipa dan/atau *exterior blind*.

Kata kunci : zeolit alam, bahan, komposit polietilen, pengisi

ABSTRACT

Natural zeolite can be used as a filler of polyethylene composite, hence the hardness of the composite would be higher that is eligible for rigid and hard plastic packaging. Natural zolite used for composite preparation was derived from Sentani Jayapura, Papua. Charaterization of the natural zeolite showed that mineral content is mostly mordenite $(\text{CaNa}_2\text{K}_2)\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}$. and the degree of crystallinity is 53.14%. The composite material preparation was conducted by blending the polyethylene with the natural zeolite as a filler. Zeolite composition was varied in the range of 1 – 65 % (w/w). Zeolite grain sizes were – 150 + 200 mesh and blended at the temperature of 188°C for 8 minutes. The composite obtained has yield strength ≥ 16.887 MPa, tensile strength ≥ 26.367 MPa and elongation at break ≤ 1.331 MPa. The hardness of the composite is increased by increasing the weight of zeolite. The composite resists on weather for 16 weeks of exposure

Keywords: natural zeolite, material, polyethylene composite, filler

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan plastik terus berkembang terutama bagi kepentingan di bidang industri dan rumah tangga, karena itu diperlukan inovasi untuk menciptakan bahan dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan, misalnya bahan yang sudah banyak

dikenal adalah komposit polimer (membran gas, membran *fuel cell* elektrolit) (Leslie, 2006).

Bahan komposit terdiri dari matrik bahan-bahan sebagai gabungan atau kombinasi dari dua atau lebih bahan yang berbeda. Kombinasi bahan-bahan tersebut dapat membentuk bahan baru dengan

karakteristik yang baru dan spesifik. Bahan itu dapat berupa partikel, fiber, laminar dan lain-lain (Yao dan Zhu, 2003). Matrik yang digunakan dalam pembuatan bahan komposit pada umumnya adalah polimer. Penggunaan polimer sebagai matrik memberikan keuntungan dalam proses pembuatannya yang mudah karena mempunyai kerapatan yang rendah. Polimer-polimer yang banyak digunakan sebagai matrik adalah polietilen (PE), polivinil klorida (PVC), polipropilen (PP), polistiren (PS) dan sebagainya. Produksi polimer-polimer tersebut meningkat dari tahun ke tahun.

Luasnya penggunaan polietilen disebabkan oleh ketersediaan monomer etilen yang melimpah dan harga bahan bakunya juga lebih murah dibandingkan dengan polimer-polimer lain. Selain itu, polietilen memiliki sifat daya renggang, kekakuan, derajat kristalinitas rendah, tahan karat, elastis dan tahan terhadap asam pada suhu kamar 25°C (Cowd, 2005). Diversifikasi penggunaan polietilen biasanya dilakukan modifikasi tertentu untuk memperbaiki sifat dan struktur kompositnya dengan menambahkan bahan aditif. Bahan aditif adalah bahan pengisi (*filler*) dan penguat (*reinforcement*) (Ibrahim, 2008). Salah satu bahan pengisi adalah zeolit yaitu suatu mineral aluminosilikat terhidrat yang mengandung unsur alkali dan alkali tanah (Ibrahim, 2008). Zeolit alam banyak ditemukan di Indonesia, salah satunya adalah zeolit alam dari Sentani. Rumus empiris zeolit alam adalah $M_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot X(SiO_2) \cdot yH_2O$.

M adalah kation alkali atau alkali tanah
 n adalah valensi kation
 X adalah jumlah silika
 y adalah fungsi porositas

Zeolit alam merupakan endapan batuan vulkanik yang terbentuk dari sedimentasi debu vulkanik pada lingkungan danau yang bersifat alkali dan telah mengalami metamorfosis dan/atau proses hidrotermal (Mainwaring, 2006). Berdasarkan proses pembentukannya, zeolit alam dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu:

1. Zeolit yang berasal dari batuan vulkanik, umumnya mempunyai sifat fisika dan kimia yang kompleks dan banyak mengandung zeolit jenis phillipsit, faujasit, mordenit, stillbit dan gmelnit.
2. Zeolit yang berasal dari batuan sedimen. Jenis ini biasanya mempunyai ukuran butir yang sangat kecil dan halus.
3. Zeolit yang berasal dari batuan metamorfosa dan batuan metasomatik (Suminta, 2006).

Informasi dari Dinas Pertambangan Propinsi Papua menunjukkan bahwa di daerah Sentani terdapat sebaran endapan zeolit alam seluas kurang lebih 4,84 hektar dengan ketebalan rata-rata sekitar 5 meter. Zeolit Sentani ini bersifat tufaan, dengan warna kehijau-hijauan (Gambar 1), namun hingga saat ini informasi mengenai karakteristik dan pemanfaatannya belum ada. Pada saat ini pemanfaatan zeolit alam relatif banyak, misalnya digunakan dalam bidang pertanian, peternakan, industri penjernihan air, dan lain-lain.

Menurut Didik (2002), zeolit jenis mordenit cocok digunakan sebagai bahan pengisi pada pembuatan kertas, karena pori-pori intrakristalinnya mudah dicapai melalui cincin-cincin dan saluran-salurannya. Jenis dan jumlah pengisi pada bahan komposit polimer akan mempengaruhi karakter atau sifat-sifat



Gambar 1. Zeolit alam Sentani, Papua

dari komposit tersebut seperti halnya kekerasan, kekuatan tarik dan elastisitasnya (Weidman, 2006). Pengisi zeolit yang ditambahkan ke dalam suatu matrik polietilen akan dapat meningkatkan kualitas produk plastik (Cowd, 2005). Sifat dan karakteristik bahan plastik yang berisi bahan aditif tertentu mempunyai keunggulan, yaitu : ringan, kuat, mudah dibentuk, anti karat dan tahan terhadap bahan kimia (Imam, 2005). Hidenori dkk, 2003 telah melakukan studi komposit zeolit politetrafluoro- etilen yang digunakan untuk membran gas. Oleh karena itu, berdasarkan hasil-hasil penelitian dalam dan luar negeri tersebut, maka penelitian ini akan mempelajari sifat-sifat komposit polietilen dengan menggunakan zeolit alam Sentani sebagai bahan pengisinya.

Penelitian ini bertujuan membuat bahan komposit polietilen sebagai bahan baku plastik pipa dan *exterior blind* dengan menambahkan bahan pengisi zeolit alam sehingga produknya mempunyai karakteristik lebih kuat, lebih tahan cuaca dan kekerasan yang lebih tinggi. Bahan ini cocok untuk bahan pengisi dalam pembuatan pipa, *exterior blind*, dan kemasan lainnya yang memerlukan kekerasan tinggi.

METODOLOGI

Pengambilan Zeolit

Percontoh (zeolit alam) diambil dari Sentani, kabupaten Jayapura, Papua yang dilakukan dengan cara acak menggunakan cangkul. Percontoh dalam jumlah kecil kemudian direndam dalam larutan asam (HCl 1 M) untuk menghilangkan mikro organismenya.

Preparasi Zeolit

- Zeolit dikeringkan dengan memasukkannya ke dalam oven listrik, dipanaskan pada suhu 110°C selama 3 jam lalu didingin-anginkan.
- Zeolit alam kering digerus dengan menggunakan *jaw crusher*, dilanjutkan dengan *roll crusher*.
- Zeolit alam hasil gerus diayak untuk mendapatkan ukuran butiran yang diperlukan yaitu - 150 + 200 mesh.

Analisis Zeolit

Percontoh serbuk zeolit yang telah dihaluskan sampai ukuran - 150 + 200 mesh di analisis dengan metode XRD untuk menghitung derajat kristalini-

tasnya dengan menggunakan persamaan berikut: (Cullity, 2007)

$$X_c = \frac{\text{massa Kristalin}}{\text{massa Kristalin} + \text{massa amorf}} \times 100\%$$

Pembuatan Komposit

Biji polietilen dalam bentuk kristal beratnya 0,8234 g dimasukkan ke dalam labu plastomil, lalu ditambahkan zeolit alam yang beratnya divariasikan mulai dari 1 hingga 65% dari berat polietilennya, selanjutnya dilumur dengan mengatur suhu 188°C dan waktu pelumuran 8 menit. Pelumuran sempurna dapat dilihat dari spesimen komposit yang telah tercampur dengan baik, ditandai dengan *signal* dari alat labu plastomil.

Pembuatan Film

Spesimen komposit seberat 1,7355 g diletakkan pada pelat *stainless steel glossy* berukuran 20 x 20 cm, ditutup dengan pelat *stainless steel glossy* berukuran sama, kemudian suhu alat diatur hingga 150°C, diberi beban 3,5 ton dan selanjutnya ditekan dalam kondisi panas (*hot press*) selama 3 menit. Percobaan dilakukan dua kali setiap variasi berat zeolit.

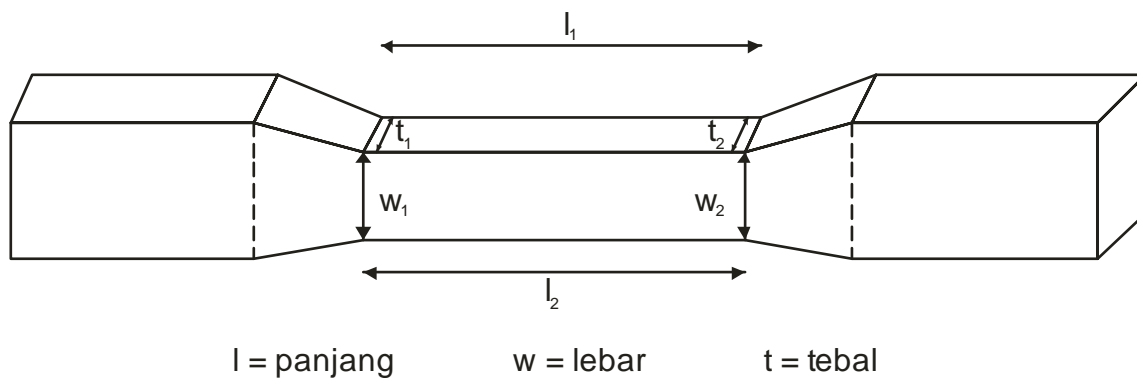
Uji Tarik (*Tensile Test*)

Spesimen komposit dibuat dari film yang dicetak menurut bentuk standard ASTM D-638 (Gambar 2). Setiap percontoh dengan komposisi % berat zeolit yang sama dibuat 7 buah spesimen sehingga pengujian dapat dilakukan sebanyak 7 kali.

Spesimen komposit diletakkan pada alat *autograph* sehingga ujung atas dan ujung bawah sampai lurus hingga keadaan 0 kgf. Alat uji dijalankan sampai spesimen putus, kemudian nilai pemuluran putus dan kekuatan tarik dibaca.

Uji Kekerasan (*Hardness Test*)

- Spesimen komposit dicetak dengan ukuran 1,5 x 2,0 x 8,0 cm.
- Spesimen tersebut disimpan pada landasan, uji tuas diturunkan hingga bola penekan menyentuh stempel (spesimen).
- Pengujian diulang pada lima titik yang berbeda dengan jarak antar titik minimum tiga mm.
- Nilai kekerasan diambil sebagai nilai rata-rata dari tiga kali pengukuran (dilakukan untuk setiap variasi % berat zeolit).



Gambar 2. Spesimen menurut standard ASTM D-638

Uji Cuaca

Spesimen komposit blanko (0 % zeolit) dan spesimen komposit 55 % berat zeolit ditempatkan di area terbuka sampai terjadi perubahan warna yaitu menjadi semakin buram selama 16 minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

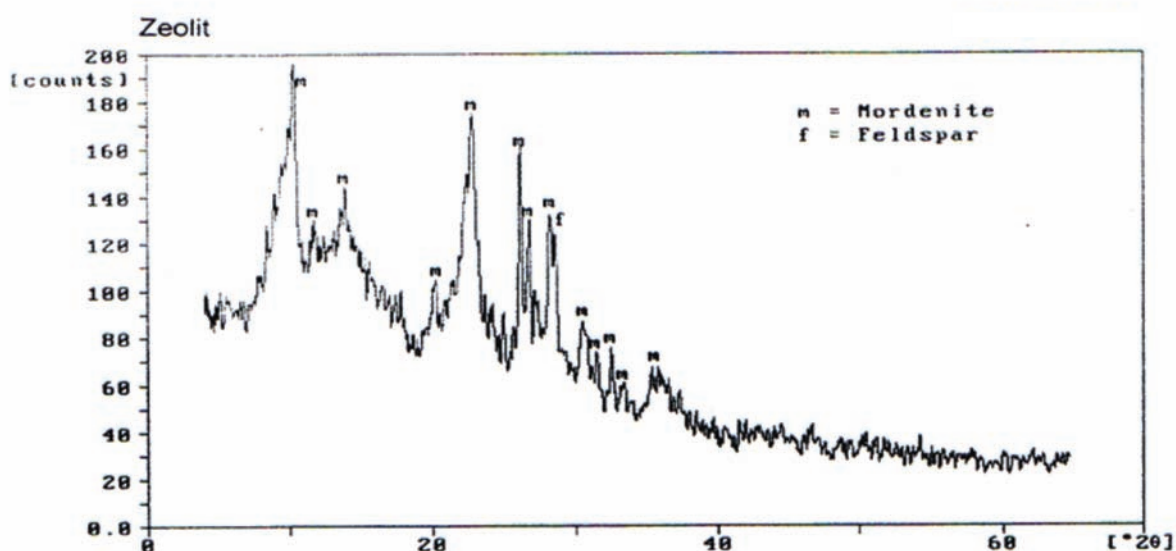
Analisis Penentuan Derajat Kristalinitas

Karakterisasi dengan menggunakan analisis XRD dilakukan terhadap mineral zeolit alam dari Sentani kabupaten Jayapura, propinsi Papua, untuk mengetahui derajat kristalinitasnya (Gambar 3). Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa sebagian besar zeolit Sentani mengandung mineral mordenit

$(\text{CaNa}_2\text{K}_2)\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}$ dan mengandung sedikit felspar.

Massa kurva total dapat diukur dengan cara menggantung grafik difraktogram zeolit alam (Gambar 3) lalu ditimbang dan diperoleh massa 0,175 g. Sedangkan massa kurva kristalinitasnya dilakukan dengan menimbang grafik difraktogram zeolit alam yang puncaknya mordenit (m) dan felspar (f), diperoleh massa 0,093 g.

Derajat kristalinitas zeolit alam ditunjukkan pada Tabel 1 dan hasil perhitungan derajat kristalinitas mordenit (X_c) diperoleh sebesar 53,14% artinya derajat kekristalan zeolit alam Sentani ini lebih kecil dari pada derajat kekristalan polimer LDPE (*Low Density Polyethylene*) yaitu 60 – 65 % (Weidman, 2006). Pada bahan polimer, jika derajat kristalinitas



Gambar 3. Difraktogram zeolit alam dari Sentani Kabupaten Jayapura, Papua

Tabel 1. Hasil penimbangan komposit difrakto-gram

Kurva	Massa (g)
Kurva Total	0,175
Kurva Kristalinitas	0,093

$$X_c = \frac{0,093}{0,175} \times 100\% = 53,14 \%$$

semakin kecil maka elastisitasnya akan semakin besar, hal ini disebabkan oleh rantai cabang yang terjadi semakin banyak yang menjadikan bahan polimer tersebut semakin elastis. Namun penambahan zeolit dengan nilai kristalin yang lebih rendah tidak akan menaikkan daya elastisitas dari komposit.

Pembuatan Komposit

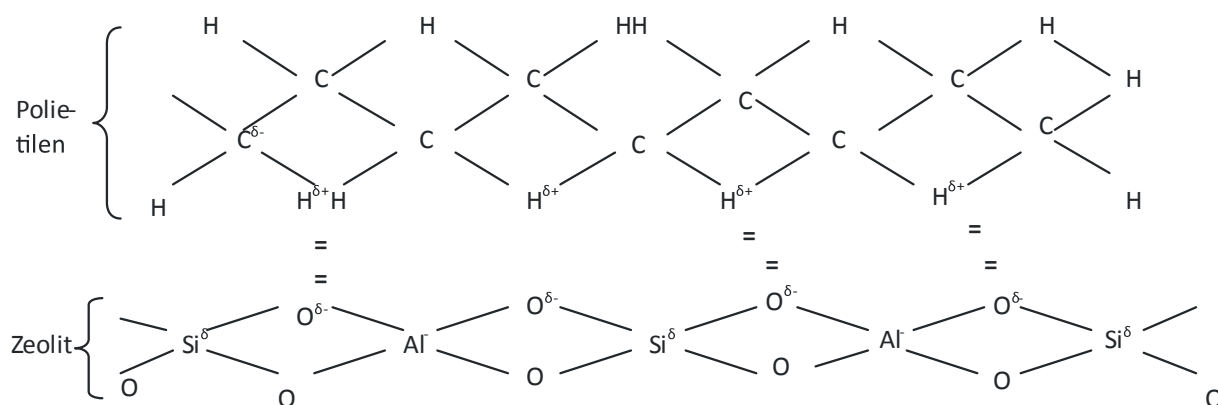
Komposit polimer dibuat pada labu plastomil dengan melumuri LDPE (*Low Density Polyethylene*) dengan zeolit alam Sentani berdasarkan jumlah berat yang divariasikan mulai dari 1 hingga 65% dari berat LDPE, sehingga terbentuk bahan plastik yang berwarna abu-abu muda sampai abu-abu tua. Terjadinya komposit ditandai dengan pencampuran antara polietilen dan zeolit secara sempurna. Hasil pelumuran komposit, dengan perbandingan komposisi zeolit dan LDPE, densiti zeolit dan komposit ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa variasi % berat zeolit tidak mempengaruhi nilai densitas zeolit maupun densitas LDPE-nya, hal ini disebabkan karena belum ada pencampuran diantara kedua bahan tersebut. Sedangkan untuk densitas komposit, makin besar persentase zeolit yang ditambahkan, memberikan densitas komposit yang semakin besar, hal ini disebabkan karena densitas zeolit alam lebih besar dari densitas polietilen.

Zeolit mempunyai kerangka Si (IV), Al (III) dan diikat oleh oksigen yang menghasilkan kerangka anionik dengan jumlah muatan negatif sebanding dengan jumlah aluminiumnya. Muatan negatif kerangka dinetralkan oleh kation-kation yang terletak di luar kerangka, yaitu dalam saluran-salurannya. Kemudahan dan/atau ketidak mudahan molekul-molekul masuk ke dalam pori zeolit selain dibatasi oleh diameter saluran zeolit juga dikontrol oleh jumlah dan tipe kation yang ada. Polietilen mempunyai kerangka C-H yang panjang. Akibat pelumuran kedua bahan tersebut maka $O^{\delta-}$ pada zeolit dengan $H^{\delta+}$ pada LDPE terikat oleh gaya London atau gaya disperse yaitu gaya tarik akibat distribusi elektron yang tidak merata (tidak setangkup) antara atom $O^{\delta-}$ yang berikatan, sehingga terjadi interaksi antar atom $H^{\delta+}$ tetangga (dipole sementara). Interaksi antara LDPE (*Low Density Polyethylene*) dengan zeolit ditunjukkan pada Gambar 4. Dengan adanya reaksi antar atom tersebut di atas, maka polimer akan mengisi rongga-rongga zeolit dengan ikatan yang kuat, yang mengakibatkan produk komposit

Tabel 2. Komposisi antara zeolit alam dan LDPE (variasi % berat zeolit)

% Zeolit dalam Komposit	Zeolit (g)	LDPE (g)	Densitas Zeolit ρ (Mgm ⁻³)	Densitas LDPE ρ (Mgm ⁻³)	Densitas Komposit ρ (Mgm ⁻³)
1	0,5	49,5	2,49	0,91	0,91
5	2,5	47,5	2,49	0,91	0,93
10	5	45	2,49	0,91	0,95
15	7,5	42,5	2,49	0,91	1,01
20	10	40	2,49	0,91	1,03
25	12,5	37,5	2,49	0,91	1,07
30	15	35	2,49	0,91	1,13
35	17,5	32,5	2,49	0,91	1,17
40	20	30	2,49	0,91	1,21
45	22,5	27,5	2,49	0,91	1,25
50	25	25	2,49	0,91	1,33
55	27,5	22,5	2,49	0,91	1,41
60	30	20	2,49	0,91	1,46
65	32,5	17,5	2,49	0,91	1,58



Harga keelektronegatifan H = 2,1; O = 3,5; C = 2,5; Si = 1,8

Gambar 4. Interaksi antara zeolit alam dengan LDPE

mempunyai sifat jauh lebih kuat dan keras dari polimer itu sendiri.

Hasil Uji Tarik (*Tensile Test*) dengan *Autograph*

Karakteristik uji tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik bahan komposit. Hasil kekuatan saat putus terhadap komposit sebelum penambahan zeolit dan sesudah penambahan zeolit dilakukan tujuh kali tiap komposisi % berat zeolit. Untuk mengetahui kekuatan saat putus (τ) dari komposit dihitung dengan cara gaya putus rata-rata (F) dikali gravitasi (g)

atau dengan persamaan $\tau = Fg$. Sedangkan untuk mengetahui kekuatan tarik (σ) dihitung dengan cara kekuatan putus rata-rata (τ) dibagi luas spesimen rata-rata (A) atau dengan persamaan $\sigma = \tau/A$, selanjutnya untuk mengetahui pemuluran putus (*elongation*) dihitung dengan cara $\epsilon = \Delta l/l$. Data hasil perhitungan uji tarik ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari Tabel 3, dapat dilihat hubungan antara komposisi komposit (% berat zeolit) dengan masing-masing data hasil perhitungan uji tarik dengan menggunakan *autograph* yang ditunjukkan pada

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Uji Tarik

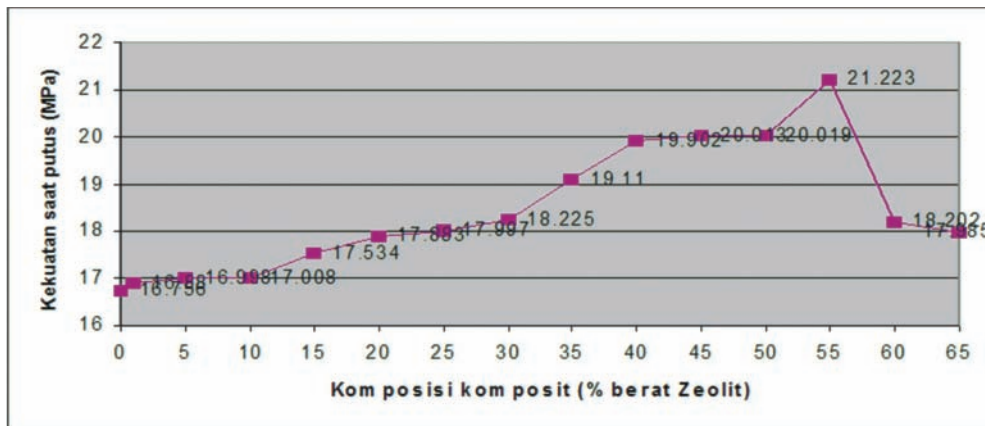
Komposisi Komposit	Luas spesimen rata-rata (A)(m ²)	Kekuatan saat putus (σ) (MPa)	Kekuatan tarik (σ) (MPa)	Pemuluran putus (dengan elongation)
0%	0,596	16,756	28,119	9,370
1%	0,789	16,877	21,223	1,331
5%	0,790	16,908	21,394	1,318
10%	0,785	17,008	21,584	1,312
15%	0,793	17,534	22,167	1,311
20%	0,788	17,883	22,781	1,308
25%	0,786	17,997	22,960	1,305
30%	0,787	18,225	23,158	1,303
35%	0,791	19,111	24,189	1,302
40%	0,801	19,902	24,963	1,301
45%	0,802	20,013	24,983	1,298
50%	0,792	20,019	25,341	1,297
55%	0,801	21,123	26,367	1,295
60%	0,802	18,202	22,695	1,178
65%	0,790	17,985	22,471	0,964

Gambar 5, 6 dan 7.

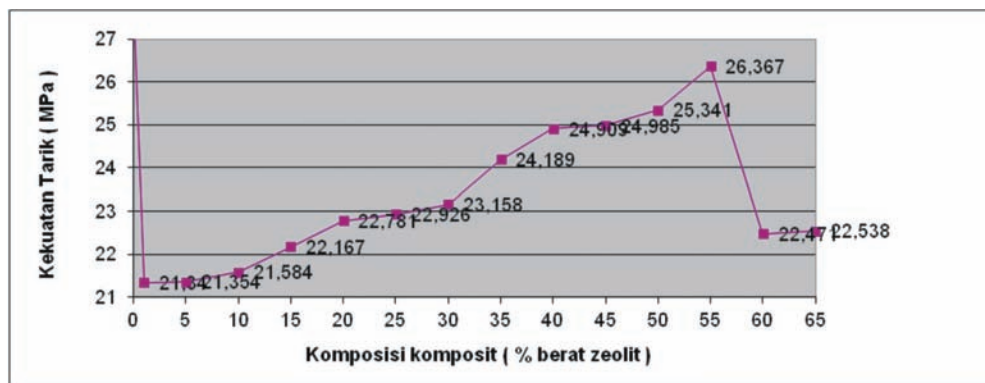
Gambar 5 menunjukkan bahwa kekuatan saat putus semakin besar dengan penambahan zeolit sebagai pengisi (1-55 %) pada polietilen, hal ini disebabkan gaya tarik atau interaksi antara atom yang berikatan yaitu antara LDPE dengan zeolit semakin besar. Sedangkan penambahan zeolit di atas 55 %, kekuatan saat putus menurun, hal ini disebabkan krena gaya tarik atau interaksi antara atom sudah didominasi oleh zeolit sehingga kekuatan saat putus semakin kecil.

Gambar 6 menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan penambahan zeolit (sebagai pengisi) sampai 55 % pada polietilen, hal ini disebabkan oleh adanya gaya tarik atau interaksi antara atom yang berikatan yaitu antara LDPE dengan zeolit. Setelah penambahan zeolit alam di atas 55 %, kekuatan tarik semakin kecil, hal ini disebabkan gaya tarik atau interaksi antara atom sudah didominasi oleh zeolit sehingga kekuatan tarik menjadi semakin kecil.

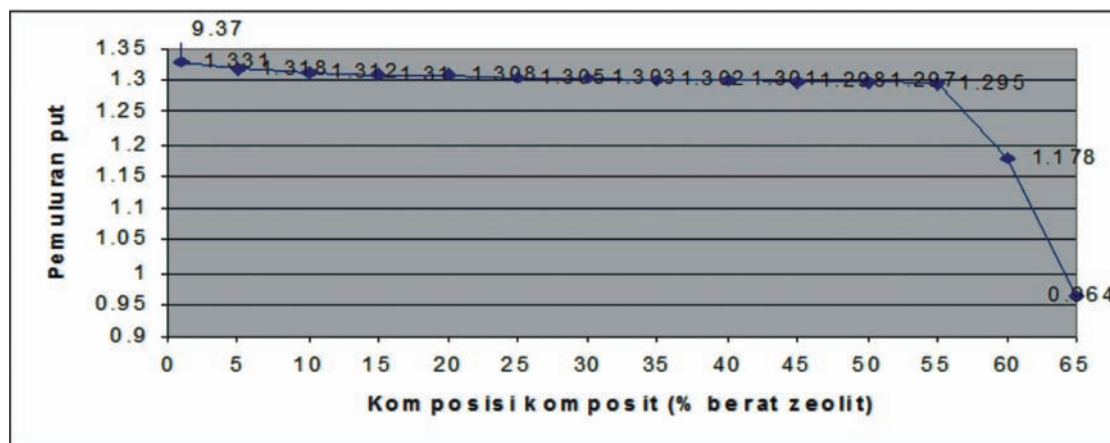
Gambar 7 menunjukkan bahwa pemuluran putus semakin kecil atau semakin kaku dengan penambahan zeolit sebagai pengisi (1-55%) pada polietilen, hal ini disebabkan gaya tarik atau interaksi antara atom yang berikatan (LDPE dengan zeolit) semakin besar. Sedangkan penambahan zeolit di atas 55 %, gaya tarik antara atom yang berikatan sudah didominasi oleh zeolit sehingga pemuluran semakin kecil atau semakin kaku (Cowd, 2005). Ditinjau dari hubungan antara komposisi komposit (% berat) dengan ketiga macam besaran (kekuatan saat putus, kekuatan tarik, dan pelumuran putus) dalam pembuatan komposit polimer polietilen, diketahui bahwa penambahan zeolit sebagai pengisi pada polietilen yang optimum adalah sebesar 55%, sebab penambahan zeolit alam di atas 55 % menghasilkan masing-masing kekuatan putus, kekuatan tarik dan pelumuran putus semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh gaya tarik atau interaksi antara atom yang berikatan sudah didominasi oleh zeolit.



Gambar 5. Hubungan komposisi komposit dengan kekuatan saat putus



Gambar 6. Hubungan komposisi komposit dengan kekuatan tarik



Gambar 7. Hubungan komposisi komposit dengan pemuluran putus

Hasil uji tarik komposit polietilen dengan pengisi zeolit alam memberikan kekuatan tarik $\geq 21,223$ MPa, nilai ini jauh lebih besar jika dibandingkan dengan polipropilen standar sebagai matrik tanpa bahan pengisi yang besarnya 3,3 MPa. Jadi komposit polietilen dengan pengisi zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan baku berupa elongation rendah. Standar yang digunakan *elongation* untuk polimer tanpa bahan pengisi sebesar 3,0-3,3 MPa (Cowd, 2005).

Hasil Uji Kekerasan

Data hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 8.

Tabel 4. Data hasil uji kekerasan

Komposisi Komposit (%)	Kekerasan Vickers (Hv)
1	29,5
5	30,4
10	32,5
15	33,3
20	34,5
25	35,2
30	36,3
35	36,8
40	37,1
45	38,6
50	39,6
55	40,7
60	40,8
65	41,1

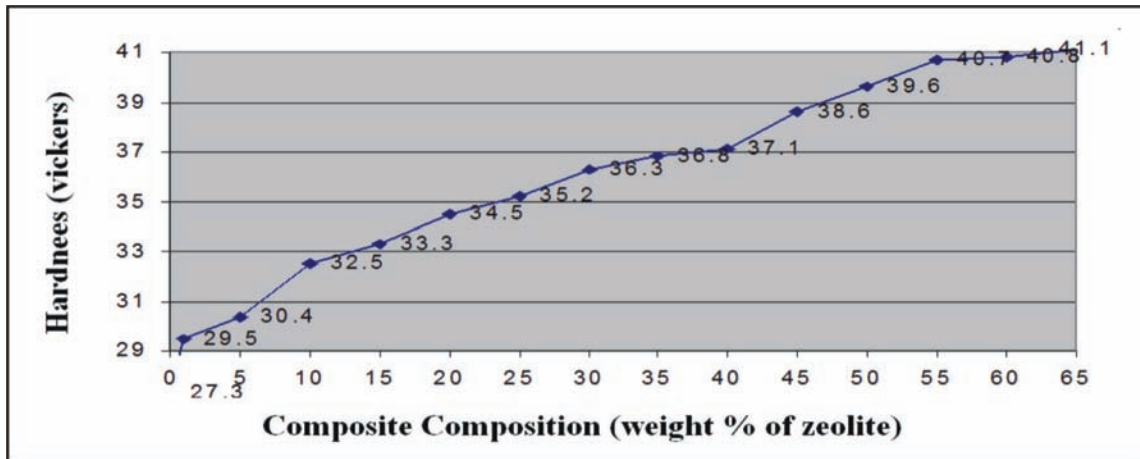
Dari Tabel 4 dapat dibuat grafik hubungan antara komposisi komposit dengan kekerasan Vickers (HV) yang ditunjukkan oleh Gambar 8.

Tabel 4 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa kekerasan semakin besar dengan penambahan zeolit sebagai pengisi (1-65%) pada polietilen, hal ini disebabkan gaya tarik atau interaksi antara atom yang berikatan (LDPE dengan zeolit) semakin besar. Ditinjau dari uji kekerasan, maka komposit polietilen dengan pengisi zeolit alam sangat cocok digunakan sebagai bahan baku plastik untuk keperluan misalnya isolator listrik, film, dll., karena sifatnya yang keras atau tidak mudah sobek. Hasil percobaan ini sudah memenuhi kekerasan Vickers standar yaitu 29,5 HV s/d 40,6 HV (Cowd, 2005).

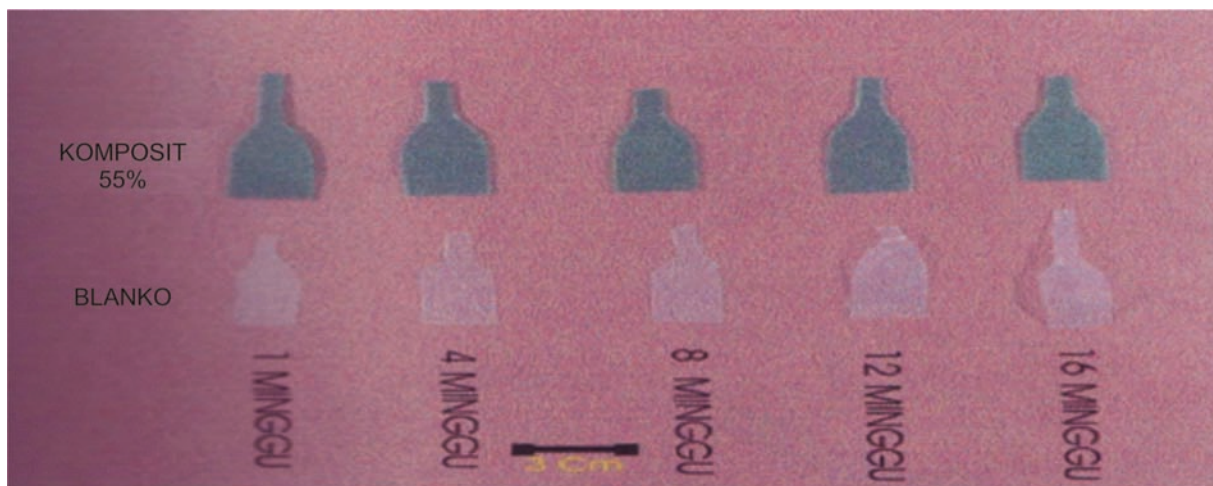
Hasil Uji Pengaruh Cuaca

Uji pengaruh cuaca terhadap spesimen komposit dilakukan selama 16 minggu di alam terbuka dan diamati secara berturut-turut mulai dari 1 minggu, 4 minggu, 8 minggu, 12 minggu sampai 16 minggu untuk masing-masing blangko (0 % zeolit) dan komposit 55% berat zeolit alam. Komposisi 55% berat zeolit alam digunakan karena komposisi tersebut dapat mewakili komposisi lainnya. Hasil pengamatannya ditunjukkan pada Gambar 9.

Gambar 9 menunjukkan bahwa bahan komposit polimer polietilen dengan pengisi zeolit alam belum mengalami degradasi sampai minggu ke -16 dilihat dari perubahan warnanya. Sedangkan untuk LDPE tanpa penambahan zeolit (blangko) terlihat mulai mengalami degradasi setelah minggu ke -12, hal ini disebabkan karena gaya tarik antara



Gambar 8. Hubungan komposisi komposit dengan kekerasan



Gambar 9. Hasil uji cuaca selama 16 minggu

atom-atom yang berikatan hanya terjadi antar C–H saja, sehingga cenderung lebih mudah terdegradasi. Artinya dari Gambar 9 tersebut terlihat bahwa ujung dari komposit sudah mulai kelihatan warnanya berubah menjadi buram (biru kehijauan). Ditinjau dari uji cuaca, komposit dengan penambahan bahan pengisi zeolit ternyata tahan terhadap cuaca, karena dengan penambahan zeolit, gaya tarik atau gaya ikat atau interaksi antar atom-atom yang berikatan semakin kuat, sehingga menyebabkan komposit tidak mudah mengalami degradasi (selama 16 minggu). Oleh sebab itu, produk komposit seperti dalam percobaan ini kemungkinan sangat baik dipakai sebagai bahan baku untuk pembuatan plastik pipa dan *exterior blind*, walaupun secara

umum perbedaan kekuatan yang dihasilkan dari penelitian ini sekitar 17,5% lebih rendah dari pada komposit sejenis yang telah komersial. Hal penting lainnya adalah sebagai salah satu upaya pemanfaatan sumber daya mineral zeolit dari Papua.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Zeolit alam dari kabupaten Sentani, Papua, dominan mengandung mineral mordenit $(CaNa_2K_2)Al_2Si_{10}O_{24}$ dengan derajat kristalinitas 53,14%.

2. Bahan komposit polietilen (LDPE sebagai matrik) dengan pengisi zeolit alam Sentani dibuat dengan komposisi komposit optimum 55% berat zeolit, ukuran butiran zeolit -150 + 200 mesh dan temperatur pelumuran (*blending*) 188°C, selama 8 menit.
3. Hasil uji tarik komposit menunjukkan : kekuatan saat putus $\geq 16,887$ MPa, kekuatan tarik $\geq 26,369$ MPa dan pemuluran putus $\leq 1,331$ MPa. Kekerasan komposit semakin meningkat sesuai dengan penambahan berat zeolit. Komposit tahan terhadap cuaca selama 16 minggu. Secara umum perbedaan antara kekuatan komposit polietilen berpengisi zeolit Sentani dibandingkan dengan komposit yang sejenis dan sudah komersial sekitar 17,5%.
4. Komposit hasil penelitian ini mempunyai keunggulan antara lain kekerasannya tinggi, *elongation* rendah, tidak memerlukan zat pewarna, dan cocok untuk pipa dan *exterior blind*, karena itu, pemanfaatan zeolit alam Sentani untuk pengisi polimer polietilen sangat mungkin untuk dikembangkan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Siti Rochani, M.Sc dan Dr. Bambang Ari Wahjoedi yang banyak membantu dalam survey lapangan. Tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Ristek yang telah menjadi sponsor/pendanaan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cowd, M.A., 2005. *Kimia polimer*, Penerbit ITB, Bandung, hal. 10-25.
- Cullity, B. D., 2007. *Elements of X-Ray diffraction*, 3rd ed. Addison Wesley, Inc. Indiana, hlm. 79-85.
- Didik, F., 2002. *Zeolit mineral abad 21*, Penerbit ITB, Bandung, hal. 40-50.
- Yahiro, H., Konda, Y., Yamaura, H. dan Okada, G., 2003. *Study on zeolite/poly(tetrafluoroethylene) composite membrane for application to fuel cell*, Departemen of Applied Chemisry, Faculty of Engineering, Ehime University, Matsuyama 790-8577, Japan, hal. 60-65.
- Ibrahim, A., 2008. *Introduction to structural steel design*, 3rd edition. Department of Civil and Enviromental Engineering, University of Maryland: College park, hal. 85-99.
- Imam, M., 2005. *Traksi*, Vol.3, No. 2, Desember, hal. 7-9.
- Leslie, H, 2006. *Commposite materials*, Elsevier Publishing Company, New York, hal. 40-45.
- Mainwaring, D. E, 2006. *The nature of zeolites and their role in catalysis*, CSIRO Melbourne, hal.55-59.
- Suminta, S., 2006. Karakterisasi zeolit alam dengan metode difraksi sinar-X, *Jurnal Zeolit Indonesia*, Vol. 5, No. 2, Nopember , hal. 5-7.
- Weidmann, G., 2006. *Struktural material*, Publ. Great Britain, London, hal. 90-101.
- Yao, Y.G. dan Zhu, Y.F., 2003. The influence of surface cross-linking of the high density polyethylene induced by plasma tratment effeciency. *Journal Of Polimer Science*, hal. 57-65.