

PENGARUH LAJU PENDINGINAN TERHADAP SIFAT TARIK KOMPOSIT KENAF-POLYPROPYLENE (PP)

Yunanto Andi Prabowo¹, Wijang Wisnu Raharjo^{2*}, Heru Sukanto²,

¹Jurusan Teknik Mesin, FT.Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Jl., Ir., Sutami 36A Surakarta

²Jurusan Teknik Mesin, FT.Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Jl., Ir., Sutami 36A Surakarta

*Email: m_asyain@yahoo.com

Abstrak

Peran serat sintetis sebagai penguat komposit termoplastik dapat digantikan oleh serat alam. Kenaf merupakan salah satu tanaman penghasil serat alam yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Sifat mekanik komposit serat alam-termoplastik dipengaruhi oleh beberapa parameter pengolahan seperti suhu proses, waktu penahanan, tekanan dan laju pendinginan. Laju pendinginan merupakan parameter terpenting yang menentukan sifat mekanik komposit termoplastik. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh laju pendinginan terhadap sifat mekanik komposit serat kenaf-polypropylene (PP). Pembuatan Komposit dilakukan dengan hot-press. Parameter pengolahan yang dipilih adalah suhu proses 165°C, tekanan proses 50 bar dan waktu penahanan 5 menit. Variasi laju pendinginan yang dilakukan adalah pendinginan dalam hot press, pendinginan pada udara ruang, dan pendinginan dengan sirkulasi air. Sifat tarik material komposit diketahui dengan pengujian kekuatan tarik yang sesuai standard uji ASTM D 638. Daerah patahan hasil pengujian tarik diamati dengan menggunakan foto makro. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada komposit dengan laju pendinginan rendah.

Kata kunci: Variasi laju pendinginan, serat kenaf, polypropylene, hot press, sifat tarik.

1. PENDAHULUAN

Bahan komposit dengan penguat serat alam merupakan alternative dari komposit dengan penguat serat sintetis. Industri otomotif telah mengaplikasikan komposit serat alam untuk menggantikan komposit berpenguat serat sintetis seperti *fiber glass* dan *carbon fiber* (Njuguna, dkk., 2011). Penggunaan serat alam sebagai penguat mempunyai beberapa keuntungan diantaranya : ringan, biaya produksinya rendah, murah, kekuatan dan kekakuan cukup tinggi, jumlahnya melimpah, serta merupakan bahan yang dapat diperbaharui (John & Thomas, 2008; Mohanty, dkk., 2001; Mwaikambo, 2006; Satyanarayana, dkk., 2009). Bahan komposit serat alam banyak digunakan sebagai material pembuatan panel pintu dan *dashboard* mobil (Holbery & Houston, 2006)

Kekuatan material komposit serat alam sangat dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antar muka dari serat alam dan matrik. Parlevliet, dkk., (2006) mengatakan kekuatan ikatan antara serat dan matrik pada material komposit termoplastik tergantung dari beberapa faktor, seperti sifat morfologi matrik, kondisi permukaan serat, dan adanya tegangan sisa. Sebagian besar karakteristik tersebut ditentukan oleh kondisi proses pembuatan seperti; temperatur proses, waktu penahanan, tekanan pengepresan dan laju pendinginan.

Kondisi proses pembuatan yang dapat mempengaruhi kekuatan mekanik material komposit termoplastik salah satunya adalah laju pendinginan (*cooling rate*). Laju pendinginan berpengaruh pada pembentukan tegangan sisa, *void*, tingkat kristalinitas dan morfologi kristal yang berperan dalam penentuan kualitas ikatan antarmuka pada kompositseratalam-termoplastik (Saiello, S., Kenny, J., Nicolais, 1990). Gao dkk., (2000) melakukan penelitian tentang pengaruh laju pendinginan terhadap ikatan serat karbon dengan matrik semikristalin *polyetheretherketon* (PEEK). Hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan tarik resin PEEK menurun dengan semakin tingginya laju pendinginan.

Perbedaan laju pendinginan akan berdampak pada pembentukan tegangan sisa, void, maupun kristalinitas dan morfologi kristal yang terjadi pada komposit. Sehingga, penelitian ini dilakukan untuk mengamati seberapa besar pengaruh laju pendinginan terhadap kekuatan tarik komposit serat kenaf-polypropylene. Sedangkan, variasi laju pendinginan diperoleh melalui tiga macam cara pendinginan, yaitu : pendinginan di dalam hot press, pendinginan di udara ruang, dan pendinginan

dengan sirkulasi air. Perubahan temperatur disetiap cara pendinginan diamati dengan data akuisisi. Data yang diperoleh selanjutnya diolah menjadi data laju pendinginan

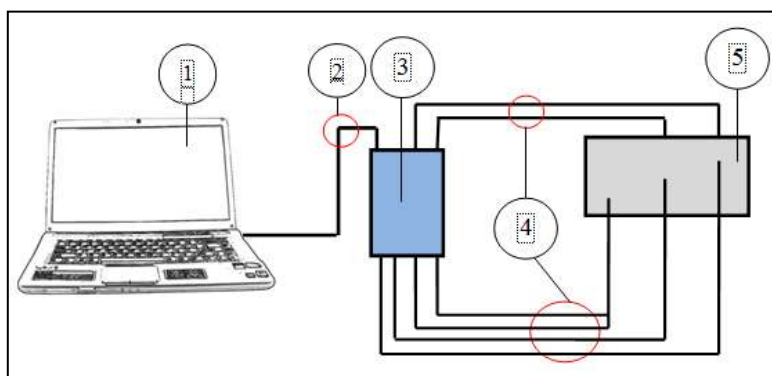
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah lembar kenaf-PP yang diperoleh dari PT. Toyota Boshoku Indonesia. Lembar kenaf-PP memiliki perbandingan serat kenaf : PP = 50% : 50% (wt). Ketebalan lembar kenaf-PP berkisar antara 10mm–15mm dengan massa jenis 1,57 kg/m². Sedangkan, titik leleh bahan ini antara 160-175 °C.

2.2 Pembuatan Spesimen

Proses *hot press* digunakan untuk membuat material panel komposit kenaf-PP. Lembar kenaf-PP yang telah dipotong sesuai ukuran cetakan diletakkan pada cetakan aluminium. Kemudian, cetakan aluminium yang berisi lembar kenaf-PP diletakkan di dalam *hot press*. Untuk semua spesimen, parameter proses yang digunakan adalah suhu pemanasan 165°C, waktu penahanan 5 menit dan tekanan pengepresan diatur 50 bar. Sedangkan, laju pendinginan dari temperatur proses sampai dengan temperatur ruang divariasikan. Variasi laju pendinginan diperoleh melalui tiga macam cara pendinginan, yaitu : pendinginan di dalam hot press, pendinginan di udara ruang, dan pendinginan dengan sirkulasi air. Skema pembuatan spesimen dan penentuan laju pendinginan dapat dilihat pada gambar 1. Setelah proses pendinginan selesai, cetakan dikeluarkan dari hot press dan panel komposit kenaf-PP diambil dari cetakan. Spesimen uji tarik diperoleh dengan memotong panel komposit. Bentuk dan ukuran spesimen uji tarik mengikuti standard ASTM D 638.



Gambar.1 Skema pembuatan spesimen dan penentuan laju pendinginan

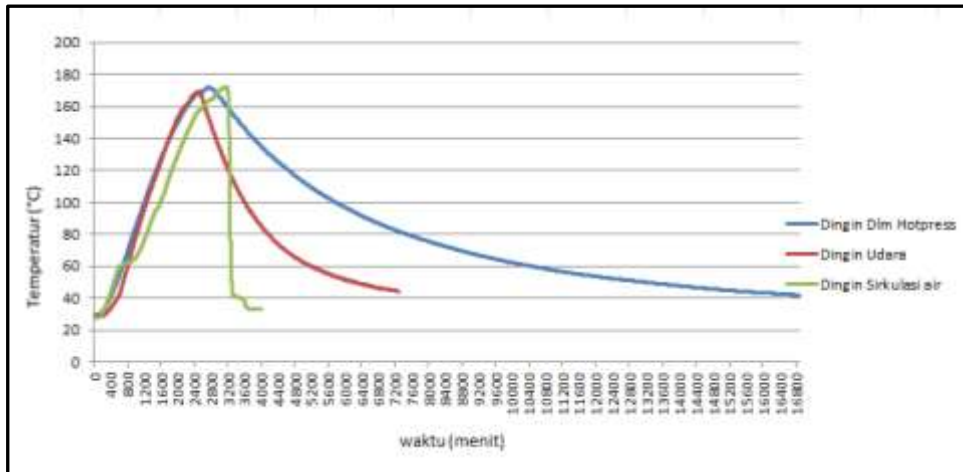
2.3. Tahap Pengujian

Pengujian tarik dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* dengan merk JTM. Dimensi dan standar pengujian mengacu ke ASTM D 638. Jumlah spesimen setiap variasi pengujian adalah 5 spesimen. Sebelum dipasang pada rahang UTM, maka bagian ujung spesimen uji tarik dilapis dengan amplas tipe 200. Pada pengujian ini load cell yang digunakan adalah 5000 N dengan laju *cross-head* diatur 5 mm/menit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Laju Pendinginan

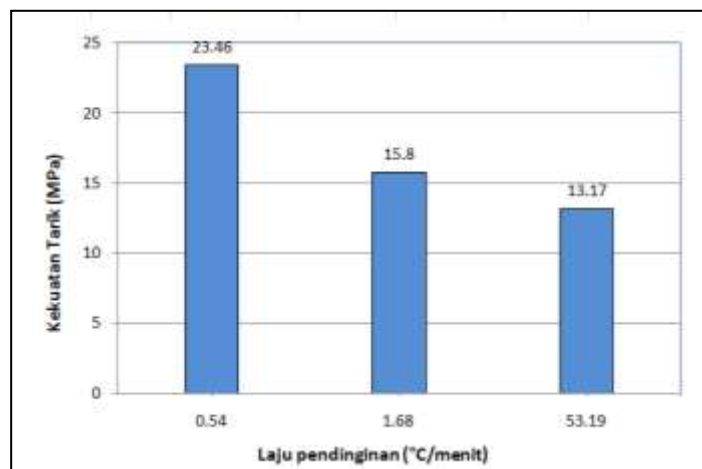
Data laju pendinginan diperoleh dari data akuisisi. Data akuisisi diatur agar mampu mencatat perubahan temperatur setiap detik. Grafik perubahan temperatur sejak dari temperatur ruang, proses pemanasan, proses penahanan, sampai dengan proses pendinginan dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pendinginan di dalam mesin hot press mempunyai laju terendah yaitu 0,54 °C/menit. Sedangkan, laju pendinginan tercepat terjadi di pendinginan menggunakan sirkulasi air. Besarnya nilai laju pendinginan pada cara ini adalah 53,19°C/menit.



Gambar 2. Grafik Laju Pendinginan

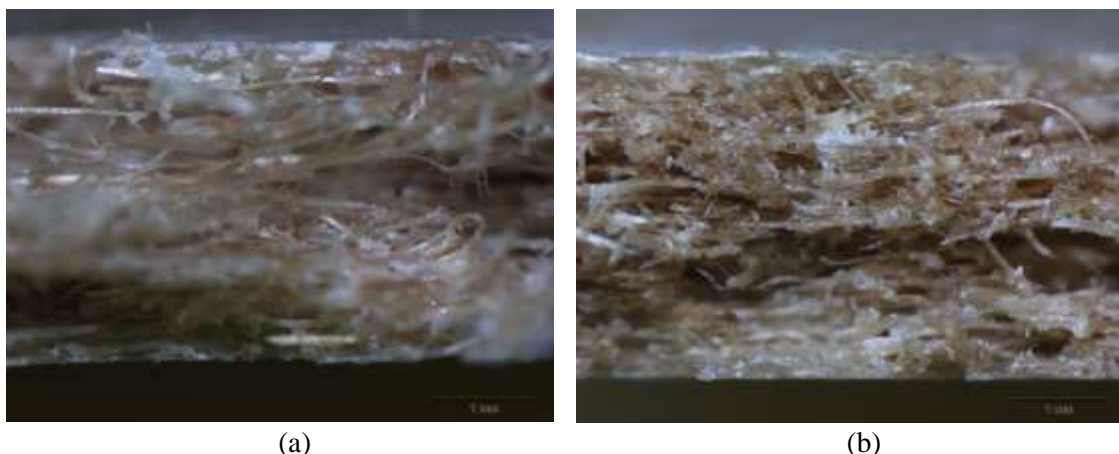
3.2 Kekuatan Tarik Komposit Kenaf - PP

Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian tarik komposit. Kekuatan tarik yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari 5 spesimen uji setiap variasi. Dari gambar tersebut terlihat bahwa kekuatan tarik tertinggi terjadi pada material dengan laju pendinginan lambat $0.54^{\circ}\text{C}/\text{menit}$). Nilai kekuatan tarik pada pendinginan lambat sebesar 23,46 MPa. Sedangkan, komposit yang didinginkan di udara ruang (laju pendinginan $1,68^{\circ}\text{C}/\text{menit}$) mempunyai kekuatan tarik sebesar 15,8 MPa. Kekuatan tarik terendah terjadi pada komposit yang didinginkan menggunakan sirkulasi air. Kekuatan tarik komposit ini sekitar 13,27 MPa.



Gambar 3. Pengaruh Laju Pendinginan Pada Kekuatan Tarik Komposit

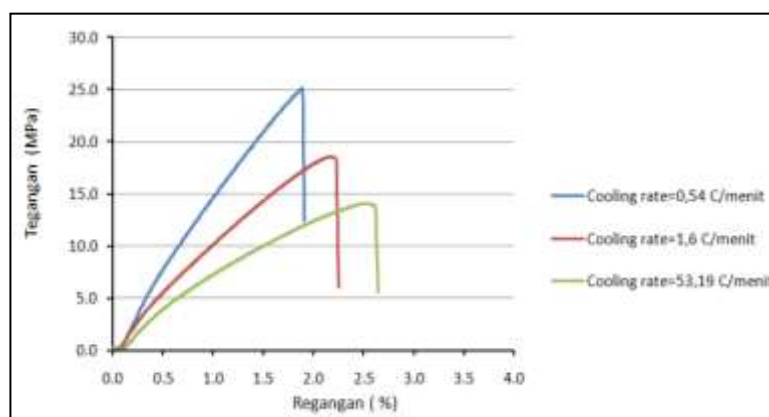
Kekuatan tarik dipengaruhi oleh laju pendinginan. Laju pendinginan lambat menyebabkan ikatan antara matrik dan serat lebih baik dari pada saat dilakukan laju pendinginan cepat. Ikatan yang lebih kuat mengakibatkan transfer beban dari matrik ke serat atau sebaliknya dapat berlangsung dengan baik. Transfer yang baik akan berdampak pada dihasilkannya komposit dengan kekuatan tarik tinggi. Gambar 4 menunjukkan foto makro dari patahan pengujian tarik.



Gambar 4. Foto Mikro Patahan Uji Tarik Material Komposit

(a) Perlakuan laju pen dinginan cepat, (b) Perlakuan laju pen dinginan lambat

Karakter tegangan-regangan komposit kenaf-PP dengan perlakuan laju pendinginan yang berbeda ditunjukkan pada gambar 5. Gambar 5 memperlihatkan bahwa kekuatan dan modulus tarik komposit meningkat, sedangkan keuletan menurun dengan penurunan laju pendinginan. Komposit dengan laju pendinginan lambat bersifat lebih kuat dan getas dari pada komposit dengan laju pendinginan cepat. Sedangkan, komposit dengan laju pendinginan cepat mempunyai regangan lebih besar sehingga bersifat ulet namun kekuatannya rendah.



Gambar 5. Pengaruh laju pendinginan pada kurva tegangan-regangan komposit kenaf-PP

Laju pendinginan mempengaruhi kualitas ikatan yang terjadi antara matrik PP dan serat kenaf. Ikatan yang kuat membuat beban tarik diteruskan matrik ke serat dengan lebih baik. Ketika ikatan antara matrik dan serat kurang baik maka matrik tidak mampu meneruskan beban tarik ke serat atau sebaliknya. Hal itu menyebabkan kekuatan komposit lebih rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada data hasil pengujian serta analisa data dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Kekuatan tarik tertinggi adalah pada komposit dengan perlakuan laju pendinginan $0,54^{\circ}\text{C}/\text{menit}$, sedangkan kekuatan tarik terendah adalah pada komposit dengan laju pendinginan $53,19^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.
- Kekuatan tarik meningkat, sedangkan keuletan menurun dengan perlakuan laju pendinginan yang lebih lambat. Sebaliknya kekuatan menurun sedangkan keuletan meningkat dengan perlakuan laju pendinginan yang lebih cepat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA No. 023.04.1.673453/2015 tanggal 14 November 2014, DIPA Revisi 01 tanggal 29 Pebruari 2015, Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Gao Shang-Lin, Kim Jang-kyo, 2000, *cooling rate influence in carbon fibre/PEEK composites., Part 1. Cristalinity and interface adhesion*, Composite: Part A 31, 517-530
- GarkhailSanjev, Wieland B., George J., Soykeabkaew N., Peijs., 2009, *Transcrystallisation in PP/Flax Composites and Its Effect On Interfacial and Mechanical Properties*, J. Mater Science, Vol 44:510-519
- Holbery, J., and Houston, D., 2006. Natural fiber reinforced polymer composites in automotive applications, *JOM*. 58: 80-86.
- Mohanty AK., Misra M., Drzal LT., 2001. Surface modifications of natural fibers and performance of the resulting biocomposites: an overview, *Composite Interfaces*. 8: 313-343.
- Mwaikambo, L.Y, 2006. Review of the history, properties and application of plant fibres, *African Journal of Science and Technology*. 7:120-133
- Njuguna, J., Wambua, P., Pielichowski, K., and Kayvantash, K., 2011, *Natural Fibre-Reinforced Polymer Composites and Nanocomposites For Automotive Application*. Bio and Nano-Polymer Composites Chapter 23, 661-700
- Parlevliet, Patricia, P., Bersee, Harald, E.,N., Beukers, Ardian, 2006, *Residual stresses in thermoplastic composite-A study of the literature-Part I: Formation of residual stresses*, Composites: Part A 37, 1847-1857
- John, M.J., and Thomas, S., 2008. Biofibers and biocomposites, *Carbohydrate Polymers*. 71: 343-364.
- Sailleo, S., Kenny, J., Nicolais, L., 1990. Interface morphology of carbon fibre/PEEK composites, *Journal of Material Science*, 25: 3493-3496
- Satyanarayana, K.G., Arizaga, G.G.C., Wypych, F., 2009. Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers--An overview, *Progress in Polymer Science*. 34 : 982-1021.