

PERUBAHAN SIFAT MEKANIS KOMPOSIT HYBRID *POLYPROPYLENE* YANG DIPERKUAT SERAT SABUT KELAPA DAN SERBUK KAYU JATI AKIBAT VARIASI FRAKSI VOLUME

Arthur Yanny Leiwakabessy¹⁾

Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon

Email : arthur.leiwakabessy@gmail.com

Abstract

Serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa merupakan serat alami yang berasal dari tanaman yang berbeda. Kedua serat alami tersebut dapat digunakan sebagai *filler* atau penguat pada komposit. Serat alami mempunyai banyak kelebihan bila dibandingkan dengan serat inorganik lainnya. Kelebihan tersebut adalah dapat terdegradasi secara alami (*biodegradability*), dapat diperbaharui, ramah lingkungan, memiliki massa jenis yang rendah, serta kekuatan yang kekakuannya tinggi. Dengan menfariasikan fraksi volume antara serat sabut kelapa dan serabut kayu jati di dalam matrik *polypropylene*, maka dapat diketahui pengaruh variasi fraksi volume kedua serat alami tersebut terhadap kekuatan Tarik komposit.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata. Untuk perbandingan fraksi volume *filler* dan matrix *polypropylene* adalah 20% : 80%. Fraksi volume serbuk kayu jati yang digunakan adalah 2%, 4%, 6%, 8%, 10%. Dan fraksi volume serat serabut kelapa yang digunakan adalah 18%, 16%, 14%, 12%, 10%. Sedangkan variasi fraksi volume *hybrid composites* antara 8% :12%, 10% :10%. Ukuran serbuk kau jati ditetapkan sebesar 0,35mm dan panjang serat serabut sebesar 3mm. serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa dicampur dengan biji *polypropylene* dengan metode *dry mixing*. Setelah itu dimasukkan kedalam mesin *injection moulding* dengan temperature pemanasan 200⁰ C, apabila temperature pemansan memenuhi lalu diinjeksikan ke dalam cetakan specimen uji Tarik. Kemudian dilakukan pengujian Tarik.

Hasil pengujian Tarik menunjukkan bahwa kekuatan *hybrid composites* mengalami peningkatan hingga mencapai perbandingan fraksi volume serbuk kayu jati dan serabut kelapa sebesar 6% :14%. Kemudian mengalami penurunan hingga mencapai perbandingan fraksi volume sebesar 10% :10%. Kekuatan Tarik terendah sebesar 39,40N/mm² pada *hybrid coposites* diperoleh ketika fraksi volume serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa sebesar 2% : 18%. Sedangkkn kekuatan Tarik tertinggi sebesar 43,55N/mm² diperoleh ketika fraksi volume serat serabut kelapa lebih merata didalam matrik *polypropylene*.

Kata kunci : Komposit, fraksi volume, kekuatan Tarik, *injection moulding*.

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi material mengalami kemajuan pesat, salah satunya adalah material komposit. Material komposit banyak digunakan di industry sebagai pengganti material logam, karena memiliki massa jenis yang lebih rendah dari logam dan kemampuannya tinggi. Defenisi material komposit adalah gabungan dua atau lebih material yang berbeda untuk memberikan kombinasi sifat yang unik.

Serbuk kayu jati dan serat sabut kelapa merupakan serat alam yang berasal dari tanaman yang berbeda. Kedua serat alam tersebut dapat digunakan sebagai *filler* atau penguat pada komposit. Kelebihan *filler* serbuk kayu bila dibanding dengan *filler* serbuk inorganik lainnya (*talca*, dan *calcium carbonat*) adalah temperatur proses pembuatannya lebih rendah sehingga mengurangi energi, berat jenisnya lebih rendah sehingga biaya per volume rendah, gaya geseknya rendah sehingga tidak merusak peralatan pada proses pembuatan. Sedangkan kelebihan *filler* serat sabut kelapa adalah memiliki regangan yang besar pada kerusakan.

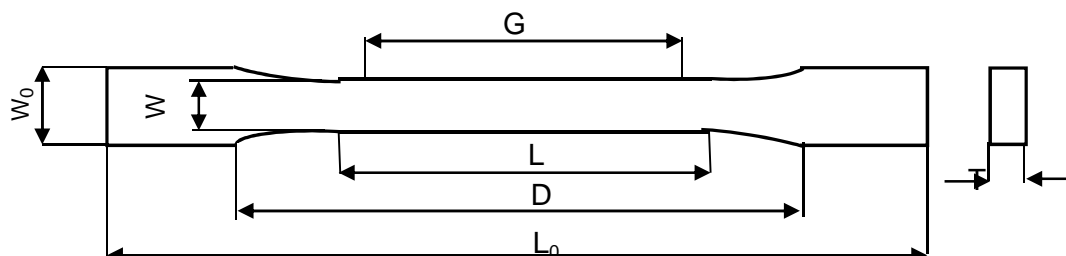
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Pattimura. Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum dilakukan penelitian. Besar variabel ini dapat diubah-ubah untuk mendapatkan hubungan antatra variabel bebas dengan variabel terikatnya. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah fraksi volume *filler* serbuk kayu dan *filler* serat serabut kelapa, yaitu : 2 %, 4 %, 6%, 8 %, 10 % dan serat serabut kelapa 18 %, 16 %, 14 %, 12 %, 10 %. Sedangkan variasi fraksi volume *hybrid composites* antara serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa adalah 2 % : 18 %, 4 % : 16 %, 6 % : 14%, 8 % : 12 %, 10 % : 10 %. Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas dan diketahui setelah penelitian itu dilakukan. Besar variabel terikat dapat berubah-ubah sesuai dengan variabel bebas jika terdapat hubungan antara keduanya. Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya dikendalikan selama penelitian. Dalam penelitian ini variabel terkontrolnya adalah sebagai berikut :

- Temperatur *injection moulding* 200⁰
- Serbuk kayu jati dengan ukuran mesh 0,35 mm.
- Serat serabut kelapa dengan ukuran panjang 3 mm
- Perbandingan fraksi volume *filler* dan matrik *polypropylene* sebesar 20% : 80%.

Kekuatan Kekuatan Tarik Komposit

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing standar*.(Standar ASTM D638-03).



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik Berdasarkan ASTM D638-03

Hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut (Surdia, 1995)

$$F = \sigma \cdot A \text{ dengan } \sigma = F/A \quad 1)$$

dengan:

F = beban (N)

A = luas penampang (mm^2)

σ = tegangan (MPa).

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur. Nilai regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dari garis. Proporsional pada grafik tegangan-tegangan hasil uji tarik komposit.(Surdia, 1995)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_0}{L_0} \quad (2)$$

dengan:

ε = Regangan

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang daerah ukur (mm)

Pada daerah proporsional yaitu daerah dimana tegangan-regangan yang terjadi masih sebanding, defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum Hooke. Besarnya nilai modulus elastisitas yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan (Surdia, 1995)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

dengan:

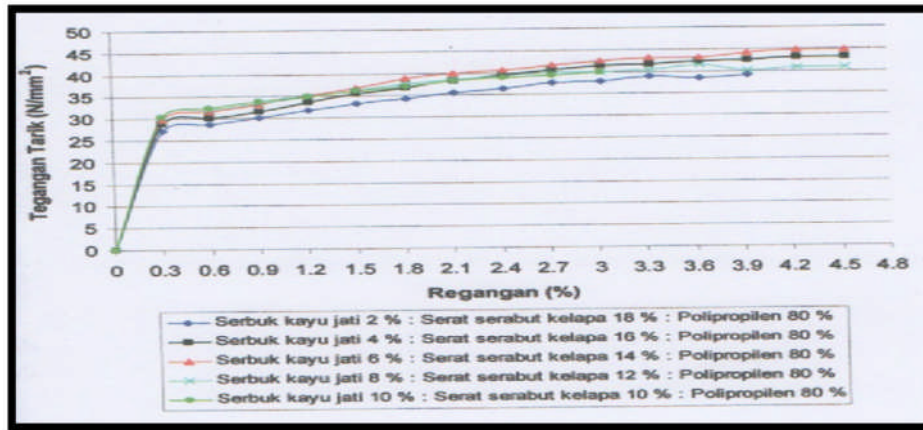
E = Modulus elastisitas tarik (MPa)

σ = Kekuatan tarik (MPa) dan

ε = Regangan (mm/mm)

HASIL DAN PEMBEHASAN

Berdasarkan penelitian mengenai uji kekuatan tarik bahan komposit yang telah dilakukan, diperoleh data beban dan pertambahan panjang. Data tersebut kemudian diolah sehingga diperoleh grafik tegangan tarik dan regangan. Kekuatan tarik maksimum diperoleh dari tegangan tarik *ultimate* pada masing – masing spesimen untuk setiap perbandingan variasi fraksi volume. Pada gambar 2 menampilkan grafik tegangan tarik dan regangan, sedangkan tabel 1 menampilkan kekuatan tarik maksimum pada setiap perbandingan variasi fraksi volume *hybrid composites*.



Gambar 2. Grafik Tegangan Regangan Hybrid Composite dengan Filler serbuk kayu jati dan serabut kelapa dan matrik polypropylene

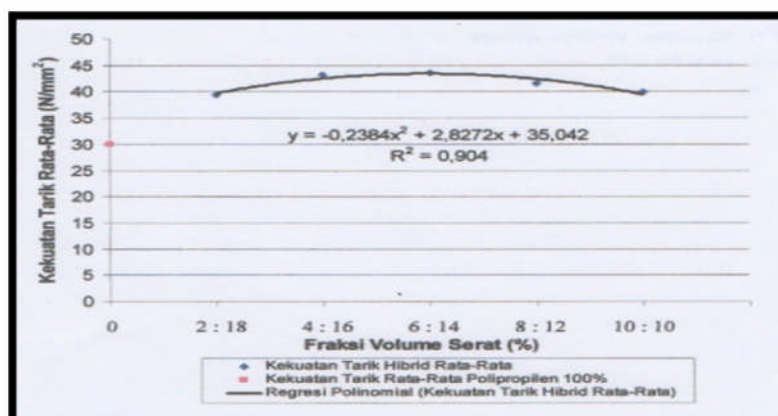
Tabel 1 Data Kekuatan Tarik *Hybrid composites* (serbuk kayu jati : serat serabut kelapa : polypropolene)

| Pengulangan | Pebandingan Fraksi Volume <i>Hybrid composites</i> (%) | | | | |
|--|--|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 2 : 18 : 80 | 4 : 16 : 80 | 6 : 14 : 80 | 8 : 12 : 80 | 10 : 10 : 80 |
| Kekuatan Tarik Maksimum (N/mm ²) | | | | | |
| 1 | 38,46 | 42,99 | 42,42 | 40,84 | 37,90 |
| 2 | 39,03 | 42,99 | 43,55 | 40,95 | 39,82 |
| 3 | 40,72 | 43,55 | 44,68 | 42,99 | 41,86 |
| Jumlah | 118,21 | 129,53 | 130,65 | 124,78 | 119,58 |
| Rata – rata | 39,40 | 43,18 | 43,55 | 41,59 | 39,86 |

PEMBAHASAN

Analisis Grafik Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan *hybrid composites* menggunakan mesin uji tarik dan spesimen yang sesuai dengan standar ASTM D-638. Hasil dari pengujian tarik terlihat pada tabel 1, tiap perbandingan fraksi volume serat dilakukan pengulangan uji tarik sebanyak tiga kali. Setelah diperoleh data dari tiga kali pengulangan uji tarik maka data tersebut dihitung dan dijumlahkan sehingga diperoleh nilai kekuatan tarik rata-ratanya. Berdasarkan tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan kekuatan tarik rata-rata dengan fraksi volume serat sebagai berikut :



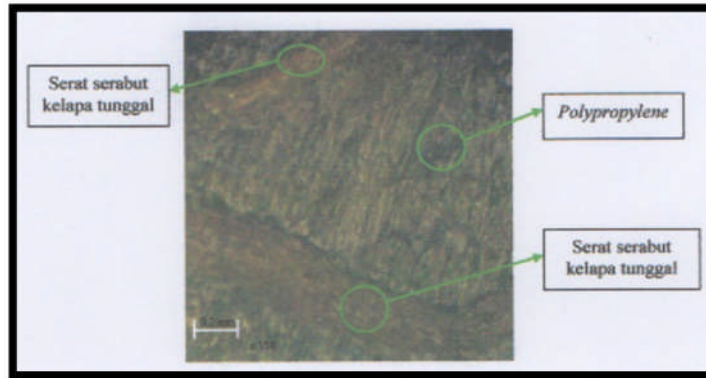
Gambar. 3 Grafik hubungan fraksi volume serat dengan kekuatan tarik rata-rata

Pada grafik regresi *polynomial* gambar 3, menunjukkan kekuatan tarik rata-rata semakin meningkatkan seiring dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kayu jati dan berkurangnya fraksi volume serat serabut kelapa.

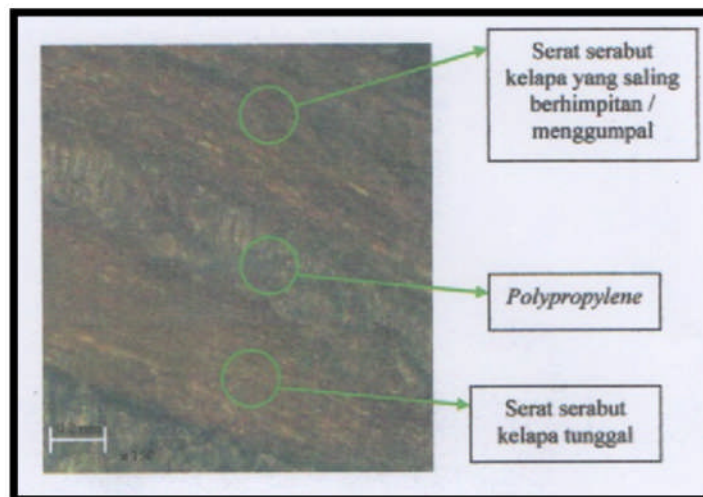
Analisa Foto Mikroskopik dan Bentuk Patahan

Pada penelitian ini arah orientasi serat serabut kelapa dan serbuk kayu jati adalah acak (*random*). Berikut ini akan ditampilkan foto mikroskopis dan makroskopis dari berbagai macam variasi perbandingan fraksi volume :

Foto Mikroskopik



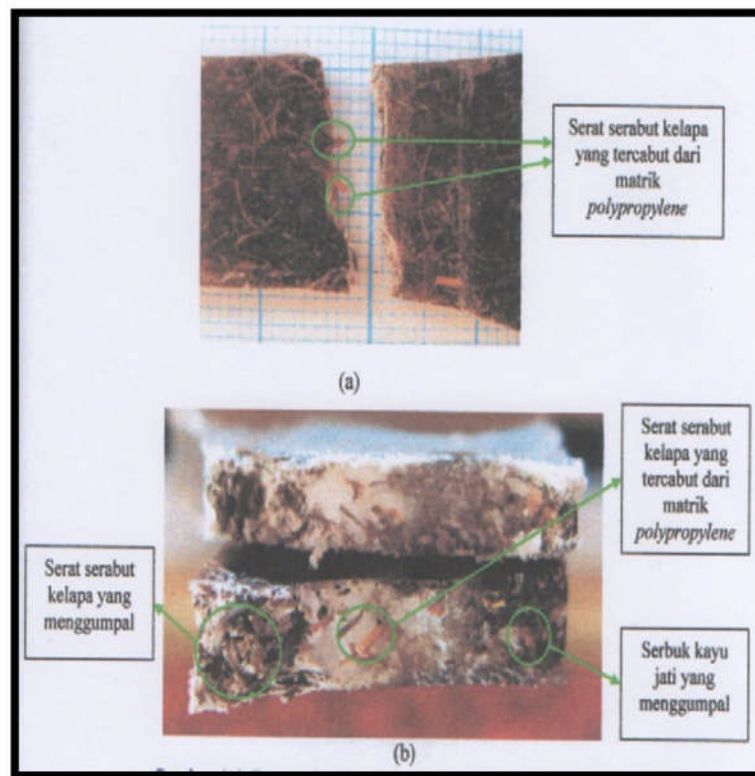
a



b

Gambar 4 (a),(b) Foto mikroskopik pada 3 tempat yang berbeda dalam satu spesimen

➤ Foto Makroskopik Bentuk Patahan



Gambar 5 Foto makroskopik bentuk patahan (a). Foto permukaan spesimen (b). Foto penampang melintang spesimen

Pada foto mikroskopik yang terlihat di gambar 4a dan 4b, menunjukkan bahwa penyebaran serat didalam matrik *polypropylene* tidak merata. Hal ini terlihat jelas dengan adanya serta yang saling berhimpitan antara satu dengan yang lain, sehingga cairan matrik *polypropylene* tidak dapat menyelimuti serat secara menyeluruh, seperti yang terlihat pada gambar 5b. akibat daya rekat antara matrik dengan serat berkurang dan pada akhirnya kekuatan ikatan jadi melemah.

Apabila kekuatan ikatan melemah maka tegangan geser permukaan antara matrik *polypropylene* dengan serat menjadi kecil. Sehingga jika beban tarik diaplikasikan pada material komposit ini, matrik tidak dapat mendistribusikan beban tarik secara merata ke serat. Akibatnya banyak timbul serat yang tercabut dari matrik, seperti yang terlihat pada gambar 5a dan 5b. gumpalan serat terkumpul dibagian tertentu pada penampang melintang spesimen dan tidak tersebar merata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut : Kekuatan tarik *hybrid composites* meningkat hingga mencapai perbandingan fraksi volume serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa sebesar 6% : 14%, setelah itu mengalami penurunan hingga mencapai perbandingan fraksi volume sebesar 10% : 10%. Kekuatan tarik terendah sebesar 39,40 N/mm² pada *hybrid composites* diperoleh ketika fraksi volume serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa 2% : 18%. Sedangkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 43,55 N/mm² pada *hybrid composites* diperoleh ketika fraksi serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa

sebesar 6% : 14%. Hal tersebut disebabkan karena pada perbandingan fraksi volume 6% : 14%, penyebaran serbuk kayu jati dan serat serabut kelapa lebih merata di dalam matrik *polypropylene*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anshori, Isa. 2006. *Pengaruh Ukuran Mesh Serbuk Kayu Jati Dan Temperature Injeksi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Plastic Pada Proses Injeksi*. Unibraw.
2. ASTM. 1997. *Annual book of ASTM standards*. Philadelphia : ASTM
3. C. Y. Lai. Et al. 2005. *Mechanical And Electrical Properties Of Coconut Coir Fiber Reinforced Polypropylene Composite*. Polymer-plastic technology and engineering Malaysia.
4. Crawford, R. J. 1990. *Plastics Engineering : 2nd edition*. Peragmon press England
5. Dieter, George.E. 1996. *Metalurgi Mekanik*. Erlangga. Jakarta.
6. Elices, M and Llorca. J. 2002. *Fiber Fracture*. Elisevier. England
7. Espert, ana. 2003. *Natural Fibers/Polypropylene Composites From Residual And Recycled Materials : Surface Modification Ofcellulose Fibers, Properties And Environmental Degradation*. KTH fiber-och polymerteknologi. Sweden.
8. Gibson, Ronald. F. 1994. *Principles Of Composite Material Mechanics*. McGraw-hill, Inc. new York.
9. Hossen Beg, mohhamad dalour. 2007. *The Improvement Of Interfacial Bonding, Weathering And Recycling Of Wood Fibre Reinforced Polypropylene Composites*. The university of Waikato. New zealand