

KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT HIBRID UNSATURATED POLYESTER / CLAY / SERAT GELAS

Husaini

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim

ABSTRAK

Pengujian kekuatan impak digunakan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah. Penelitian ini bertujuan adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan clay terhadap kekuatan impak dari komposit unsaturated polyester/clay/serat gelas. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin unsaturated polyester, clay, serat gelas dan hardener methyl ethyl ketone peroxide. Unsaturated polyester dicampur clay dengan variasi clay 0, 2, 4 dan 6% berat diaduk dengan menggunakan mechanical stirrer kecepatan putar 800 rpm selama 120 menit pada temperatur 60 °C. Campuran didinginkan selama 10 menit, ditambahkan hardener 1% berat, diaduk selama 2 menit dan dimasukkan dalam tabung hampa selama 2 menit. Komposit hibrid unsaturated polyester/clay/serat gelas dibuat dengan cara mula-mula matrik unsaturated polyester/clay dituang di atas cetakan logam. Kemudian lembaran pertama dari serat gelas diletakkan di atas matrik dan dipadatkan. Matrik dituangkan diatas lembaran serat gelas pertama dan diikuti lembaran serat gelas yang kedua diletakkan di atas matrik. Proses ini diulang sampai 4 lembaran. Setelah didiamkan selama 24 jam pada suhu kamar, komposit hibrid unsaturated polyester/clay/serat gelas dipanaskan pada temperatur 80°C selama 3 jam. Selanjutnya benda uji dibuat dengan cara dipotong menggunakan mesin gergaji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan impak tertinggi dari komposit hibrid unsaturated polyester/clay/serat gelas dicapai pada kandungan clay sampai dengan 4% fraksi berat clay.

Kata Kunci : Kekuatan Impak, Komposit, Unsaturated Polyester, Clay Dan Serat Gelas

PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan kekuatan material yang digunakan dalam kegiatan industri dan adanya permintaan bahwa material harus kuat dan ringan maka terjadilah pengembangan *reinforcement of polymers using fillers* dimana penambahan fillers ke dalam *polymer matrix* dimaksudkan untuk mendapatkan penurunan biaya, meningkatkan modulus elastisitas, kontrol viskositas dan permukaan produk yang halus. Disamping itu ketika fillers material ukuran skala *nano* mempunyai luas permukaan besar dengan aspek ratio 30-1000. Fillers yang umumnya merupakan material yang tidak mahal dapat mengganti sejumlah merupakan bahan yang murah dapat menggantikan sejumlah volume dari polimer yang lebih mahal, hal ini akan mengurangi biaya dari produk akhir.

Dilihat dari betapa pentingnya hal-hal yang telah disebutkan di atas maka muncullah komposit hibrid dengan berbagai

jenis penguat. Komposit hibrid adalah komposit yang terdiri dari lapisan-lapisan penguat dapat berupa dua atau lebih jenis penguat yang berbeda-beda. Komposit hibrid mempunyai sifat-sifat lebih baik daripada komposit yang terdiri dari satu jenis penguat (Penguatan tunggal).

Penggunaan Clay sebagai fillers dalam komposit clay adalah *layered silicate clay mineral*. *Layered silicate clay* berupa *smectite clay* yang umum digunakan untuk aplikasi komposit disebut dengan *montmorillonite*. *Monmorillonite* adalah bersifat *hydrophilic* dimana akan menyebabkan sulitnya terjadi pengelupasan dalam polimer.

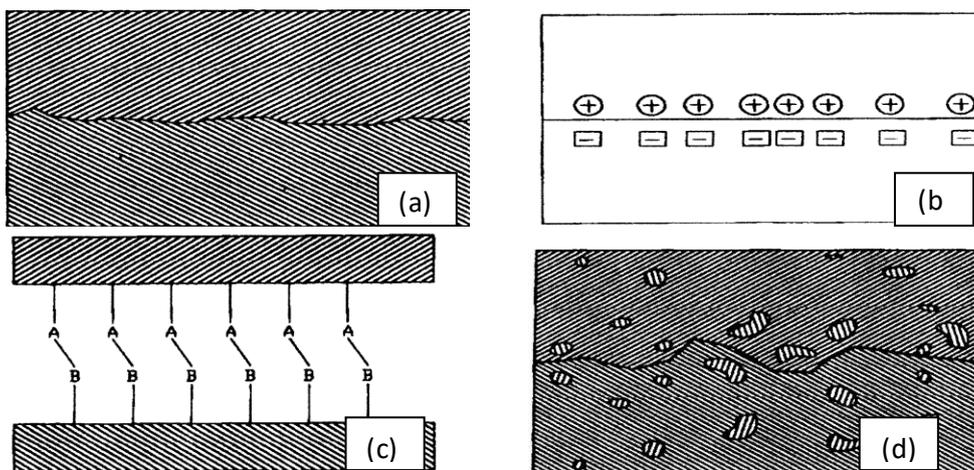
Penggunaan resin *unsaturated polyester* merupakan resin yang termasuk kelompok *thermoset polymers* dan biasanya digunakan secara umum dalam bidang otomotif, kelautan, kimia dan kelistrikan. *Unsaturated Polyester* banyak digunakan dalam produk-produk komposit karena biaya relatif rendah, mempunyai sifat-sifat mekanik yang baik, mempunyai daya tahan terhadap

lingkungan yang baik dan mempunyai viskositas rendah pada temperatur ruang Resin *Polyester* digunakan dalam keadaan basah “*wet resin*” dan dapat dibuat untuk keperluan komposit dalam berbagai bentuk, berupa *hand lay-up*, *spray lay-up*, *resin transfer moulding* dan *resin infusion*.

Dalam penelitian ini, komposit hibrid *unsaturated polyester/clay/serat gelas*, dimana komposit ini terdiri dari *unsaturated polyester/clay* merupakan matrik sementara serat *E-glass* sebagai penguat. Kehadiran serat *E-glass* dalam komposit ini diharapkan matrik *unsaturated polyester/clay* dapat menempel (*sticking*) pada permukaan serat *glass*. Penempelan yang paling utama diharapkan terjadi oleh *clay* pada permukaan serat *glass* dimana hal ini dapat meningkatkan deformasi plastis dengan signifikan. Pemilihan serat jenis *E-glass*, disamping serat ini lebih sering digunakan, serat *E-glass* relatif mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik serta murah dibandingkan dengan serat jenis *S-glass* dimana mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sangat baik tetapi biaya produksi sangat tinggi.

Mekanisme atau cara ikatan serat dan matrik tidak hanya tergantung pada susunan atom, unsur kimia dari serat dan matrik tetapi juga tergantung pada sifat-sifat morfologi dari serat dan kemampuan diffusi dari elemen-elemen dari tiap-tiap unsur. Kekuatan komposit ditentukan oleh kontak *interface* antara matrik dan serat. Ikatan *interface* terbagi atas :

1. Ikatan mekanis yaitu ikatan yang terjadi secara *interlocking* antara permukaan matrik dan serat. Kekuatan ikatan *interface* tidak mungkin sangat tinggi dalam arah tarikan transversal, tetapi kekuatan dalam arah longitudinal sangat baik dan juga tergantung derajat kekasaran. Ikatan mekanis ditunjukkan oleh Gambar 1a.
2. Ikatan elektrostatis, yaitu ikatan yang terjadi perbedaan muatan elektrostatis antara matrik dan serat pada *interface* yang mendukung gaya ikatan. Kekuatan pada *interface* tergantung densitas muatan. Ikatan elektrostatis ditunjukkan oleh Gambar 1b.
3. Ikatan kimia, yaitu ikatan yang dibentuk dengan elektron donor dan elektron penerima terjadi antara permukaan matrik dan serat. Ikatan ini dihasilkan biasanya dengan reaksi kimia. Ikatan kimia ditunjukkan oleh Gambar 1c.
4. Ikatan interdiffusi, yaitu ikatan terjadi antara dua permukaan yang dibentuk oleh interdiffusi atom atau molekul yang melewati *interface*. Ikatan interdiffusi dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Jenis-jenis ikatan *interface* matrik dan serat

METODE PENELITIAN

Bahan-Bahan Yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi resin *unsaturated polyester* sebagai matrik dengan merek dagang YUKALAC[®] type 157 BQTN-EX, *clay Nanomer[®] i.28E Nanoclay* dari Nanocor, USA sebagai *filler* dan serat *glass CSM 300 x 1860*, Taiwan serta *hardener methyl ethyl ketone peroxide (Mekpo)* dari Lantor Corema[®].

Alat-Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini menggunakan alat-alat sebagai berikut :

1. Timbangan untuk menimbang berat unsur-unsur atau penyusun komposit.
2. Gelas *becher* untuk wadah mencampur unsur-unsur komposit.
3. Mesin pengaduk untuk mencampur unsur-unsur komposit.
4. Pemanas (*heater*) untuk memanaskan unsur-unsur komposit.
5. *Thermometer* untuk mengukur temperatur campuran komposit.
6. Pengukur waktu.
7. Cetakan *laminat*.
8. *Drying Oven*.
9. *Vacuum Oven*.

Persiapan Spesimen

Resin Unsaturated polyester dicampur dengan *clay* pada variasi variabel adalah 0, 2, 4 dan 6% fraksi berat diaduk dengan menggunakan *mechanical stirrer* selama 120 menit pada temperatur 60 °C, didiamkan selama 10 menit, ditambahkan *hardener* 1% fraksi berat, diaduk selama 2 menit, dimasukkan dalam tabung hampa selama 2 menit, dituangkan dalam cetakan secara berturut-turut yang diawali dengan matrik, lembaran serat *glass*, dipadatkan dengan *roll* baja dan diakhiri dengan matrik. Proses selanjutnya didiamkan selama 24 jam pada temperatur ruang, dimasukkan dalam oven pemanas selama 3 jam pada temperatur 80°C dan benda uji dipotong untuk uji impact.

Kekuatan Impact

Ketangguhan komposit dapat diketahui dengan menggunakan uji impact (*impact test*). Uji ini bertujuan untuk mengukur ketangguhan atau kemampuan suatu bahan dalam menyerap energi sebelum patah (*toughness*). Uji impact mengikuti standar ASTM D 5942-96.

Pengujian impact terhadap komposit dilakukan dengan menggunakan mesin uji impact. Pada penelitian ini uji impact mengikuti metode *charpy*. Mesin uji impact ditunjukkan oleh Gambar 2 Parameter yang digunakan dalam uji impact ini adalah beban 1 kg, panjang ayunan 83 cm dan prosedur penelitian mengikuti standar ASTM D 5942-96. Pengujian impact dilakukan dengan jumlah benda uji 5 buah untuk setiap variasi *clay*.



Gambar 2. Mesin Uji Impact

a. Energi Serap

Energi patah benda uji dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (1).

$$W = G \times R (\cos \beta - \cos \alpha) \dots \dots (1)$$

Dimana :

W = energi yang diserap benda uji (J)

G = berat pendulum (N)

R = jarak pendulum ke pusat rotasi (m)

B = sudut pendulum setelah tabrak benda uji (°)

α = sudut pendulum tanpa benda uji (°)

b. Kekuatan impact

Kekuatan impact benda uji dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) :

$$\text{Kekuatan impact} = \frac{W}{b_i \times h_i} \dots (2)$$

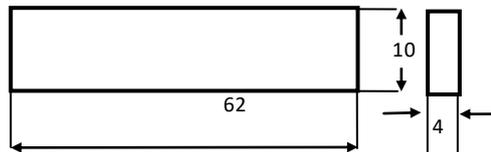
Dimana :

W = energi terserap benda uji (J)

b_i = lebar benda uji impact (mm)

h_i = tebal benda uji impact (mm)

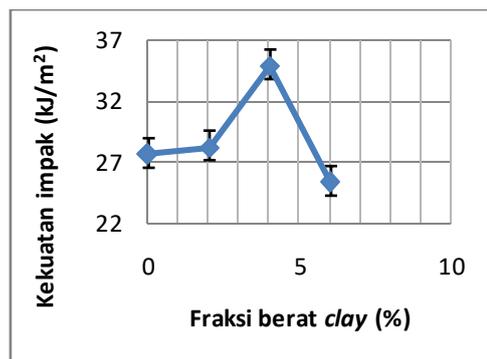
Bentuk benda uji dan dimensi untuk uji impact ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Benda uji impact (ASTM D 5942-96)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan impact dari komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat gelas dengan 0, 2, 4 dan 6% berat *clay* dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik. Bentuk grafik berdasarkan data perhitungan kekuatan impact yang ada dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh kandungan *clay* terhadap kekuatan impact dari komposit

Dari gambar 4 di atas menunjukkan pengaruh kandungan *clay* terhadap kekuatan impact dari komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat gelas. Dari Gambar 4. Di atas juga dapat diketahui bahwa penambahan *clay* sampai 4% berat pada matrik *unsaturated polyester* telah menyebabkan peningkatan kekuatan impact. Namun demikian, penambahan *clay* lebih dari 4% berat justru memberi efek sebaliknya yaitu menurunkan kekuatan impact. Kekuatan impact yang tertinggi diperoleh untuk kandungan *clay* 4% dengan peningkatan kekuatan impact mencapai 26,19%. Hal ini dimungkinkan karena

terjadinya struktur interkalasi. Struktur interkalasi terbentuk ketika lapisan *silicate* yang berukuran nanometer disisipi oleh satu atau lebih molekul-molekul matrik *unsaturated polyester*. Partikel-partikel *clay* yang terdispersi merupakan pengganggu merambatnya tegangan. Partikel *clay* bertindak sebagai perintang yang menyebabkan rambatan *crack* menjadi berliku-liku dan tak beraturan. Peristiwa ini dikenal dengan *crack deflection*. Semakin banyak *clay* terdispersi dalam matrik maka akan semakin tinggi kekuatan impact. Penambahan *clay* lebih dari 4% berat menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan impact dari komposit *unsaturated polyester/clay*/serat gelas. Hal ini dimungkinkan karena adanya aglomerasi dan dispersi *clay* yang kurang merata dalam matrik *unsaturated polyester* dapat menyebabkan konsentrasi tegangan. Konsentrasi tegangan ini menjadi awal terjadinya retak yang berakibat pada menurunnya kekuatan impact komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat gelas.

Persentase kenaikan kekuatan impact pada kandungan 0% sampai dengan 2% berat *clay* sebesar 2,24% yaitu dari 27,68 kJ/m² menjadi 28,30 kJ/m². Pada kandungan 2% sampai dengan 4% berat *clay*, kekuatan impact 4% berat *clay* naik relatif lebih tajam dibandingkan 2% berat *clay*. Pada kandungan 4% berat *clay* terjadi kenaikan kekuatan impact sebesar 23,43% dari 28,3 kJ/m² menjadi 34,93 kJ/m². Pada kandungan 4% sampai dengan 6% berat *clay* terjadi penurunan tingkat kekuatan impact yang sangat signifikan sebesar 37,52% dari 34,93 kJ/m² menjadi 25,40 kJ/m².

SIMPULAN

Dari hasil penelitian bahwa kekuatan impact tertinggi dari komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat gelas dicapai pada 4% berat *clay* dengan persentase kenaikan sebesar 26,19% dan penambahan *clay* diatas 4% berat menurunkan kekuatan impact.

Berdasarkan hasil penelitian komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat gelas dapat disarankan beberapa hal :

1. Komposit hibrid *unsaturated polyester/clay*/serat gelas untuk keperluan rekayasa industri yang bekerja dengan beban impak agar mendapatkan hasil yang maksimum, maka penambahan *clay* dilakukan sampai dengan 4% berat.
2. Berdasarkan bahan dan data yang dipakai pada penelitian ini, perlu dilakukan penelitian pada kandungan *clay* 3% berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Mallick, P.K., 2007, “*Fiber-reinforced Composites*”, 3rd Ed., CRC Press, USA.
- Hussain, F., Hojjati, M., Okamoto, M dan Gorga, R. E., 2006, “*Review article: Polymer-Matrix Nanocomposites, Processing, Manufacturing, and Application : An Overview*”, *Journal of Composite Materials*, Vol. 40, No. 17.
- Harris, B., 2003, “*Fatigue in Composites*”, Woodhead Publishing Limited & CRC Press LLC, England.
- Vasiliev, V. V., dan Morozov, E. V., 2001, “*Mechanics and Analysis of Composite Materials*”, Elsevier Science, UK.
- Mauritz, A. P. dan A.G. Gibson, 2006, “*Fire Properties of Polymer Composite Materials*”, Springer, Netherland.
- Xu, Y., dan Hoa, S. V., 2008, “*Mechanical Properties of Carbon Fiber Reinforced Epoxy/Clay Nanocomposites*”, *Composites Science and Technology*, Vol. 68, pp.
- Datoo, M. H., 1991, “*Mechanics of Fibrous Composites*”, Elsevier Science Publishers LTD, England