

PENGARUH TEMPERATUR DAN TEKANAN KOMPOSIT SERAT IJUK Matrik POLYPROPYLENE TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PROSES INJECTION MOLDING

(THE EFFECT OF TEMPERATURE AND PRESSURE ON THE PALM FIBER COMPOSITE ON MECHANICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE MATRIX ON INJECTION MOLDING PROCESS)

Tedy Jatmiko Wahyu U¹, Dwi Djumhariyanto², Dedi Dwilaksana²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

dwidjumhariyanto@yahoo.com

Abstrak

Ditinjau dari perkembangan teknologi saat ini diperlukan suatu pengembangan metode baru yang mampu menawarkan nilai keuntungan yang tinggi tanpa mengesampingkan kualitas. Perkembangan teknologi komposit saat ini mulai mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Pada penelitian kali ini, penulis membuat spesimen menggunakan serat alami berupa serat ijuk sebagai penguat komposit dengan *polypropylene* sebagai matriks dengan parameter temperature dan tekanan pada proses *Injection Moulding*. Temperatur barrel pada mesin *injection moulding* yang digunakan adalah 170°C, 180°C, 190°C, dan 200°C sedangkan tekanan yang digunakan 6 bar, 7 bar, dan 8 bar. Dari hasil pengujian tarik dan *impact* dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh temperature barrel dan tekanan terhadap sifat mekanik komposit yang dihasilkan. Terjadi nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi pada temperatur 180 °C tekanan 7 bar yaitu 11,106 N/mm². Pada pengujian *impact* nilai rata-rata kekuatan *impact* tertinggi pada temperature 200 °C tekanan 8 bar yaitu 0.64 J/mm².

Kata kunci: Temperatur barrel, tekanan, *injection molding*, sifat mekanik.

Abstract

Reviewed from current technological developments required a progress of a new method that is able to offer high profit value without compromising quality. The development of composite technology has started to experience a shift from synthetic fiber Composite material into natural fiber Composite material. In the present study, the authors make the specimen using natural fibers as reinforcement palm fibers composites with polypropylene as the matrix with temperature and pressure parameters in the Injection Molding process. Barrel temperature on the injection molding machine used is 170°C, 180°C, 190°C and 200°C while the pressure used 6 bars, 7 bars, and 8 bar. The tensile and impact test results it can be concluded that there are significant barrel temperature and pressure on the mechanical properties of the resulting composites. Occurs average value the highest tensile strength at temperatures of 180 °C 7 bar pressure is 11.106 N/mm². In testing the value of the average impact strength at temperatures of 200 °C 8 bar pressure of highest impact is 0.64 J/mm².

Keywords: Barrel temperature, pressure, *injection molding*, mechanical properties.

Pendahuluan

Ditinjau dari perkembangan teknologi saat ini diperlukan suatu pengembangan metode baru yang mampu menawarkan nilai keuntungan yang tinggi tanpa mengesampingkan kualitas. Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Kebutuhan akan material yang memiliki sifat mekanik yang tangguh dan beratnya yang ringan sangat diminati dalam industri otomotif sampai rumah tangga bahkan dilingkungan pabrik. Dengan

kebutuhan material yang kuat serta ringan, diharapkan komposit dapat menggantikan peranan besi dan baja.

Pada umumnya serat alami yang dipakai berupa serat bambu, serat rotan, serat batang pisang, serbuk kayu, sabut kelapa, serat nanas, serat tebu, dan serat alam yang lain yang masih bisa dimanfaatkan. selama ini pemanfaatan serat ijuk kurang begitu dimanfaatkan. Selain itu serat iju memiliki beberapa kelebihan diantaranya tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, dan perisai radiasi nuklir [1].

Dengan dasar itulah penulis ingin melakukan sebuah penelitian, yaitu penelitian tentang "Pengaruh Temperatur

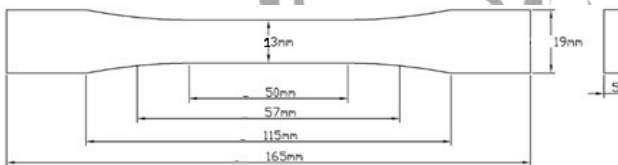
Dan Tekanan Komposit Serat Ijuk Matrik Polypropylene Terhadap Sifat Mekanik Pada Proses *Injection Molding*.

Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan komposit dengan menggunakan *polypropylene* sebagai matriks dan serat ijuk sebagai penguatnya. Kemudian memvariasikan temperatur *barrel* dan tekanan pada mesin *injection moulding*. Temperatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah 170°C, 180°C, 190°C, dan 200°C sedangkan tekanan yang digunakan 6 bar, 7 bar, dan 8 bar dengan perbandingan 95% *Polypropylene* dan 5% serat ijuk. Pada penelitian pembuatan komposit ini memakai bantuan mesin *injection moulding* tipe *burkert standart* pengujian, dengan merk: *Burkert*, model: RN 350, tegangan listrik: 220 volt/50 hz/600 watt, tekanan mekanis: 10 bar, suhu: 20°C - 450°C untuk proses pencetakannya. Sebelum pembuatan plastik, menyiapkan bahannya terlebih dahulu. Bahan atau material yang akan digunakan penelitian adalah *polypropylene* dan serat ijuk ditimbang sesuai takaran yang dibuat penelitian sebesar 15,00 g.

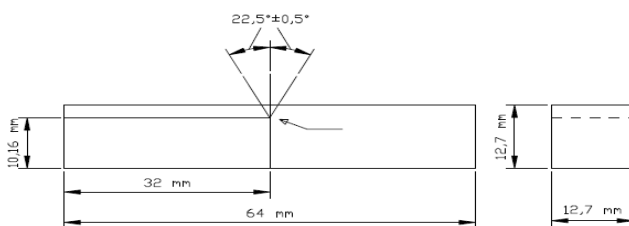
Prosedur Pengujian

Persiapan mold, *mold* atau cetakan yang akan digunakan dibuat dari bahan baja ST 37. Dengan bentuk benda spesimen uji tarik seperti Gambar 1. di bawah ini:



Gambar 1. Spesimen uji tarik (menurut ASTM D638 M, ASTM International SEDL)

Persiapan mold, *mold* atau cetakan yang akan digunakan dibuat dari bahan besi ST 37. Dengan bentuk benda spesimen uji *impact*;



Gambar 2 Dimensi *impact* ASTM D 5942-96

Setelah cetakan disiapkan kemudian mencetak spesimen menggunakan mesin *injection moulding* sesuai dengan level yang diinginkan.

Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat data seperti yang terlihat pada Tabel 1. Untuk uji tarik dan Tabel 2. Untuk uji *impact*

Temperatur (T)	Tekanan (bar)	Kekuatan Tarik (N/mm2)
180°C	6	7.99
	7	11.106
	8	10.804
190°C	6	6.734
	7	5.879
	8	9.548
200°C	6	8.543
	7	11.056
	8	8.593

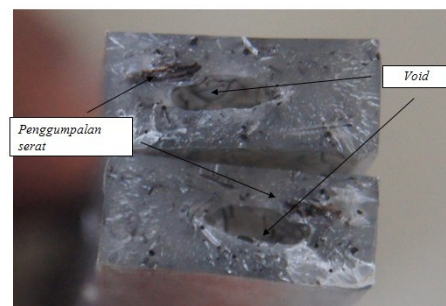
Tabel 1. Data hasil pengujian tarik

Temperatur (T)	Tekanan (bar)	Kekuatan <i>Impact</i> (J/mm2)
180°C	6	0.371
	7	0.318
	8	0.421
190°C	6	0.556
	7	0.355
	8	0.548
200°C	6	0.325
	7	0.499
	8	0.64

Tabel 2. Data hasil pengujian *impact*

A.Hasil Uji Foto Makro

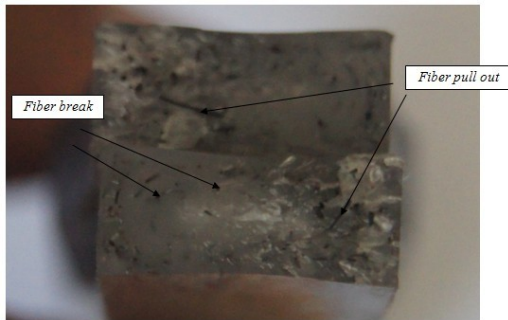
Uji tarik dilakukan untuk mengetahui beban tarik maksimal yang mampu ditanggung oleh spesimen atau material uji. Pada temperatur *barrel* 190°C tekanan 7 bar rata-rata kekuatan tarik yang dihasilkan sebesar 5,879N/mm². Nilai kekuatan tarik ini merupakan nilai kekuatan tarik terendah pada saat pengujian dan patah yang dihasilkan patah getas.



Gambar 3. Patahan Spesimen uji tarik temperatur *barrel* 190°C tekanan 7 bar

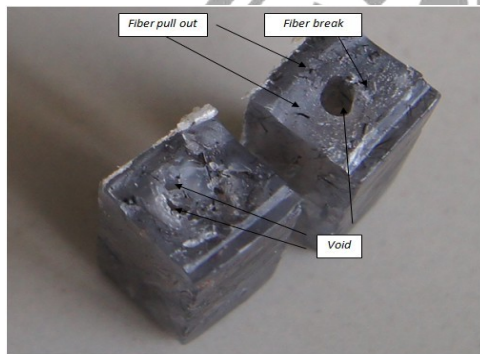
Terlihat pada Gambar 3 permukaan berserabut akibat matriks *polypropylene* yang mengalami deformasi plastik. Proses *injection moulding* mengakibatkan orientasi serat yang tidak merata. Sehingga menghasilkan rata-rata

kekuatan tarik yang rendah akibat tidak adanya ikatan antara matriks dan serat ijuk pada saat spesimen putus. Dan adanya *void* yang mengurangi kemampuan menerima beban tarik.



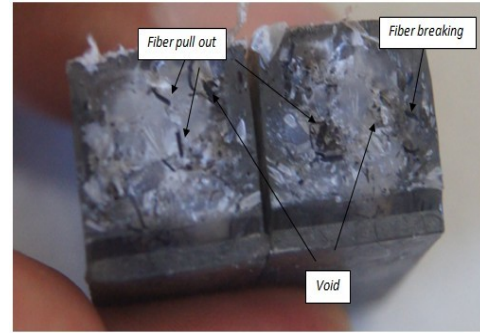
Gambar 4. Patahan Spesimen uji tarik temperatur barrel 180°C tekanan 7 bar

Nilai rata-rata kekuatan tarik pada pengaturan temperatur barrel 180°C dan tekanan 7 bar dihasilkan yaitu 11,106 N/mm² dan nilai ini merupakan nilai kekuatan tarik tertinggi dari pengujian tarik. Pada Gambar 4 terlihat tidak adanya *void* atau porositas yang berukuran besar yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan menahan beban kekuatan tarik.



Gambar 5. Patahan Spesimen uji impact temperatur barrel 180°C tekanan 7 bar

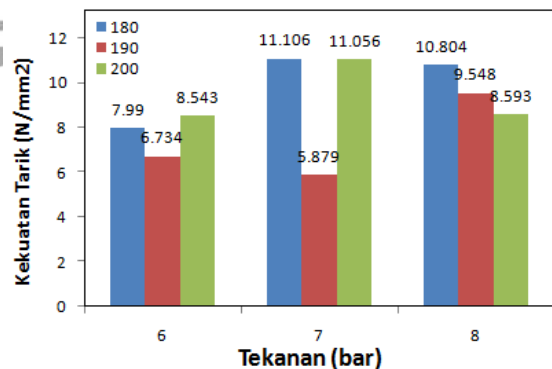
Nilai rata-rata kekuatan *impact* pada pengaturan temperatur barrel 180°C dan tekanan 7 bar dihasilkan yaitu 0,318 J/mm² dan nilai ini merupakan nilai kekuatan *impact* terendah dari pengujian *impact*. Pada Gambar 5 terlihat adanya *void* yang berukuran besar dan dalam yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan menahan beban *impact*.



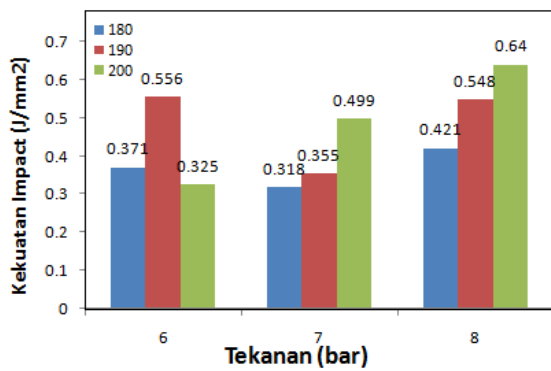
Gambar 6. Patahan Spesimen uji *impact* temperatur barrel 200°C dan tekanan 8 bar

Pada temperatur barrel 200°C dan tekanan 8 bar dihasilkan rata-rata nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 0,64 J/mm². Hal ini disebabkan karena terdapat banyak *fiber break*. *Fiber break* terjadi karena adanya ikatan yang kuat antara matriks dan penguatnya. Daya ikat komposit (*bonding strength*) mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan.

ii. Nilai kekuatan tarik maupun *impact* pada komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan antara matriks dan penguatnya. Daya ikat komposit (*bonding strength*) mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan[2]. Ikatan antara matriks dan serat dapat dilihat pada fenomena *fiber break* dan *fiber pull out* setelah spesimen di uji tarik maupun uji *impact* seperti pada pengamatan di atas menggunakan struktur makro. Serat yang memiliki kekuatan lebih besar dan mempunyai ikatan lebih baik akan terjadi *fiber breaking* dan serat yang memiliki kekuatan tarik dan ikatan dengan matrik lebih kecil akan terjadi *pull out* atau terlepasnya serat dari matrik[3]. Terlihat juga terdapat *void* pada patahan, *void* yang terjadi mengakibatkan penurunan kekuatan sifat mekanik yang dimiliki oleh material tersebut karena *void* merupakan cacat pada material[4]. Gambar 7 menunjukkan diagram kekuatan uji tarik dan Gambar 8 menunjukkan diagram kekuatan *impact*.



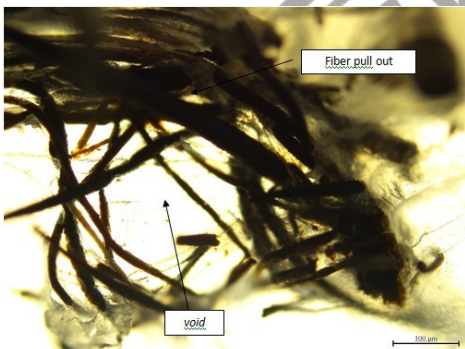
Gambar 7. Diagram kekuatan uji tarik terhadap temperatur barrel dan tekanan.



Gambar 8. Diagram kekuatan uji *impact* terhadap temperatur *barrel* dan tekanan.

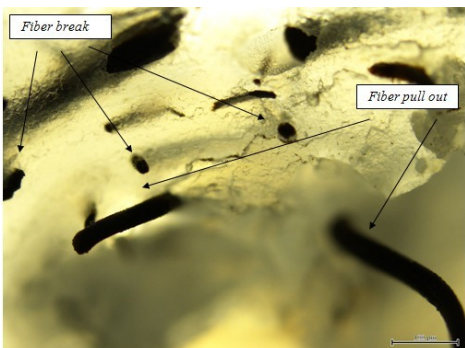
B.Hasil Uji Foto Mikro

Pengambilan foto mikro penampang patahan spesimen setelah uji tarik menggunakan mikroskop dapat menampilkan gambaran yang lebih jelas tentang fenomena – fenomena yang terjadi spesimen serta dapat mengamati ikatan yang terjadi antara matrik PP dan serat ijuk.



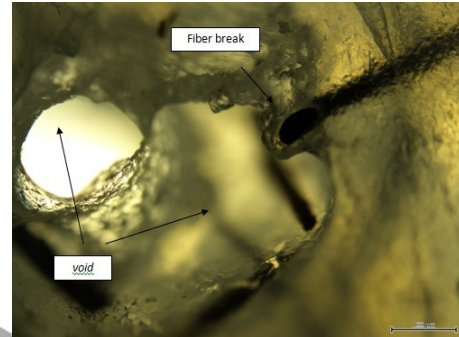
Gambar 9. Struktur mikro specimen uji tarik dengan temperatur *barrel* 190°C tekanan 7 bar perbesaran 40X.

Pengamatan struktur mikro pada temperatur *barrel* 190°C tekanan 7 bar pada Gambar 9 menunjukkan adanya serat ijuk yang menggumpal karena distribusi serta yang tidak merata. Adanya fenomena ini membuat serat yang menerima beban hanya terpusat disatu sisi saja.



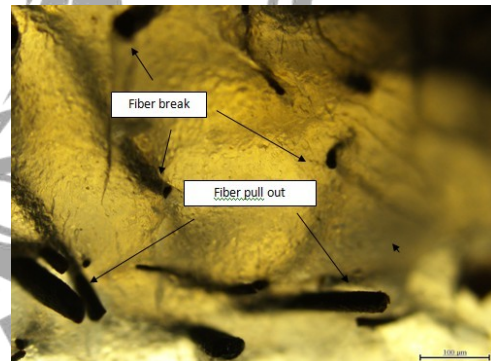
Gambar 10. Struktur mikro specimen uji tarik dengan temperatur *barrel* 180°C tekanan 7 bar perbesaran 40X.

Pada temperatur *barrel* 180°C tekanan 7 bar pada Gambar 10 terlihat adanya *fiber break* yang menandakan adanya ikatan yang kuat antara matrik dan penguat sehingga serat dapat menerima beban dengan maksimal. Selain adanya *fiber break* terdapat pula *fiber pull out* karena ikatan antara matrik dan penguat yang tidak kuat karena adanya jarak pada *interface* komposit.



Gambar 11. Struktur mikro specimen uji *impact* dengan temperatur *barrel* 180°C tekanan 7 bar perbesaran 40X

Pada spesimen dengan temperatur *barrel* 180°C tekanan 7 bar terlihat pada pengamatan struktur mikro bahwa terdapat *void* yang dapat mengurangi luas permukaan daerah patahan. Dengan berkurangnya luas daerah penerima beban maka energy yang diserap juga sedikit sehingga nilai kekuatan *impact* rendah.



Gambar 12. Struktur mikro specimen uji *impact* dengan temperatur *barrel* 200°C tekanan 8 bar perbesaran 40X

Pada temperatur *barrel* 200°C tekanan 8, menunjukkan nilai kekuatan *impact* terbesar. Dari pengamatan struktur makro sebelumnya tidak tampak *void* atau lubang. Dalam Gambar 12 terlihat jelas bahwa serat dan matrik melekat sehingga serat dan matrik memiliki ikatan atau *bonding strength* yang kuat membuat serat ijuk patah. Tampak pada gambar tidak terdapat celah atau rongga pada *interface* antara permukaan serat dan matrik.

Kesimpulan

Pengaruh dari temperatur dan tekanan terhadap sifat mekanik komposit serat ijuk matrik *polypropylene* memiliki pola yang berbeda pada grafik pengujian tarik maupun *impact*. Pada pengujian tarik memiliki pola grafik yang sama pada temperatur 180 °C dan 200 °C yaitu

meningkat pada tekanan 7 bar kemudian menurun kembali pada tekanan 8 bar. Hal ini menunjukkan bahwa variasi temperatur dan tekanan yang menghasilkan kekuatan tarik maksimal yaitu variasi temperatur 180 °C tekanan 7 bar. Pada temperatur 190 °C pola grafik menurun pada tekanan 7 bar kemudian meningkat kembali pada tekanan 8 bar.

Pada pengujian *impact*, temperatur 180 °C dan 190 °C pola grafik yang sama yaitu pada tekanan 6 bar memiliki nilai kekuatan *impact* yang tinggi kemudian menurun pada tekanan 7 bar dan meningkat kembali pada tekanan 8 bar. Pada temperatur 200°C nilai kekuatan *impact* berbanding lurus dengan meningkatnya tekanan. Pada pengujian *impact*, variasi temperatur dan tekanan yang menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi adalah variasi temperatur 200°C dan tekanan 8 bar.

Struktur mikro pada spesimen uji tarik maupun uji *impact* banyak terdapat *void* yang dapat mengurangi kemampuan spesimen dalam menerima beban tarik maupun *impact*. Selain terdapatnya *void*, *fiber pull out* juga terbentuk karena ikatan antara penguat dan matrik tidak kuat karena adanya celah pada *interface*. *Void* terbentuk karena adanya udara yang terjebak karena tingginya viskositas material yang diinjeksikan. Solusi untuk mengurangi *void* tersebut yaitu dengan cara menaikkan temperature agar nilai viskositas rendah dan dengan cara menaikkan tekanan agar material yang diinjeksikan dapat mengisi rongga cetakan dengan mampat sehingga *void* tidak akan terbentuk.

Saran

Dari hasil pengujian yang dilakukan terdapat beberapa kekurangan, dimana salah satunya adalah campuran yang dihasilkan tidak merata. Maka dari itu untuk kedepannya penulis menyarankan menggunakan mesin *injection moulding* dengan tipe *screw* agar serat dapat terdistribusi merata.

Untuk penelitian selanjutnya supaya menggunakan variasi temperatur dengan tekanan lebih dari 8 bar karena kemungkinan pada tekanan diatas 8 bar nilai kekuatan *impact* semakin tinggi.

Untuk penelitian selanjutnya supaya menggunakan nilai-nilai variabel yang berbeda, agar diketahui nilai dari variabel-variabel lain untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Contohnya, pendingin pada cetakan, kecepatan injeksi, waktu injeksi, titik penginjeksian dan *holding time*.

Daftar Pustaka

- (1) Christiani S, Evi. 2008. *Karakterisasi Ijuk Pada Papan Komposit Ijuk Serat Pendek Sebagai Perisai Radiasi Neutron*. Tugas akhir S-2 Jurusan Ilmu Fisika Universitas Negeri Sumatera Utara.
- (2) Mahmuda Efri, dkk. 2013. *Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ijuk Dengan Matrik Epoxy*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Lampung

- (3) Taufik M. ikhsan, dkk. 2013 *Perilaku Creep pada Komposit polyester dengan Serat Kulit Bambu Apus (Gigantochloa Apus (J.A & J. H. Schlustes) Kurz)*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- (4) Alian Helmy. 2011. *Pengaruh variasi Fraksi Volume Semen Putih Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Komposit Glass Fiber Reinforce Plastic (GFRP) Berpenguat Serat E-Glass Chop Strand Mat dan Matris Resin Polyester*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sriwijaya. Palembang