



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI
MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL MANAJEMEN TEKNOLOGI XXIII

IMPLEMENTASI *TRIPLE BOTTOM LINE* UNTUK
MENUNJANG SUSTAINABILITAS PEMBANGUNAN

Surabaya, 1 Agustus 2015



ISBN : 978-602-70604-2-5



KATA PENGANTAR DARI KETUA PROGRAM STUDI

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT, Program Studi Magister Manajemen Teknologi ITS selama lebih dari sebelas tahun terakhir telah menyelenggarakan Seminar Nasional untuk yang ke-23. Tema Seminar Nasional Manajemen Teknologi kali ini adalah *Implementasi Triple Bottom Line untuk Menunjang Sustainability Pembangunan*.

Sustainability merupakan tujuan dari kegiatan bisnis, usaha non profit, dan pemerintahan. Namun pengukuran tingkat pencapaian sustainability merupakan hal yang tidak mudah. Masalah ini dipecahkan John Elkington yang mempopulerkan konsep *Triple Bottom Line* (TBL) pada dua dekade yang lalu. TBL terdiri atas 3 komponen, yaitu: *profit* (finansial), *people* (masyarakat), dan *planet* (lingkungan). Dalam konsep TBL, *profit* tidak hanya digunakan untuk investasi dan pemegang saham, melainkan juga harus didistribusikan untuk kepentingan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Dalam studi yang dilakukan pada berbagai perusahaan di USA, Elkington dapat membuktikan bahwa TBL merupakan konsep yang ampuh untuk menunjang sustainability perusahaan. Berbagai kegiatan bisnis, LSM, dan sektor pemerintahan yang menjalankan TBL-pun pada akhirnya terbukti pula dapat mencapai sustainability.

Program Studi MMT-ITS memandang perlu untuk mengangkat hal-hal tersebut di atas di dalam Seminar ini, dengan menghadirkan tiga Pembicara Utama. Masing-masing membahas topik tentang sustainability yang terkait dengan implementasi *Triple Bottom Line* dalam pembangunan kota, masyarakat, dan industri. Program Studi MMT-ITS mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada ketiga Pembicara Utama yang telah mendukung berlangsungnya seminar ini, yaitu:

1. Dr. Ing. Ir. Haryo Sulistyarso, MSc, Pakar Tata Kota, Jurusan Perencanaan Wilayah Kota ITS.
Topik makalah: *Konsep Pengembangan Kota Menuju Sustainability*.
2. Bapak Slamet Mursidiarso, KaBiro Bina Lingkungan, PT Semen Indonesia Tbk.
Topik makalah: *Perencanaan dan Implementasi CSR dalam Menunjang Sustainability Perusahaan*
3. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, MSc, PhD, Guru Besar Jurusan Teknik Industri ITS.
Topik makalah: *Green Procurement sebagai Penunjang Sustainability Perusahaan*.

Akhir kata, kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh peserta Seminar, moderator dan Panitia Penyelenggara. Semoga semua artikel yang dimuat dalam Prosiding ini nantinya dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 1 Agustus 2015

Ketua Program Studi MMT-ITS,
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, MAppSc



**SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN TEKNOLOGI XXIII
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
PROGRAM PASCASARJANA ITS**

Pelindung	:	Prof. Dr. Ir. AdiSoeprijanto, MT
PenanggungJawab	:	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, MAppSc
PanitiaPelaksana		
Ketua	:	Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, MAppSc
Sekretariat	:	Sri Wahyuni
Bendahara	:	Titien Eriyanawati Maulita Nahdiyah
Acara	:	Nur Sofi Farida, Amd
ModeratorKeynote	:	Ir. Arman HakimNasution, M.Eng
ModeratorPeserta	:	Ir. I Putu Artama Wiguna, MT, PhD Prof. Dr. Ir. Joko Lianto B., MSc Ir. Bobby Oedy P. Soepangkat, MSc, PhD Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, MSc Dr. Ir. Bambang Syairudin, MT Ir. Aditya Sutantio, MMT Dr. Indung Sudarso, ST, MT Dr. Ir. Fuad Achmadi, MSME Dr. Ir. Aris Tjahyanto, MSc Gogor A. Handiwibowo, ST, MMT Gita Widi Bhawika, SST, MMT Waluyo Prasetyo, ST, MT
Dokumentasi	:	Ahmad Enggal Maossyara
Teknisi IT	:	Mukhammad Zanis Bagus Nugroho
Persidangan	:	Gogor Arif Handiwibowo, ST, MMT Gita Widi Bhawika, SST, MMT Erwina Adhyarini, SPi M. Kamil Hari Mulya
Makalah dan Prosiding	:	Waluyo Prasetyo, ST Widya Kusumawardhani, ST
Konsumsi	:	Indriyani Puspitasari Sukar
Perlengkapan	:	Sidarta Gautama, SE Sholehan Suparno M. Nor



60. Analisis Komposisi Kapal *Dry-Bulk Carrier* PT X dengan Metodologi Sistem Dinamik A-60-1
Dian Pratiwi Sahar, Ahmad Rusdiansyah, dan Nurhadi Siswanto – Jurusan Teknik Industri ITS
61. *Attribute Gage Repeatability* dan *Reproducibility* untuk Mengetahui Akurasi Pengukuran pada Proses Produksi Sarung Tangan Rajut di PT X Gresik A-61-1
Mulya Adi Kredo Teng tarto dan Moses Laksono Singgih – Jurusan Teknik Industri ITS
62. Peningkatan Efisiensi di PT Varia Usaha Beton dengan Menerapkan *Lean Manufacturing* A-62-1
Vika Ririyani dan Moses Laksono Singgih – Program Studi MMT ITS
63. Pengembangan Model Pemulihan Komponen Kendaraan *End-Of-Life* dengan Integrasi *Tripple Bottom Line* dan Teknik Pengambilan Keputusan Multi Objektif A-63-1
Yudi Syahrullah dan Udisubakti Ciptomulyono – Jurusan Teknik Industri ITS
64. *Revenue Sharing Contract* untuk Mengkoordinasi *Supply Chain* dengan Dominasi Manufaktur A-64-1
Ratih Pamelawati dan Ahmad Rusdiansyah – Jurusan Teknik Industri ITS
65. Analisa Kepuasan Pelanggan terhadap Pelayanan Perusahaan Jasa Inspeksi Teknis di PT Valarbi A-65-1
Rizaldi Yudistira dan Fuad Achmadi – Program Studi MMT ITS
66. Analisa Fraksi Volume dan Arah Serat Terhadap Sifat Mekanik Biokomposit Laminat Serat Tebu-Poliester A-66-1
Yuni Hermawan dan Santoso Mulyadi – Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember
67. Analisis Pengendalian Kualitas di PT KLM dalam Upaya Mengendalikan Kehomogenan Larutan pada Tangki Pengaduk A-67-1
Tommy Sugianto dan Bambang Syairudin – Program Studi MMT ITS
68. *Supply Chain Analysis* dengan Model *SCOR* dan Simulasi pada *Engineer-To-Order* (ETO) (Studi Kasus: PT X) A-68-1
Zainuddin dan Iwan Vanany – Jurusan Teknik Industri ITS
69. Perancangan Sistem Manajemen Kinerja Auditor Internal ISO 9001 dengan Mengintegrasikan Kompetensi ISO 19011, Kinerja Kuantitatif, dan *Fuzzy Linear Programming* A-69-1
Wahyu Prasetyanto dan Indung Sudarso – Program Studi MMT ITS
70. Pengembangan Model *Performance Measurement* dengan Integrasi Metode *Balance Scorecard*, ANP, dan CSF (Studi Kasus PT XYZ) A-70-1
Yogie Setiarko dan Suparno – Program Studi MMT ITS
71. Analisis Kepuasan Pelanggan dengan Pendekatan *Service Quality (Servqual)* dan *Quality Function Deployment (QFD)* dalam Upaya Peningkatan Kualitas Pelayanan (Studi Kasus di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta) A-71-1
Nurhadi Setyo Nugroho dan Fuad Achmadi – Program Studi MMT ITS
72. Perbaikan Proses Produksi Gula Aren dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* di Pabrik Gula Aren Masarang Tomohon A-72-1
Alfa Yohan Wailan Elean dan Moses Laksono Singgih – Jurusan Teknik Industri ITS



60. Analisis Komposisi Kapal *Dry-Bulk Carrier* PT X dengan Metodologi Sistem Dinamik A-60-1
Dian Pratiwi Sahar, Ahmad Rusdiansyah, dan Nurhadi Siswanto – Jurusan Teknik Industri ITS
61. *Attribute Gage Repeatability* dan *Reproducibility* untuk Mengetahui Akurasi Pengukuran pada Proses Produksi Sarung Tangan Rajut di PT X Gresik A-61-1
Mulya Adi Kredo Tengarto dan Moses Laksono Singgih – Jurusan Teknik Industri ITS
62. Peningkatan Efisiensi di PT Varia Usaha Beton dengan Menerapkan *Lean Manufacturing* A-62-1
Vika Ririyani dan Moses Laksono Singgih – Program Studi MMT ITS
63. Pengembangan Model Pemulihan Komponen Kendaraan *End-Of-Life* dengan Integrasi *Tripple Bottom Line* dan Teknik Pengambilan Keputusan Multi Objektif A-63-1
Yudi Syahrullah dan Udisubakti Ciptomulyono – Jurusan Teknik Industri ITS
64. *Revenue Sharing Contract* untuk Mengkoordinasi *Supply Chain* dengan Dominasi Manufaktur A-64-1
Ratih Pamelawati dan Ahmad Rusdiansyah – Jurusan Teknik Industri ITS
65. Analisa Kepuasan Pelanggan terhadap Pelayanan Perusahaan Jasa Inspeksi Teknis di PT Valarbi A-65-1
Rizaldi Yudistira dan Fuad Achmadi – Program Studi MMT ITS
66. Analisa Fraksi Volume dan Arah Serat Terhadap Sifat Mekanik Biokomposit Laminat Serat Tebu-Poliester A-66-1
Yuni Hermawan dan Santoso Mulyadi – Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember
67. Analisis Pengendalian Kualitas di PT KLM dalam Upaya Mengendalikan Kehomogenan Larutan pada Tangki Pengaduk A-67-1
Tommy Sugianto dan Bambang Syairudin – Program Studi MMT ITS
68. *Supply Chain Analysis* dengan Model *SCOR* dan Simulasi pada *Engineer-To-Order (ETO)* (Studi Kasus: PT X) A-68-1
Zainuddin dan Iwan Vanany – Jurusan Teknik Industri ITS
69. Perancangan Sistem Manajemen Kinerja Auditor Internal ISO 9001 dengan Mengintegrasikan Kompetensi ISO 19011, Kinerja Kuantitatif, dan *Fuzzy Linear Programming* A-69-1
Wahyu Prasetianto dan Indung Sudarso – Program Studi MMT ITS
70. Pengembangan Model *Performance Measurement* dengan Integrasi Metode *Balance Scorecard*, ANP, dan CSF (Studi Kasus PT XYZ) A-70-1
Yogie Setiarko dan Suparno – Program Studi MMT ITS
71. Analisis Kepuasan Pelanggan dengan Pendekatan *Service Quality (Servqual)* dan *Quality Function Deployment (QFD)* dalam Upaya Peningkatan Kualitas Pelayanan (Studi Kasus di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta) A-71-1
Nurhadi Setyo Nugroho dan Fuad Achmadi – Program Studi MMT ITS
72. Perbaikan Proses Produksi Gula Aren dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* di Pabrik Gula Aren Masarang Tomohon A-72-1
Alfa Yohan Wailan Elean dan Moses Laksono Singgih – Jurusan Teknik Industri ITS



ANALISA FRAKSI VOLUME DAN ARAH SERAT TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOKOMPOSIT LAMINAT SERAT TEBU - POLIESTER

Yuni Hermawan¹⁾ dan Santoso Mulyadi¹⁾
¹⁾ Jurusan Teknik Mesin – Universitas Jember
E-mail: yunikaka@yahoo.co.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi komposit mulai berkembang dengan pesat, komposit sekarang ini sudah banyak yang memanfaatkan serat alam sebagai pengganti serat sintetis. Adapun fungsi komposit dalam berbagai variasi komponen antara lain digunakan untuk otomotif (*dashboard*), mobil listrik, pesawat terbang, kapal dan alat-alat olah raga. Pembuatan komposit berpenguat serat tebu dan matriks polyester dilakukan dengan variabel yang digunakan: fraksi volume (5%, 10%, 15% dan 20%), arah serat ($0^{\circ} - 90^{\circ}$, $30^{\circ} - 60^{\circ}$, $45^{\circ} - 45^{\circ}$ dan acak). Sedangkan parameter yang diamati adalah kekuatan tarik dan kekuatan dampak bahan komposit. Dari penelitian diketahui bahwa nilai kekuatan tarik optimal serat tebu terjadi pada dengan fraksi volume 20% dan arah serat 0 - 90 sebesar $1,18 \text{ N/mm}^2$. Nilai kekuatan dampak optimal terjadi pada fraksi volume serat 20% arah serat acak sebesar $1,05 \text{ J/mm}^2$. Dari hasil uji analisis variansi, fraksi volume dan arah serat serat tebu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap harga uji tarik sebesar 97 % dan ketangguhan dampak sebesar 94%.

Kata kunci: Komposit, Serat Tebu, Uji Tarik dan Uji Bending.

PENDAHULUAN

Munculnya *issue* permasalahan limbah *nonorganik* serat sintetis yang semakin bertambah mampu mendorong perubahan *trend* teknologi komposit menuju *natural composite* yang ramah lingkungan. Serat alam mulai menggeser serat sintetis, seperti *E-Glass*, *Kevlar-49*, *Carbon/ Graphite*, *Silicone carbide*, *Aluminium Oxide*, dan *Boron*. Salah satu jenis serat alam yang tersedia secara melimpah adalah serat tebu. Keuntungan penggunaan komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, *performance*-nya menarik, dan tanpa proses pemesinan. Beban konstruksi juga menjadi lebih ringan. Harga produk komponen yang dibuat dari komposit *glass fibre reinforced polyester (GFRP)* dapat turun hingga 60%, dibanding produk logam (Abdullah dan Handiko, 2000).

Salah satu jenis serat alam yang sangat potensial adalah serat tebu. Ampas tebu merupakan limbah dari proses pengolahan gula yang pemanfaatannya belum optimal. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling. Sebanyak 60% dari ampas tebu tersebut dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku untuk kertas, bahan baku industri kanvas rem, industri jamur dan lain-lain. Sehingga diperkirakan sebanyak 40 % dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan.

Pemanfaatan serat tebu sebagai bahan penguat material komposit belum maksimal. Selama ini ampas tebu hanya digunakan sebagai bahan bakar pengganti kayu bakar. Melihat dari potensi tersedianya bahan baku, maka penelitian ini diarahkan untuk memanfaatkan serat tebu dari limbah ampas tebu sebagai serat penguat material komposit.



Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penelitian tentang rekayasa komposit laminat merupakan kajian yang sangat menarik untuk diteliti lebih lanjut. Pengujian mekanis struktur komposit *laminat* yang dilakukan mencakup uji tarik (ASTM D638), uji bending (ASTM D790), uji dampak (ASTM D3379) dan foto makro untuk melihat mekanisme patahan komposit.

Sehingga permasalahan utama yang penting dikaji adalah perlunya pemanfaatan bahan alam (khususnya serat tebu) sebagai bahan penguat komposit untuk rekayasa pengganti struktur logam. Penggunaan bahan alam tersebut dapat digunakan sebagai komponen body mobil listrik. Adapun permasalahan yang diambil adalah:

1. Bagaimana pengaruh fraksi volume (V_f) serat tebu terhadap kekuatan tarik, bending dan dampak komposit laminat?
2. Bagaimana pengaruh waktu perlakuan alkali pada serat tebu terhadap kekuatan tarik, bending dan dampak komposit laminat?
3. Bagaimana pengaruh orientasi arah serat tebu terhadap kekuatan tarik, bending dan dampak komposit laminat?

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan komposit laminat serat tebu – polyester yang dapat digunakan pengganti struktur dari logam. Sedangkan secara khusus tujuan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menghasilkan model komposit laminat yang memiliki kekuatan setara dengan kekuatan logam melalui rekayasa serat dengan menggunakan metode *press mold*.
2. Menguji hasil komposit sesuai dengan standar ASTM, untuk mengetahui kesesuaian serat untuk mencegah kegagalan material di dalam suatu struktur.

METODE

Variabel dalam penelitian

Variabel *independent* dalam penelitian ini adalah:

1. Serat tebu dengan perlakuan alkali NaOH (lama perlakuan divariasikan 0 jam dan 2 jam)
2. Fraksi volume serat tebu: (5%, 10%, 15% dan 20%). Sedangkan Panjang x Lebar dibuat tetap sebesar 10 cm x 20 cm (sesuai dengan ukuran cetakan)
3. Komposit kulit dibuat dengan susunan dua lapis, dengan orientasi arah serat tebu: $0^\circ - 90^\circ$, $30^\circ - 60^\circ$, $45^\circ - 45^\circ$ dan acak.

Sedangkan variabel *dependent* yang diharapkan diperoleh melalui pengujian adalah:

1. Pola patahan akibat gaya normal yang terjadi pada masing-masing benda uji dengan melihat foto makro.
2. Kekuatan tarik: untuk mengetahui kekuatan mekanis bahan. beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji. Kekuatan ini berguna untuk keperluan spesifikasi dan kontrol kualitas bahan. material komposit dilakukan uji tarik sesuai dengan ASTM D638
3. Kekuatan bending: material komposit homogen dikenai pengujian *three point bending* dengan sumbu netral terletak di tengah untuk mengetahui defleksi terbesar yang terjadi pada benda uji.
4. Kekuatan dampak (pukulan) digunakan untuk menghitung besarnya energi yang terserap oleh komposit pada benda uji



Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan penelitian ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Daftar bahan penelitian yang dibutuhkan dalam penelitian

No	Bahan	Volume	Kegunaan
1	Serat Tebu (kontinyu dan anyam)	± 60 kg	Penguat komposit
2	Unsaturated poliester	90 kg	Matrik komposit/ pengikat serat
3	Larutan alkali (5% NaOH)	60 liter	Menghilangkan lignin pada serat
4	Air netral (PH 7)	100 liter	Mencuci serat

Pengolahan Serat

Bahan yang digunakan adalah serat tebu, resin polyester *SHCP 268 BQTN* stirene monomer dan katalis MEKPO (*metil etil keton peroksida*). Serat diambil dengan cara menggiling batang tebu terlebih dahulu selama lima kali pengilingan kemudian direndam dan dicuci dari kotoran dengan air. Serat diangin-anginkan sampai kering di tempat teduh. Serat yang telah dibersihkan dari kotoran lalu direndam dalam larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam. Perendaman dilakukan untuk menghilangkan lignin yang menempel pada serat. Setelah perendaman selesai, dilakukan netralisasi serat dengan perendaman air selama 3 hari, kemudian serat dikeringkan secara alami. Bahan matrik yang digunakan adalah *unsaturated polyester SHCP 268 BQTN* stirene monomer dan katalis MEKPO (*metil etil keton peroksida*) yang digunakan adalah 1% dari volume poliester.

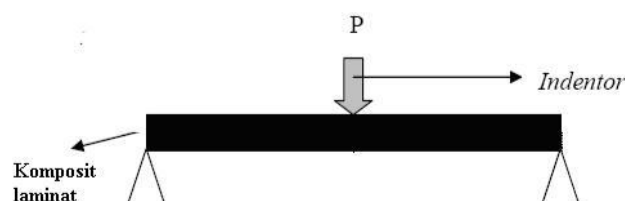
Manufaktur Komposit Laminat

Proses pembuatan komposit laminat dilakukan dengan metoda cetak tekan, jenis serat yang digunakan sebagai penguat komposit kulit adalah serat tanpa perlakuan dan serat perlakuan alkali selama 2 jam. Komposit kulit dibuat dengan susunan serat kontinyu-woven.

Fraaksi volume komposit adalah 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% serat tebu. Komposit yang sudah jadi dibuat menjadi spesimen uji bending sesuai standar ASTM C 393 dengan ukuran lebar 30 mm dan panjang 200 mm dan spesimen uji impak sesuai standar ASTM D 5942 dengan ukuran lebar 15 mm dan panjang 150 mm. Spesimen komposit laminat tersebut dilakukan *post cure* di dalam oven pada suhu 62°C selama 4 jam. Sebelum dilakukan pengujian, spesimen dioven pada temperatur 60° selama 3 jam untuk memastikan tidak ada delaminasi.

Pengujian Komposit

Pengujian bending komposit laminat dilakukan dengan menggunakan universal testing machine (uji bending). Pemasangan spesimen dilakukan pada dudukan support dengan panjang span 90 mm. Metode uji bending yang diterapkan adalah *quarter point bending*, dengan jarak antar titik beban 60 mm, sesuai standar ASTM C 393. Data yang diambil selama pengujian adalah beban maksimum dan defleksi yang diukur dengan *dial indicator*



Gambar 1. Skema pengujian bending komposit laminat



Pengujian impak dilakukan dengan mesin uji impak charpy, mengacu pada standar ASTM D 3379. Jarak antar tumpuan spesimen adalah 6 kali tebal spesimen. Panjang spannya adalah 96 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daftar Nilai Uji Tarik

Diketahui kapasitas volume cetakan uji tarik dengan ukuran (27x17x0,6) cm untuk 14 spesimen adalah 275,4 cm³. Dimana massa jenis adalah massa per satuan volume. Sedangkan untuk kapasitas volume cetakan uji impak dengan ukuran (20x6,5x1,2) cm untuk 17 spesimen adalah 156 cm³. Jadi komposisi komposit pada tiap variasinya dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Fraksi volume serat} = \frac{V_s}{V_{\text{total}}} \times 100\%$$

$$\text{Volume polyester} = V_{\text{total}} - V_s$$

Dimana : V_s = Volume serat ,

V_{ps} = Volume polyester

V_{total} = Volume total

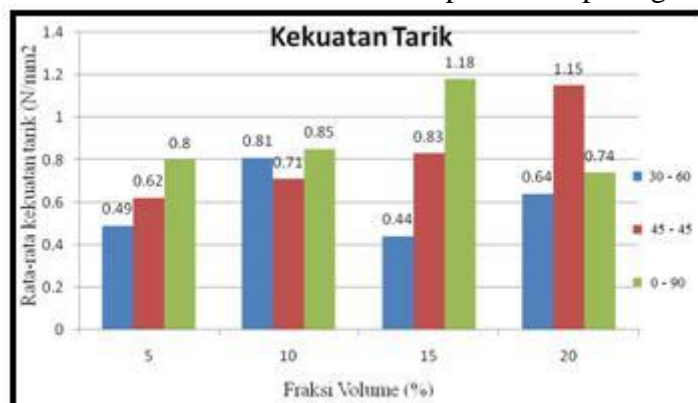
Tabel 3. Hasil Pengujian untuk Uji Tarik

Arah Serat (^o)	Fraksi Volume (%)				Jumlah	Rata-Rata	Bentuk Patahan
	5	10	15	20			
30 - 60	0.54	0.51	0.39	1.27			Getas
	0.32	0.62	0.71	0.58			Getas
	0.70	0.89	0.22	1.11			Getas
	0.64	0.87	0.48	0.32			Getas
	0.51	0.32	0.41	0.69			Getas
	0.35	1.37	0.27	0.32			Getas
	0.65	1.21	0.77	0.63			Getas
	0.28	0.88	0.35	0.61			Getas
	0.56	1.00	0.52	0.41			Getas
	0.35	0.49	0.27	0.50			Getas
Jumlah	4.9	8.16	4.39	6.44	23.89		
Rata - Rata	0.49	0.816	0.439	0.644		0.59725	
45 - 45	0.51	0.73	0.61	1.25			Getas
	0.84	0.52	0.82	1.88			Getas
	0.60	1.02	0.87	0.96			Getas
	0.41	0.95	0.94	0.97			Getas
	0.37	0.61	0.71	1.37			Getas
	0.37	0.69	0.92	0.59			Getas
	1.39	0.74	0.94	1.26			Getas
	0.52	0.67	1.07	0.65			Getas
	0.73	0.50	0.71	1.71			Getas
	0.46	0.74	0.79	0.87			Getas
Jumlah	6.2	7.17	8.38	11.51	33.26		
Rata - Rata	0.62	0.717	0.838	1.151		0.8315	
0 - 90	0.51	0.83	1.56	0.56			Getas



Arah Serat (^o)	Fraksi Volume (%)				Jumlah	Rata-Rata	Bentuk Patahan
	5	10	15	20			
	1.12	0.74	1.18	0.83			Getas
	1.06	0.77	0.48	0.64			Getas
	1.19	1.37	0.69	1.27			Getas
	0.61	0.87	1.94	0.66			Getas
	0.83	1.15	0.80	0.75			Getas
	0.44	0.79	1.42	0.66			Getas
	0.76	0.69	1.27	0.57			Getas
	0.98	0.78	1.43	0.61			Getas
	0.52	0.57	1.12	0.91			Getas
Jumlah	8.02	8.56	11.89	7.46	35.93		
Rata-rata	0.802	0.856	1.189	0.746		0.89825	
Jumlah total	19.12	23.89	24.66	25.41	93.08		
Rata-rata total	0.637333	0.796333	0.822	0.847		0.775667	

Berdasarkan hasil pengujian tarik dan pengujian hipotesa menggunakan software spss, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh panjang serat dan fraksi volume serat tebu terhadap kekuatan tarik komposit yang dihasilkan. Adapun grafik nilai kekuatan tarik yang dihasilkan dari variasi fraksi volume dan arah serat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik kekuatan tarik terhadap variasi fraksi volume dan arah serat.

Terlihat bahwa nilai kekuatan tarik optimal terjadi pada fraksi volume 10% dan arah serat 0 – 90 dengan nilai 0,819 N/mm². Sedangkan untuk fraksi volume serat 15% nilai kekuatan tariknya cenderung menurun dengan nilai 0,442 N/mm². Penurunan kekuatan tarik komposit serat pendek acak ini disebabkan oleh tidak sempurnanya ikatan antara serat dan matriks seiring dengan penambahan volume serat pada komposit sehingga menimbulkan terjadinya *fiber pull out*. Oleh karena itu orientasi serat acak ini tidak mampu secara optimum menahan gaya yang diberikan pada arah dimana gaya bekerja.

Daftar Nilai Uji Impak

Komposit serat tebu yang sudah dicetak siap dilakukan pengujian *impact* dan diambil nilai kekuatan *impact*nya. Dari perlakuan dengan memvariasikan fraksi volume serat (5%, 10%, 15%, 20%) dan arah serat (30^o-60^o, 45^o-45^o dan 0^o-90^o) maka diperoleh nilai kekuatan *impact*nya. Perhitungan kekuatan *impact* atau Harga *Impact* (HI) dihasilkan dengan persamaan :



$$E_{\text{serap}} = \text{energi awal} - \text{energi yang tersisa}$$

$$= m.g.h - m.g.h'$$

$$= m.g.(R-R\cos \alpha) - m.g.(R- R.\cos \beta)$$

$$E_{\text{srp}} = mg.R.(\cos \beta - \cos \alpha)$$

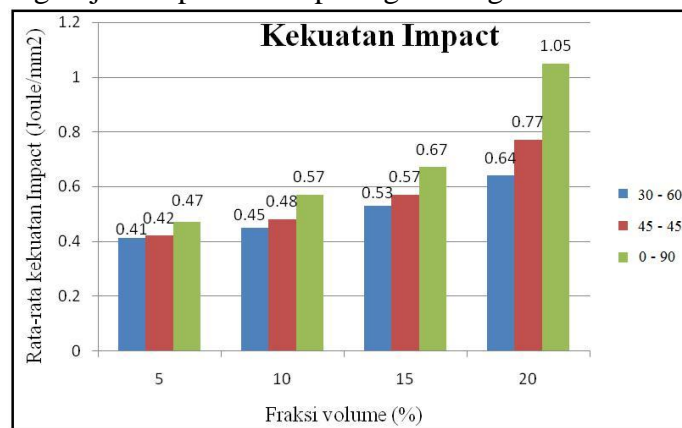
Tabel 4. Hasil Pengujian untuk Uji *Impact*

Arah serat ($^{\circ}$)	Fraksi Volume (%)				Jumlah	Rata-Rata	Bentuk Patahan
	5	10	15	20			
30 - 60	0.40	0.44	0.55	0.69			Getas
	0.40	0.47	0.55	0.58			Getas
	0.40	0.47	0.55	0.69			Getas
	0.44	0.40	0.51	0.69			Getas
	0.40	0.47	0.55	0.58			Getas
	0.44	0.44	0.55	0.62			Getas
	0.40	0.44	0.51	0.65			Getas
	0.40	0.47	0.47	0.69			Getas
	0.40	0.44	0.51	0.62			Getas
	0.44	0.47	0.55	0.65			Getas
Jumlah	4.12	4.51	5.3	6.46	20.39		
Rata - Rata	0.412	0.451	0.53	0.646		0.50975	
45 - 45	0.40	0.51	0.58	0.78			Getas
	0.40	0.51	0.61	0.78			Getas
	0.44	0.47	0.58	0.86			Getas
	0.44	0.44	0.51	0.72			Getas
	0.44	0.51	0.51	0.65			Getas
	0.44	0.51	0.61	0.65			Getas
	0.44	0.44	0.58	0.78			Getas
	0.44	0.47	0.51	0.86			Getas
	0.40	0.51	0.58	0.78			Getas
	0.44	0.47	0.61	0.86			Getas
Jumlah	4.28	4.84	5.68	7.72	22.52		
Rata - Rata	0.428	0.484	0.568	0.772		0.563	
0 - 90	0.51	0.58	0.72	1.23			Getas
	0.44	0.58	0.58	0.86			Getas
	0.47	0.61	0.72	1.23			Getas
	0.44	0.55	0.69	1.03			Getas
	0.51	0.61	0.69	1.03			Getas
	0.51	0.58	0.72	1.03			Getas
	0.44	0.51	0.65	0.93			Getas
	0.47	0.55	0.65	0.93			Getas
	0.51	0.58	0.72	1.23			Getas
	0.44	0.58	0.58	1.03			Getas
Jumlah	4.74	5.73	6.72	10.53	27.72		
Rata - Rata	0.474	0.573	0.672	1.053		0.693	



Arah serat ($^{\circ}$)	Fraksi Volume (%)				Jumlah	Rata-Rata	Bentuk Patahan
	5	10	15	20			
Jumlah total	13.14	15.08	17.7	24.71	70.63		
Rata-rata total	0.438	0.502667	0.59	0.823667		0.588583	

Dari hasil perhitungan data nilai kekuatan *impact* dan pengujian hipotesis menggunakan *software* spss, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh fraksi volume dan arah serat terhadap nilai kekuatan *impact*. Serat sebagai penguat di dalam material komposit jelas memiliki peran yang sangat penting saat komposit menerima suatu beban karena beban yang diterima akan ditransfer hingga ke bagian serat. Oleh karena itu kekuatan dari material komposit dengan penguat berupa serat sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat dan ikatan antara matriks dan serat. Adapun pengaruh fraksi volume dan arah serat terhadap hasil kekuatan mekanik yang terjadi dapat dilihat pada gambar grafik 3 dibawah ini:



Gambar 3. Grafik kekuatan impact terhadap fraksi volume dan arah serat.

Pada panjang serat 10 mm nilai ketangguhan impact mengalami peningkatan dari persentase fraksi volume serat 5% dengan HI sebesar 0,4168 joule/mm² sampai 20% sebesar 1,0556 joule/mm². Jenis patahan yang terbentuk adalah patah getas, karena permukaan patahan relatif rata dan tidak terdapat deformasi plastis pada daerah patahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian manufaktur biokomposit laminat serat tebu ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa berupa grafik, maka dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik optimal pada serat tebu dengan fraksi volume 15% dan arah serat $0^{\circ} - 90^{\circ}$ adalah sebesar 1,18 N/mm². Sehingga fraksi volume dan arah serat berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan tariknya.
2. Nilai kekuatan impact optimal terjadi pada fraksi volume serat 20% dan arah serat $45^{\circ} - 45^{\circ}$ adalah sebesar 1,05 J/mm². Jadi fraksi volume dan arah serat mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap harga ketangguhan impact.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Proses penekanan pada saat pencetakan harus dilakukan secara merata agar cetakan terisi dengan resin secara menyeluruh sehingga ikatan antar serat dan matrik lebih baik.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dalam pembuatan spesimen yang lebih merata dan halus supaya menggunakan cetakan dari kaca.



DAFTAR PUSTAKA

- Adi, G.T. (2006). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap kekuatan Bending Komposit Serat Tebu Acak/polyester, Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.
- ASTM, 1998. "Annual Book of ASTM Standar", West Conshohocken
- Diharjo K., Legowo B., Masykuri M., Abdullah G., 2005. "Rekayasa dan Manufaktur Bahan Komposit Laminat Berpenguat Serat Kenaf Untuk Komponen Gerbong Kereta Api", Jurnal Gelagar Vol 6 No 2, Surakarta.
- Febriyanto B dan Diharjo K., 2004. "Kekuatan Bending dan Impak Komposit Laminat Laminat Kombinasi Serat Karung Goni dan Serat Tebu-Polyester", Bagian dari Riset Kerjasama UNS-PT. INKA, Skripsi, FT UNS, Surakarta.
- Hariyanto, A. (2009). Pengaruh fraksi volume Komposit Serat Tebu dan Serat Rayon Bermatrik Poliester terhadap Kekuatan Tarik dan Impak, Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hartanto, L. (2009). Study Perlakuan Alkali dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik, dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami- Polyester BQTN-157, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Junaedi, F. (2008). Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik dan bending komposit serat hybrid bambu dan serat E-glass/polyester, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Kowangid M dan Diharjo K., 2003. "Karakteristik Kekuatan Bending dan Impak Komposit Laminat GFRP Dengan Inti PVC Type H 100 dan H 200", Skripsi, FT UNS, didukung oleh Proyek Penelitian Dosen Muda DP3M Dikti Jakarta.
- Morisco, 2000. "Rekayasa Bambu Sebagai Bahan Bangunan", Thesis Master, Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Ray D., Sarkar B.K., Rana A.K., dan Bose N.R., 2001. "Effect of Alkali Treated Jute Fibres on Composites Properties", Bulletin of Materials Science, Vol. 24, No. 2, pp. 129-135, Indian Academy of science.
- Roe P.J. dan Ansel M.P., 1985. "Jute-reinforced polyester Composites", Journal of Materials Science 20, pp. 4015-4020, UK.
- Shultoni, A., 1988. "Studi Tentang Kajian Pengawetan Bambu Secara Tradisional Untuk Mencegah Serangan Bubuk", Disertasi Doktor, Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Sumardi T.P., Zulfa A., Basukriadi A., Raditya D., dan Rahman F., 2003. "Rekayasa dan Manufaktur bahan Komposit berpenguat Serat Limbah Pisang Sebagai bahan Interior Otomotif dan pesawat terbang", Media Mesin, Jakarta.
- Wahono, B. (2008). Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) terhadap Karakteristik Komposit Serat Buah Kelapa Sawit/Poliester, Berita Teknologi Bahan dan Barang Teknik No.22/2008.
- Wahyanto dan Diharjo K., 2004. "Karakteristik Kekuatan Bending dan Impak Komposit Laminat GFRP dengan Inti kayu Sengon Laut", Bagian dari Riset Kerjasama UNS-PT. INKA, Skripsi, FT UNS, Surakarta.