

PENGARUH ORIENTASI SUDUT ANYAMAN SERAT *CANTULA* TERHADAP KEKUATAN *BENDING* DAN GAYA TARIK PAKU KOMPOSIT SEMEN SERBUK AREN–*CANTULA*

Dwi Masruri, Wijang Wisnu Raharjo dan Dody Ariawan

Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS

e-mail: masruri.dwi@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh orientasi sudut anyaman serat *cantula* terhadap kekuatan *bending* dan gaya tarik paku pada komposit semen serat aren-*cantula*. komposit terdiri dari semen dan serbuk aren sebagai matriks, serat *cantula* sebagai penguat dan CaCl_2 sebagai additive. Proses pembuatan komposit menggunakan metode tekan, dengan orientasi sudut anyaman serat *cantula* $0^\circ/90^\circ$, $15^\circ/105^\circ$, $30^\circ/120^\circ$, $45^\circ/135^\circ$. Pengujian *bending* mengacu pada ASTM D 6272, sedangkan pengujian tarik paku mengacu pada ASTM D 1037. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekuatan *bending* meningkat seiring dengan meningkatnya orientasi sudut anyaman serat *cantula*. nilai kekuatan *bending* tertinggi (17,08 MPa) dicapai pada orientasi sudut $45^\circ/135^\circ$. Nilai gaya tarik paku tertinggi (241.88 N) terjadi pada orientasi sudut $30^\circ/120^\circ$.

Kata kunci : komposit tekstil, kekuatan *bending*, serat aren, serat *cantula*, tarik paku

PENDAHULUAN

Perkembangan material komposit di bidang rekayasa dewasa ini sangatlah pesat. Pemanfaatannya sebagai bahan pengganti logam sudah semakin luas, seperti untuk peralatan olahraga, sarana transportasi baik darat, laut maupun udara. Begitu juga di bidang konstruksi dan peralatan antariksa. Keuntungan penggunaan material komposit antara lain tahan korosi, rasio antara kekuatan dan densitasnya cukup tinggi, murah dan proses pembuatannya mudah (Gay, dkk, 2003).

Serat alam sebagai *filler* komposit polimer mulai banyak digunakan sebagai pengganti *filler* sintetik dalam kehidupan sehari-hari, mengingat serat alam ini mempunyai banyak kelebihan dibanding serat buatan. Kelebihan-kelebihan utama menggunakan serat alam sebagai *filler* yaitu densitasnya rendah, mudah diuraikan alam, sehingga menghasilkan sifat kekakuan yang tinggi, tidak mudah patah, jenis dan variasinya banyak, hemat energi dan murah (Rowell, dkk, 1997).

Aren (*Arenga Pinnata*) merupakan tanaman serba guna. Tanaman palma daerah tropis basah ini beradaptasi dengan baik pada berbagai agroklimat, mulai dari dataran rendah hingga daerah berketinggian 1400 m di atas permukaan laut. Dalam industri pembuatan papan semen, dibutuhkan material penguat yang mempunyai sifat kekuatan yang tinggi, elastis dan diameter serat seragam. Serat aren berbeda dengan serat kayu, serat aren bersifat elastis, jaringan formasinya tampak lebih homogen. Dalam hal ini serat aren memenuhi kriteria di atas. (Arif, 2006).

Serat *cantula* adalah serat alam yang berasal dari ekstraksi daun tanaman *Agave Cantula Roxb*. Tanaman ini banyak tumbuh di daerah Kulonprogo, DIY sampai dengan Temanggung, Jawa Tengah. Berdasarkan hasil penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian Yogyakarta, serat *cantula* mempunyai kandungan selulose sekitar 64,23%, sehingga berpotensi sebagai bahan penguat komposit (Raharjo, 2003).

Sifat mekanik dan fisik dari komposit semen yang diperkuat serat tergantung pada beberapa parameter seperti densitas komposit, rasio semen : serat, kekuatan serat, jenis perlakuan serat serta material tambahan. Komposit yang diperkuat dengan serat limbah aren memiliki karakteristik mudah diterapkan pada komponen-komponen yang mempunyai bentuk kompleks dan rumit, biaya produksi murah dan bersifat mendekati isotropik. Pemakaian serat pendek ini akan memudahkan proses permesinan yang dibutuhkan pada proses finishing. (Kristiawan, dkk, 2006).

Hasil pengujian menunjukkan nilai densitas, konduktivitas panas dan kekuatan *bending* komposit meningkat seiring bertambahnya tekanan pengepresan. Densitas, konduktivitas panas dan *bending* mencapai nilai tertinggi pada tekanan pengepresan 88 kg/cm^2 , berturut-turut sebesar $1,57 \text{ gr/cm}^3$, $0,297 \text{ W/m}^0\text{C}$ dan $12,14 \text{ kg/cm}^2$. Permukaan patah uji *bending* komposit diamati

menggunakan *scanning electron microscope* dan terlihat bahwa ikatan antarmuka matrik dan *filler* mempunyai ikatan yang baik (Indarto, 2010).

Hasil pengujian *bending* menunjukkan bahwa kekuatan *bending* serat kulit rotan dengan variasi arah serat bersilangan $45^{\circ}/135^{\circ}$ lebih besar daripada arah serat arah $0^{\circ}/90^{\circ}$. Dimana nilai arah serat searah $0^{\circ}/90^{\circ}$ sebesar $2,678 \text{ kg/mm}^2$ dan untuk arah serat arah $45^{\circ}/135^{\circ}$ sebesar $3,163 \text{ kg/mm}^2$, akan tetapi nilai hasil pengujian tersebut belum dapat digunakan sebagai serat penguat dalam pembuatan kulit badan kapal karena belum memenuhi standard yang telah ditentukan sebesar 15 kg/mm^2 (Jokosisworo, 2009).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit laminat baja-nylon dengan orientasi sudut $0^{\circ}/90^{\circ}$ memiliki kekuatan tarik lebih besardari pada serat berorientasi sudut 45° (Satish, dkk, 2010).

Paku merupakan *mechanical fastener* yang paling banyak digunakan pada konstruksi kayu, gaya tarik paku pada setiap kayu akan berbeda bergantung pada densitas kayu, diameter paku dan kedalaman penetrasi paku pada kayu (Gilbert, 2007).

Aplikasi serat dalam bidang komposit dapat digunakan sebagai penguat (*filler*) menggantikan serat kayu, sehingga akan menghemat *supply* tumbuhan / kayu komersial. Dalam hal ini dimanfaatkan sebagai bahan penguat alternatif pada produk komposit semen seperti: papan, atap, eternit, ataupun struktur arsitektur.

Pada penelitian ini, serat yang digunakan adalah serat *cantula* sebagai serat panjang dan serbuk aren sebagai serat pendek yaitu hasil limbah produksi tepung aren sebagai material pembuatan komposit dengan pertimbangan bahwa serat mempunyai sifat elastis, diameter yang seragam, dan relatif murah. Penelitian tentang komposit semen ini diharapkan akan melengkapi kekurangan dari material yang sudah ada, sehingga jika penelitian ini berhasil, maka akan didapatkan sifat komposit semen-serat yang optimal sehingga dapat menggantikan kayu.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

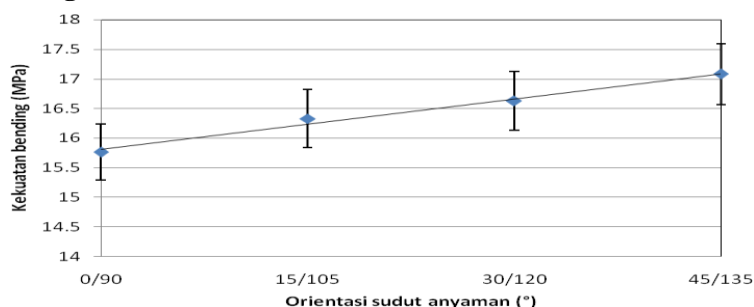
Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah serat cantula sebagai penguat, serbuk serat aren sebagai filler, semen sebagai pengikat, air dan bahan additif (CaCl_2).

Alur Penelitian

Penelitian diawali dengan proses pencucian dan pengeringan alami dengan sinar matahari limbah aren. Setelah pengeringan limbah aren dicrushing (dihancurkan) lalu disaring dengan ukuran mesh 80. Selanjutnya dilakukan pembuatan komposit dengan mencampur bahan dasar komposit (semen, serbuk aren, air, CaCl_2) dan bahan tambahan anyaman serat cantula ditengahnya. Variasi bahan tambahan (anyaman serat cantula) dengan orientasi sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$, $15^{\circ}/105^{\circ}$, $30^{\circ}/120^{\circ}$, $45^{\circ}/135^{\circ}$. Sedangkan perbandingan bahan dasar komposit (semen : serbuk aren : air : CaCl_2) = 5 : 2 : 2 : 1). Campuran bahan dasar diaduk merata dan kemudian dituang kedalam cetakan dengan diberi anyaman serat cantula ditengahnya, kemudian diberi tekanan pengepresan sebesar 88 kg/cm^2 . Selanjutnya komposit yang telah dicetak dicuring pada oven pada temperatur 50°C sampai kandungan air dalam komposit mencapai 10-15%. Selanjutnya dilakukan pengujian bending dan tarik paku dengan mengacu pada standar ASTM D 6272 dan ASTM D 1037.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan Bending



Gambar 1. Hubungan kekuatan bending-orientasi sudut

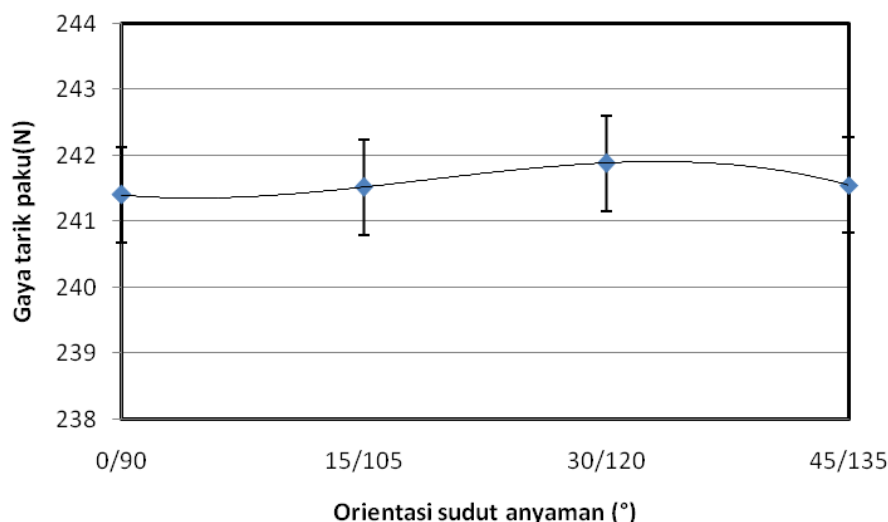
Gambar 1 memperlihatkan hubungan antara sudut anyaman *cantula* dan kekuatan *bending* komposit, hasil pengujian kekuatan *bending* komposit naik seiring dengan bertambah besarnya sudut anyaman, terlihat bahwa semakin besar sudut anyaman meningkatkan kekuatan *bending* komposit sampai sebesar 17,08 MPa pada sudut anyaman $45^{\circ}/135^{\circ}$, dan nilai kekuatan *bending* terendah berada pada komposit dengan sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ yaitu sebesar 15,76 MPa.

Peningkatan kekuatan *bending* disebabkan oleh adanya perubahan orientasi sudut anyaman serat *cantula*. Pada anyaman dengan orientasi $0^{\circ}/90^{\circ}$ serat yang dominan menahan beban *bending* adalah serat yang tersusun secara horizontal pada sumbu x, yaitu serat yang berorientasi 0° , sedangkan serat yang tersusun pada sumbu y hanya bekerja sebagai pengikat. Akan tetapi sebaliknya pada anyaman dengan orientasi $45^{\circ}/135^{\circ}$ kedua serat baik yang 45° maupun 135° bekerja saling menguatkan, sehingga dapat menahan beban *bending* lebih baik.

Perubahan orientasi sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ ke komposit berorientasi sudut anyaman $15^{\circ}/105^{\circ}$ menyebabkan kenaikan nilai kekuatan *bending* sebesar 3,6%, sedangkan perubahan orientasi sudut $0^{\circ}/90^{\circ}$ ke komposit berorientasi $30^{\circ}/120^{\circ}$ mengakibatkan peningkatan kekuatan *bending* sebesar 5,23%, dan perubahan orientasi sudut $0^{\circ}/90^{\circ}$ ke $45^{\circ}/135^{\circ}$ menaikkan nilai kekuatan *bending* hingga 7,7%.

Pada komposit, beban lentur yang bekerja ditahan oleh ikatan antara semen, serbuk aren, dan CaCl_2 , ditambah oleh serat *cantula* sebagai penguat, sehingga mampu menahan tegangan lentur lebih baik.

Gaya Tarik Paku



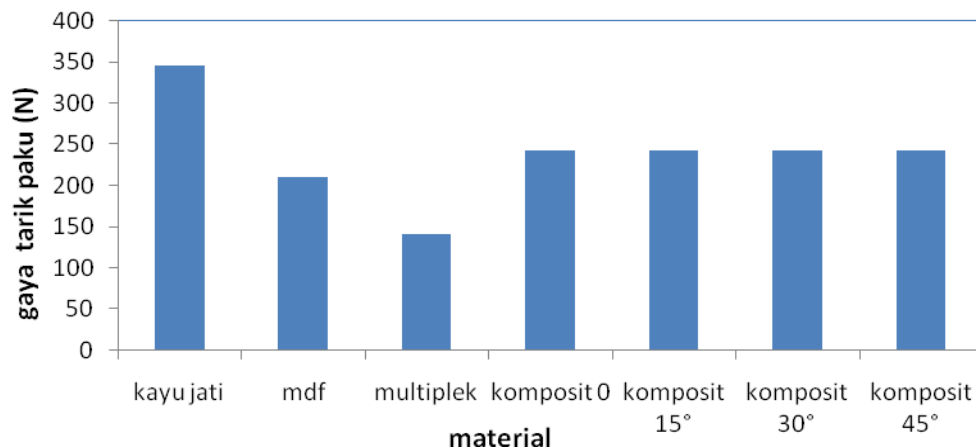
Gambar 2. Hubungan kekuatan *bending*-orientasi sudut

Kenaikan nilai gaya tarik paku dipengaruhi oleh densitas komponen penyusunnya, pada bahan dengan densitas yang tinggi akan memiliki nilai yang tinggi pula. Nilai densitas tertinggi pada komposit ini dicapai pada komposit dengan orientasi sudut $30^{\circ}/120^{\circ}$ yaitu senilai 1340 kg/m^3 , sedangkan nilai densitas terendahnya terjadi pada komposit berorientasi sudut $0^{\circ}/90^{\circ}$ yaitu sebesar 1295 kg/m^3 .

Dari gambar 2 di atas tidak terlihat adanya peningkatan nilai gaya tarik paku secara signifikan, nilai kekuatan tarik paku tertinggi yaitu 241,88 N terjadi pada spesimen dengan orientasi sudut anyaman $30^{\circ}/120^{\circ}$, sedangkan yang terendah yaitu 241,4 N terjadi pada spesimen dengan orientasi sudut $0^{\circ}/90^{\circ}$. Hal ini disebabkan karena orientasi sudut anyaman serat *cantula* tidak memberi pengaruh secara signifikan terhadap gaya tarik paku.

Perubahan orientasi sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ ke komposit berorientasi sudut anyaman $15^{\circ}/105^{\circ}$ menyebabkan kenaikan gaya tarik paku sebesar 0,4%, sedangkan perubahan orientasi sudut $15^{\circ}/105^{\circ}$ ke komposit berorientasi $30^{\circ}/120^{\circ}$ mengakibatkan peningkatan gaya tarik paku sebesar 0,1%, dan perubahan orientasi sudut $30^{\circ}/120^{\circ}$ ke $45^{\circ}/135^{\circ}$ menyebabkan penurunan gaya tarik paku hingga 0,1%.

Di bawah ini terlampir perbandingan beberapa material dengan komposit semen serat aren-cantula.



Gambar 3. Nilai Gaya Tarik paku beberapa material

Dari gambar di atas terlihat perbandingan nilai gaya tarik paku dari beberapa material, yaitu kayu jati, *medium density fiberboard* (MDF) dan juga *multipleks*. Hasil pengujian menunjukkan nilai gaya tarik paku komposit semen serbuk aren cantula (241,8 N) lebih rendah dibanding kayu jati (345,4 N), namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan MDF (209,4 N) dan *multipleks* (141N).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari hibah bersaing tahun 2010. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini, dengan surat persetujuan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi No: 2881/H27/KU/2010. Dan tidak lupa ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Danang Wijayanto, Eko Purwanto dan Ngadiman yang telah turut membantu pelaksanaan pengujian di laboratorium.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kekuatan bending meningkat seiring dengan meningkatnya orientasi sudut anyaman serat cantula
2. Kekuatan bending tertinggi (17,08 MPa) dicapai pada komposit dengan orientasi sudut $45^0/135^0$, sedangkan kekuatan bending terendah (15,76 MPa) terjadi pada komposit dengan orientasi sudut $0^0/90^0$.
3. Nilai gaya tarik paku tertinggi (241,88 N) dicapai pada orientasi sudut $30^0/120^0$, sedangkan nilai terendah (241,4 N) terjadi pada orientasi sudut $0^0/90^0$.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif A, 2006, Sifat Fisik Ijuk dan Potensinya Sebagai Perintang Fisik Serangan Rayap Tanah, *Jurnal Perennial* Vol 2 (1): 12-15.
- Gay, D, 2003, *Composite Material, Design And Application*, CRC Press.
- Gideon, Gilbert, 2007, *Wood Handbook Wood As An Engineering Material*, United States Department of Agriculture.
- Indarto, Dikdo K, dkk.,2010. Sifat fisik dan mekanik komposit semen – aren dengan variasi tekanan pengepresan, Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Jokosisworo, 2009, Pengaruh Penggunaan Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat Pada Komposit Polimer dengan Matriks Polyester Yukalac 157 Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk, *Jurnal Teknik*, Vol 30, 191-196.

- Raharjo, W, 2003, Pengaruh Kadar Air Pada Sifat Mekanik Serat *Cantula*, *Gema Teknik* Vol 2 Tahun VI.
- Rowell, R. M., Young, R.A; Roell, J.K., 1997, *Paper and composites From agro -based resources*, Lewis Publishers, London.
- Satisch, K.G, B. Siddeswarappa, M.Kalemulla, 2010, *Journal of Mineral & Material Characterization & Engineering*, vol 9 No. 2 pp 105-114