

ISBN 978-602-14791-1-7

PROSIDING SNTM 2014

TEMA

Peranan Teknologi Dalam Membangun Kemajuan Bangsa

Sungailiat, 27 November 2014

Kampus Politeknik Manufaktur Negeri Babel
Kawasan Industri Air Kantung - Sungailiat,
Bangka-Belitung 33211

Telp.: +6271793586

Faks.: +6271793585



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLMAN BABEL

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI MANUFAKTUR 2014

27 NOVEMBER 2014

PROSIDING

**SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI MANUFAKTUR 2014
(SNTM 2014)**

TEMA:

Peranan Teknologi dalam Meningkatkan Kemajuan Bangsa

**Sungailiat, 27 November 2014
Kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung**



**Diterbitkan oleh:
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG
Jl.Timah Raya-Kawasan Industri Airkantung,
Sungailiat-Bangka Belitung 33211
Telp. (0717) 93586 Fax. (0717) 93585
Email: p3kmpolmanbabel@gmail.com**

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI MANUFAKTUR 2014 (SNTM 2014)

Tema:

Peranan Teknologi dalam Meningkatkan Kemajuan Bangsa

Sungailiat, 27 November 2014

Kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Editor:

Robert Napitupulu, M.T

Husman, M.T

Yuli Dharta, M.T

Desain cover:

M.Haritsah, S.S.T

Cetakan pertama November 2014

ISBN : 978-602-14791-1-7

Hak Cipta © pada penulis.

Hak publikasi pada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel). Artikel pada prosiding ini dapat digunakan dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersil, dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis. Pemegang Hak Publikasi prosiding ini tidak bertanggung jawab atas tulisan dan opini yang dinyatakan oleh penulis dalam prosiding ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselenggaranya Seminar Nasional Teknologi Manufaktur (SNTM) 2014 yang berlangsung dengan baik. Peran perguruan tinggi dalam mendorong kemandirian bangsa adalah turut berpartisipasi secara aktif dalam riset dan Pengembangan IPTEK serta membangun jejaring dan sinergi antara Akademisi dan Industri.

Prosiding ini berisi makalah-makalah yang dipresentasikan pada SNTM 2014, yakni dalam rangka mengimplementasikan hasil-hasil penelitian dosen dibidang teknologi manufaktur. SNTM 2014 memilih tema: “peranan teknologi dalam meningkatkan kemajuan bangsa”.

Seminar ini merupakan sarana diskusi ilmiah, komunikasi dan pertukaran informasi bagi para akademisi, peneliti, praktisi industri, pemerintah dan *stakeholder* lainnya dalam Pengembangan teknologi manufaktur terapan. Adapun tujuan diadakannya SNTM 2014 ini adalah sebagai berikut:

1. Menumbuhkan sikap inovatif, kreatif serta tanggap pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).
2. Sebagai media sarana diskusi dan pertukaran informasi dalam kegiatan penelitian dan Pengembangan dibidang teknologi manufaktur
3. Membangun komunikasi dan jaringan antara dosen, akademisi dan perguruan tinggi serta pihak lainnya yang terkait.

Topik-topik yang diseminarkan dalam SNTM 2014 ini, meliputi: Teknologi Elektronika dan Robotika, *Renewable Energy*, Proses dan Teknologi Manufaktur, Teknologi Material dan Metalurgi, Perencanaan dan Pengembangan Produk Manufaktur, Sistem Produksi dan Manufaktur serta Rekayasa Teknologi Tepat Guna. Pada SNTM 2014 ini menampilkan pembicara kunci yang memiliki kemampuan dalam bidangnya, yaitu Prof. Dr.Ir. Raldi Artono Koestoer, DEA (Dosen Teknik Mesin Universitas Indonesia).

Hasil dari seminar nasional ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran untuk mendukung terbentuknya industri manufaktur nasional yang unggul dan meningkatkan daya saing bangsa. Pada kesempatan ini, panitia SNTM 2014 menyampaikan permohonan maaf jika dalam Pelaksanaan seminar ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Akhirnya, panitia mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselenggaranya SNTM 2014 ini dengan baik.

Sunggailiat, 27 November 2014
Ketua Panitia SNTM 2014

Herwandi, S.S.T, M.T

PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI MANUFAKTUR 2014

Pelindung : Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Penanggung Jawab : Pembantu Direktur 1 Bidang Akademik
Ka.Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Ketua Pelaksana : Herwandi, M.T
Wakil Ketua : Robert Napitupulu, M.T
Sekretaris : Gina Handari
Bendahara : Tri Saptianingsih

Seksi-Seksi :

- Makalah : Dr.Parulian Silalahi, M.Pd
Sukanto, M.Eng
- Acara : Zanu Saputra, S.S.T
Robert Napitupulu, M.T
- Publikasi dan Dokumentasi : M. Haritsah, S.S.T
- Perlengkapan dan Akomodasi : Husman, M.T
Tri Saptianingsih
- Konsumsi : Gina Handari
- Transportasi dan Keamanan : Yuli Dharta, M.T
Jainul
Saiman
- Penerima Tamu : Sukanto, M.Eng
Herwandi, M.T

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
BALIK HALAMAN JUDUL	ii
KATA PENGANTAR	iii
PANITIA SNTM 2013	v
DAFTAR ISI	v
SUSUNAN ACARA	x
Penerapan Metode DFA (Design for Assembly) dalam Pengembangan Desain Mesin Pencacah Plastik.	
<i>Adhe Anggry, Husman, Muhammad Yunus</i>	<i>1</i>
Analisa Getaran Mounting Motor Diesel dengan Menggunakan Bahan Rubber dan Polyurethane.	
<i>Agung Sudrajad, Erny Listioriny, Adi Panca</i>	<i>7</i>
Optimalisasi Penghematan Bahan Bakar Menggunakan Air dengan Metode Elektrolisis pada Genset Berkapasitas 900 Va untuk Kebutuhan Rumah Tangga	
<i>Zulfitrianto, Ariyanto, Angga Satria</i>	<i>11</i>
Perancangan Ulang Komponen pada Produk Karburator Motor Menggunakan Metoda Design for Assembly (DFA)	
<i>Bagus Arthaya, Michael Tee</i>	<i>17</i>
Strategi Awal untuk Identifikasi Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Contact Scanning Menggunakan Perancangan Eksperimen.	
<i>Bagus Arthaya, Yani Herawati, Loren Pratiwi, Hanky Fransiscus, Ira Agustine, Callista Theodora</i>	<i>23</i>
Pengaruh Temperatur dan Waktu Pirolisis Terhadap Nilai Kalor Briket Kelapa Sawit	
<i>Caturwati NK, Endang Suhendi, Eko Prasetyo</i>	<i>29</i>
Perancangan Prototype Alat Bantu Pengelasan Tig untuk Pembuatan Elbow 90°	
<i>Dedy Ramdhani Harahap, Ayi Ruswandi, Ramli</i>	<i>33</i>
Efek Ventilasi Mekanik dan Natural Terhadap Penurunan Kadar Co2 di Laboratorium Prestasi Mesin	
<i>Dwinanto, Imron Rosyadi, Rian Dwi Purnomo, Ludovicus Dimas, Muhammad Nur Apriady</i>	<i>39</i>

Aplikasi Aditif Bio2power untuk Menghemat Konsumsi Bensin Premium pada Genset Listrik <i>Hamdan Akbar Notonegoro, Sunardi, Dwinanto</i>	43
Analisis Pengaruh Temperatur Approach Evaporator dan Kondenser terhadap Performansi Sistem AC Sentral Tipe Water Chillers <i>I Nyoman Suamir, I Nyoman Gede Baliarta, Made Ery Arsana</i>	47
Pengujian Uniformity dan Stability Pengukuran Alat Kalibrator Temperatur Peleburan dan Pembekuan Bahan Phase Change Material <i>Ida Bagus Putu Sukadana, I Made Sugina</i>	55
Analisis Transient Beban Thermal Gedung Dengan Menggunakan Metode Simulasi pada TRNSYS 16.1 <i>IDG Agus Tri Putra</i>	61
Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester UPRs <i>Imran S. Musanif, Daud O. Topayung, Jeditjah N.T. Papia, Berty Sompie</i>	67
Studi Eksperimental Campuran LPG dan Inhibitor Gas CO2 Sebagai Refrigeran Alternatif Pengganti Refrigeran R-22 <i>Luh Putu Ike Midiani, Made Ery Arsana, I Wayan Temaja</i>	73
Kajian Experimental Pendingin Ikan Tipe Terbuka Berbasis Refrigeran Hidrokarbon untuk Aplikasi di Café Seafood <i>Made Ery Arsana, I Nyoman Suamir, I Wayan Temaja,</i>	79
Perancangan Mesin Pengupas Kulit Kopi Untuk Meningkatkan Persentase Pengupasan Biji Kopi <i>Robert Napitupulu, Adhi Budiono, Ringkot Sihotang, M. Ali Indra Saputra, Ronal Handoko</i>	85
Sepeda Listrik Roda Tiga <i>Rodika, Muhammad Rivai</i>	89
Keausan dan Umur Perkakas Potong pada Proses Dry Machining Baja S45C <i>Slamet Wiyono, Rina Lusiani, Eril Aryananda</i>	95
Pengaruh Variasi Volume Serat Resam Terhadap Kekuatan Flexure dan Impact Komposit pada Matriks Polyester Sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil <i>Somawardi, Herwandi, Sugianto, Muhammad Subhan</i>	101

Sistem Lengan Ayun Independen Roda Belakang pada Sepeda Motor Roda Tiga <i>Subkhan, Robert Napitupulu</i>	107
Variasi Posisi Nozel AC Ejektor 1 PK Terhadap Suhu Ruangan dan Konsumsi Energi Listrik <i>Sudirman, Sugina, Made</i>	111
Rancang Bangun Mesin Pengolah Terasi Berbentuk Granulat <i>Sukanto, Dedy Ramdhani</i>	117
Karakteristik Lapisan METCO 404 NS dengan Variasi Pemanasan Awal Material Substrat pada Proses Thermal Spray <i>Sunardi, Erwin, Reza Rizki R.</i>	123
Teknologi Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan O ₂ untuk Usaha Kecil Menengah <i>Wina Libyawati, Hasan H, Bambang S, Megara Munandar</i>	129
Penggunaan Parameter Proses Electrical Discharge Machining (EDM) dalam Mengidentifikasi Keausan Elektroda dengan Metode Taguchi <i>Yudi Oktriadi, Otto Purnawarman, Ilham Ary Wahyudie</i>	137
Mesin Pengering Biji Lada Kapasitas 10 Kg/Jam <i>Zaldy Kurniawan, Zanu Saputra, M.Subhan, Rahmad Wiyugo, Dekha Andrian, Abdul Roni</i>	145
Pemodelan dan Optimasi Proses EDM Sinking Material AISI 4140 Menggunakan Back Propagation Artificial Neural Network-Genetic Algorithm (BPANN-GA) <i>Robert Napitupulu, Arif Wahjudi, Bobby O.P. Soepangkat, Zaldy Kurniawan</i>	149
Sistem Informasi Overload Daya Motor 3 Phasa Menggunakan Teknologi SMS <i>Aan Febriansyah, Iskandar, Achmad Fariz Khoiri, Budi Agasi</i>	155
Aplikasi Forward Kinematic pada Robot Lengan 3 Sumbu dengan Visual Basic sebagai Alat Bantu Pengajaran <i>Adhi Budiono, Jamalludin, M.Haritsah Amrullah</i>	159
Preparasi dan Fabrikasi Sensor Gas Karbon Monoksida Berbasis Bahan Sensitif SnO ₂ dengan Metode Sol-Gel Procces. <i>Aminuddin Debataraja, Brian Yuliarto</i>	163

Implementasi Media Pembelajaran Menggunakan PLC Siemens Logo! 12/24 RC <i>Charlotha, Yuli Dharta, Zanu Saputra</i>	171
Design dan Pembuatan PLC Menggunakan Mikrokontroler <i>Eko Sulisty, Eko Yudo</i>	175
Monitoring Sistem Pergerakan Robot Cartesian 3 Axis <i>Harwadi, Nanda Pranandita, Indra Dwisaputra</i>	181
Aplikasi Teknologi Robot Terbang pada Kegiatan Foto Udara <i>Ocsi Rendi, Nofriyani</i>	185
Implementasi Instrumen Pendeteksi Kadar Kolesterol Dalam Darah <i>Syupriadi, Aminuddin Debatara</i>	189
Indikator Ketinggian Arus Pasang Surut Di Muara Berbasis Mikrokontroler <i>Yudhi</i>	195
Rancang Bangun Teknologi Alat Pengolah Limbah Cair Tahu <i>Megara munandar, Hasan H, Eddy Djamiko</i>	199

**SUSUNAN ACARA
SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI MANUFAKTUR 2014
27 November 2014**

No	Waktu	Acara	Keterangan
1	07.30 – 09.00	Registrasi Peserta	Aula Polman
2	09.00 – 10.00	Pembukaan • Salam Pembukaan oleh MC • Tari sambut • Lagu Indonesia Raya • Sambutan Ketua Panitia SNTM 2014 • Sambutan dan Pembukaan oleh Direktur Polman Negeri Babel • Doa Penutup	Aula Polman Herwandi, MT Dede Buchori Muslim, Dipl.Ing.HTL, M.T. Zanu Saputera, S.S.T
3	10.00 – 10.15	Break	Aula Polman
4	10.15 – 11.15	Keynote Speaker : Prof. Dr.Ir. Raldi Artono Koestoer, DEA Moderator : Herwandi, M.T	Aula Polman
5	11.15 – 12.00	Tanya Jawab	Aula Polman
6	12.00 – 13.00	Ishoma	Kantin
7	13.00 – 15.00	Presentasi Pararel 1, 2 dan 3	Ruang Teori 01,02,03
8	15.00 – 15.30	<i>Coffee Break (ISHOMA)</i>	Ruang Teori 01,02,03
9	15.30 – 16.30	<i>Presentasi Pararel 1, 2 dan 3</i>	<i>Ruang Teori 01,02,03</i>
10	16.30 – 17.00	Penutupan	Ruang Teori 01,02,03

Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester UPRs

Imran S. Musanif^{1*}, Daud O. Topayung², Jeditjah N.T. Papia³, Berty Sompie⁴

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado Indonesia^{1*,2,3}
Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado Indonesia⁴
immusanif@yahoo.com

Abstrak

Komposit alam (NACO) adalah material komposit dengan potensi ketersediaan yang melimpah dan dapat diperbaharui. Yang menjadi permasalahan adalah apakah serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai penguat komposit berbasis serat alam untuk disandingkan dengan komposit serat sintetis. Permasalahan selanjutnya yang muncul adalah bagaimana meningkatkan ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matrik (perekat) sehingga memenuhi persyaratan teknik untuk aplikasi tertentu. Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan *Mechanical bonding* komposit yang diperkuat serat alam adalah melakukan alkalisasi pada permukaan serat. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik komposit berpenguat serat acak sabut kelapa dengan matrik poliester. Pengamatan visual dilakukan untuk menyelidiki mekanisme perpatahan. Serat sabut kelapa dipotong 10 mm kemudian direndam di dalam larutan alkali (3% NaOH) selama 0, 1, 2, dan 3 jam. Selanjutnya, serat tersebut dicuci menggunakan air bersih dan dikeringkan/ditiriskan secara alami tanpa pemanasan sinar matahari. Matrik yang digunakan adalah resin *unsaturated polyester* 157 BQTN dengan hardener MEKPO 1% (v/v). Komposit dibuat dengan metode cetak tekan pada $V_f \approx 30\%$ dengan spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM D-638. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik dan perpanjangan diukur dengan menggunakan *extensometer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum untuk perlakuan serat 2 jam, yaitu 26.47 Mpa dan 0.18%. Penampang patahan komposit yang mengalami perlakuan alkali diklasifikasikan sebagai jenis patah *slitting in multiple area*, sedangkan penampang patahan komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan menunjukkan adanya fiber pull out.

Kata Kunci : NACO, *bonding*, kelapa, *pull out*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran dari bahan komposit berpenguat serat sintetis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Sumardi et. al. 2003. teknologi komposit pun sebenarnya mencontoh komposit alam yang sudah ada sebelumnya. Sebagai contoh, PT. Toyota di Jepang telah memanfaatkan bahan komposit berpenguat serat kenaf sebagai komponen panel interior mobil jenis sedan. Selain itu, produsen mobil Daimler-Bens pun telah memanfaatkan serat abaca sebagai penguat bahan komposit untuk dashboard.

Pergeseran trend teknologi ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam yang lebih ramah lingkungan. Komposit ini juga memiliki rasio kekuatan dengan density yang tinggi sehingga komponen yang dihasilkan lebih ringan. Para industriawan menggunakan komposit tersebut sebagai produk unggulan sesuai dengan keistimewaannya. Walaupun tak sepenuhnya menggeser serat sintetis, pemanfaatan serat alam yang ramah lingkungan merupakan langkah bijak untuk menyelamatkan kelestarian lingkungan. Tanaman kelapa merupakan salah

satu jenis tanaman serat (bast fiber) yang tumbuh subur di Indonesia, seperti di Sulawesi Utara. Hingga saat ini, mayoritas produk serat sabut kelapa tersebut diekspor ke Jepang dan Eropa dalam bentuk coco fiber.

Menurut Eichhorn dkk (2001), produksi sabut kelapa dunia telah mencapai 100.000 ton per tahun, lebih tinggi dari produksi serat abaca yang hanya mencapai 70.000 ton per tahun. Yang menjadi permasalahan adalah apakah serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai penguat komposit berbasis serat alam untuk disandingkan dengan komposit serat sintetis. Permasalahan selanjutnya yang muncul adalah bagaimana meningkatkan ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matrik (perekat) sehingga memenuhi persyaratan teknik untuk aplikasi tertentu

Menurut Diharjo dkk (2005), peningkatan kekuatan komposit serat alam dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan memberikan perlakuan kimia serat atau dengan penambahan coupling agent.

Perlakuan kimia serat yang sering dilakukan adalah perlakuan alkali seperti NaOH, karena

lebih ekonomis. Uraian tersebut menunjukkan bahwa serat sabut kelapa memiliki potensi yang sangat besar untuk digunakan di bidang rekayasa, khususnya sebagai penguat bahan baru komposit. Sifat mekanis komposit tersebut dapat ditingkatkan dengan perlakuan alkali (NaOH) serat. Hal serupa juga dinyatakan oleh Mwaikambo dkk (2006) yang menyatakan bahwa kekuatan komposit yang diperkuat serat alam akan meningkat sifat mekanisnya bila serat yang digunakan telah mengalami perlakuan kimia seperti perendaman NaOH.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengilhami para peneliti selanjutnya untuk mengkaji pemanfaatan berbagai serat alam sebagai penguat komposit. Pada penelitian ini menyelidiki pengaruh perlakuan alkali terhadap peningkatan sifat tarik bahan komposit berpenguat serat sabut kelapa pendek dengan matrik unsaturated polyester. Karakteristik mekanisme patahannya diamati dengan menggunakan foto makro dan SEM.

Hasil penelitian awal yang dilakukan oleh Diharjo dkk (2006) menunjukkan bahwa diameter serat sabut kelapa (jenis sabut kelapa Cina super) dari Garut adalah sekitar 0.034 mm. Menurut Mueller dkk (2003) massa jenis serat sabut kelapa adalah 1.5 – 1.6 gr/cm³ dan kekuatan tarik serat sabut kelapa berkisar 400 – 1050 MPa. Modulus elastisitas dan regangannya adalah sekitar 61.5 GPa dan 3.6%. Umumnya, serat sabut kelapa memiliki diameter sekitar 0.04 – 0.08 mm. Menurut Hariyanto A (2011), kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa-poliester memiliki hasil eksperimen lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan minimal hasil analisis teoritis (ROM).

Kekuatan tarik komposit hasil eksperimen tertinggi adalah 205.36 MPa pada Vf = 54.10%. Modulus elastisitas komposit serat sabut kelapa - poliester memiliki harga tertinggi (47.88 GPa) pada Vf = 54.10%. Penampang patahan dikalsifikasikan sebagai jenis patah banyak (splitting in multiple area) yang disertai oleh adanya fiber pull out. Kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan regangan tarik komposit yang diperkuat serat kenaf acak bermatrik poliester pada fraksi volume serat (Vf) 32.39 adalah 59.03 MPa, 8.75 GPa, dan 0.728%. Sifat tarik tersebut masing-masing meningkat 107.8%, 51.91%, dan 37.36% dibandingkan dengan komposit pada Vf = 13.18% (Goda dkk, 2007). Peningkatan sifat tarik komposit kenaf-poliester dapat meningkat signifikan dengan

mensubstitusi penguat serat kontinyu searah. Komposit, yang diperkuat serat kenaf kontinyu searah bermatrik poliester pada Vf = 51.91%, memiliki kekuatan tarik 216.8 MPa dan modulus tarik 26.79 GPa. Penampang patahan komposit tersebut meng- indikasikan patahan tipe splitting in multiple area. Sifat tarik komposit tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan hasil riset yang dilakukan oleh Roe. et. .al. 2003. yaitu kekuatan dan modulus tarik komposit kenaf kontinyu searah-poliester pada Vf = 60% adalah 157 MPa dan 20 GPa. Faktor yang menyebabkan perbedaan kedua hasil penelitian tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan tempat tumbuhnya tanaman kenaf, perbedaan kadar air serat saat dilakukan pencetakan, atau faktor-faktor lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki secara eksperimen pengaruh perlakuan alkali pada serat pendek terhadap sifat tarik komposit serat sabut kelapa-polyester UPRs. Penelitian ini difokuskan pada perlakuan awal sabut kelapa dengan dan tanpa menggunakan alkali (NaOH) untuk menentukan sifat tarik terbaik.

Sifat-Sifat Tarik Komposit

Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik dari komposit adalah perbandingan matrik dan penguat/serat. Perbandingan ini dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat (Vf) atau fraksi berat serat (Wf). Namun, formulasi kekuatan komposit lebih banyak menggunakan fraksi volume serat. Menurut Roe dkk. (2003) fraksi volume serat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$v_f = \frac{\left[V_c - \left(\frac{M_c - M_f}{Q_M} \right) \right]}{V_c} \quad (1)$$

Jika selama proses pembuatan komposit diketahui massa serat dan matrik, serta density serat dan matrik, maka menurut Shackelford (1992). fraksi volume dan fraksi massa serat dapat dihitung dengan persamaan:

$$v_f = \frac{\frac{W_f}{\rho_f}}{\frac{W_f}{\rho_f} + \frac{W_M}{\rho_M}} \quad (2)$$

$$W_f = \frac{\rho_f \cdot V_f}{\rho_f V_f + \rho_M V_M} \quad (3)$$

Fraksi massa serat pada persamaan 3 dapat disederhanakan menjadi

$$w_f = \frac{W_f}{W_c} \quad (4)$$

Analisis kekuatan komposit biasanya dilakukan dengan mengasumsikan ikatan serat dan matriks sempurna. Pergeseran antara serat dan matriks dianggap tidak ada dan deformasi serat sama dengan deformasi matrik. Kekuatan tarik dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (5)$$

Regangan dapat dihitung dengan persamaan

$$\varepsilon = \frac{l_i - l_o}{l_o} = \frac{\Delta l}{l_o} \quad (6)$$

Berdasarkan kurva uji, modulus elastisitas dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} \quad (7)$$

Berdasarkan the Rule of Mixture (ROM) Kaw A.K (1997), kekuatan dan modulus tarik komposit berpenguat serat dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma_c = \sigma_f v_f + \sigma_m v_m \quad (8)$$

$$E_c = v_f E_f + (1 - v) E_m \quad (9)$$

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Bengkel dan Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado. Serat diperoleh dari petani kelapa di Kabupaten Minahasa. Bahan serat adalah dari kelapa yang sudah dipanen untuk dijadikan kopra. Selanjutnya sabut kelapa diurai secara manual untuk mendapatkan serat sabut kelapa dan dilakukan pemotongan sepanjang 10 mm. Serat sabut kelapa yang masih mengandung lignin dan kotoran tersebut dibersihkan dengan menggunakan air. Serat yang sudah bersih direndam di dalam larutan alkali (3% NaOH) dengan variasi waktu perendaman 0, 1, 2, dan 3 jam. Selanjutnya serat dinetralkan dari efek NaOH dengan perendaman menggunakan air bersih. Setelah PH rendaman netral (PH = 7), serat ditiriskan hingga kering tanpa sinar matahari. Bahan matrik yang digunakan adalah unsaturated poliester (UPRs) 157 BQTN, yang disuplai oleh PT. Justus Kimia Raya Jakarta. Hardener yang dipakai adalah MEKPO (metil etil keton peroksida) dengan kadar 1% (v/v).

Komposit dibuat dengan serat acak dan metode cetak tekan untuk fraksi volume serat (Vf) sekitar 30%. Spesimen uji tarik dibuat dari panel komposit hasil cetakan yang dibentuk menggunakan mesin milling CNC. Spesimen tersebut dibuat sesuai dengan standar ASTM D-638 [ASTM, 2003]. Bagian spesimen yang akan dicekam mesin uji tarik diberi tab dengan kertas amplas.

Pengamatan dilakukan pada lamanya perendaman serat pada NaOH sebagai variable ukurnya. Sedangkan konsentrasi larutan NaOH, panjang serat serta fraksi volume serat adalah variable tetapnya. Pengujian tarik dilakukan menggunakan mesin uji tarik Zwick Z100. Hasil akhir penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk hubungan antara sifat tarik (kekuatan, modulus dan regangan) versus waktu perendaman. Penampang patahan dilakukan foto makro dan SEM untuk menyelidiki perilaku mekanisme perpatahannya.

3. Pembahasan

3.1. Sifat Tarik Komposit Sabut Kelapa-UPRs

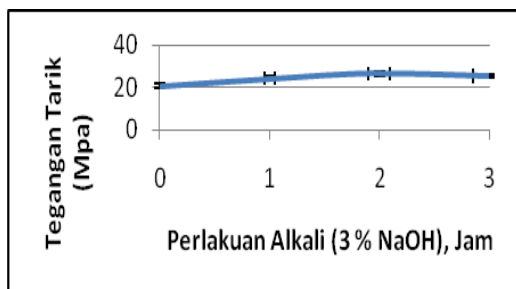
Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 1, kekuatan dan regangan tarik yang paling optimum dimiliki oleh bahan komposit yang diperkuat serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali 2 jam. Modulus elastisitas komposit semakin meningkat seiring dengan penambahan waktu perlakuan alkali serat sabut kelapa.

Tabel 1. Sifat tarik komposit sabut kelapa-UPRs.

Perlakuan Alkali (3% NaOH)	Teg. Tarik MPa	Regangan %	Mod. Elastisitas GPa
0	20.54	0.23	34.154
1	24.21	0.19	35.239
2	26.46	0.18	39.761
3	25.32	0.20	41.276

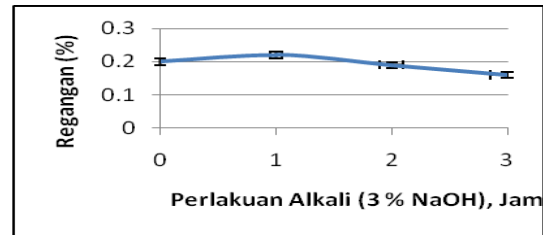
Komposit sabut kelapa-UPRs memiliki kekuatan tarik tertinggi pada perlakuan 3% NaOH serat selama 2 jam, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut merupakan perlakuan yang paling efektif untuk meningkatkan kekuatan komposit berpenguat serat sabut kelapa. Pada komposit yang diperkuat dengan serat tanpa perlakuan, maka ikatan (mechanical bonding) antara serat dan UPRs menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh adanya lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat. Perlakuan NaOH ini bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, seperti lignin, hemiselulosa, dan kotoran lainnya.

Dengan hilangnya lapisan lilin ini maka ikatan antara serat dan matrik menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik komposit menjadi lebih tinggi. Namun, perlakuan NaOH yang lebih lama dapat menyebabkan kerusakan pada unsur selulosa. Padahal, selulosa itu sendiri sebagai unsur utama pendukung kekuatan serat. Akibatnya, serat yang dikenai perlakuan alkali terlalu lama mengalami degradasi kekuatan yang signifikan. Sebagai akibatnya, komposit yang diperkuat serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali yang lebih lama memiliki kekuatan yang lebih rendah.

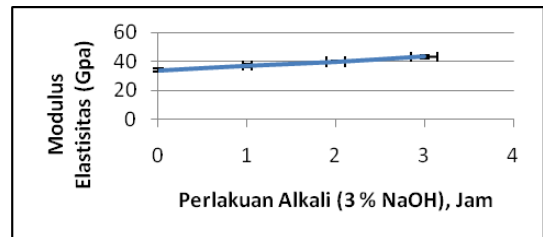


Gambar 1. Kurva Hubungan Tegangan vs Perlakuan Alkali (3% NaOH) Serat

Regangan bahan komposit berpenguat serat sabut kelapa juga menunjukkan adanya optimasi perlakuan 3% NaOH serat. Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan NaOH selama 2 jam merupakan perlakuan yang paling optimum. Pada komposit yang diperkuat serat sabut kelapa tanpa perlakuan, kegagalan didominasi oleh lepasnya ikatan antara serat dengan matrik yang diakibatkan oleh tegangan geser di permukaan serat. Kegagalan tersebut didominasi oleh lepasnya ikatan serat dan matrik. Jenis kegagalan ini sering disebut dengan istilah "fiber pull out". Pada kondisi kegagalan ini, matrik dan serat sebenarnya masih mampu menahan beban dan meregang yang lebih besar. Namun, berhubung ikatan antara serat dan matrik gagal, maka komposit pun mengalami kegagalan lebih awal. Besarnya regangan dan tegangan ketika gagal juga menjadi lebih rendah. Dengan memberikan perlakuan NaOH serat, maka ikatan antara serat dan matrik menjadi lebih kuat sehingga kegagalan dapat terjadi secara bersama-sama. Besarnya tegangan dan regangan yang terjadi akan mengalami peningkatan. Berdasarkan uraian di atas, jika perlakuan NaOH terlalu lama maka serat mengalami degradasi kekuatan. Besarnya tegangan dan regangan yang mampu ditahan oleh komposit menjadi menurun.



Gambar 2. Kurva Hubungan Regangan vs Perlakuan Alkali (3% NaOH) Serat



Gambar 3. Kurva Hubungan Modulus Elastisitas vs Perlakuan Alkali (3% NaOH) Serat

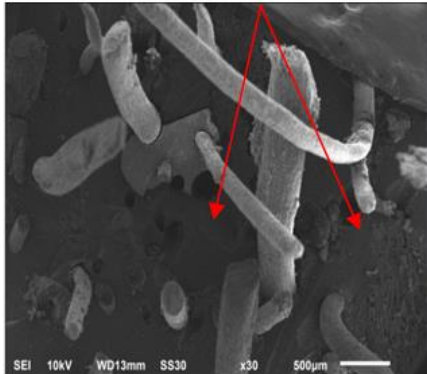
Berhubung perlakuan NaOH serat memberikan karakteristik kurva tegangan dan regangan yang mirip, maka modulus elastisitasnya pun akan memiliki trend perubahan. Gambar 3 menunjukkan bahwa modulus elastisitas bahan komposit sabut kelapa UPRs mengalami peningkatan seiring dengan penambahan waktu perlakuan NaOH serat. Peningkatan ini dipengaruhi oleh penurunan kurva regangan yang lebih tajam dibanding penurunan kurva tegangan (khusus pada perlakuan NaOH lebih dari 2 jam), seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Penurunan tersebut didominasi oleh efek degradasi sifat mekanis serat yang disertai oleh semakin sempurnanya ikatan antara serat dengan matrik. Dengan demikian, perlakuan NaOH serat yang lebih lama menurunkan elastisitas serat. Bahkan perlakuan tersebut dapat menyebabkan serat menjadi rapuh.

3.2. Penampang Patahan

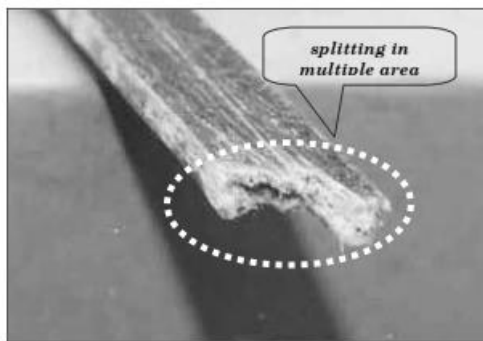
Mengacu pada standar ASTM D-3039 [11] tentang jenis-jenis patahan, maka patahan komposit berpenguat serat sabut kelapa tanpa perlakuan dan dengan perlakuan 3% NaOH selama 2 jam, dapat diklasifikasikan sebagai jenis patahan banyak (splitting in multiple area), seperti pada gambar 5. Kegagalan terjadi pada area yang luas di permukaan spesimen. Umumnya, komposit yang memiliki patahan jenis ini memiliki kekuatan tarik tinggi. Pengamatan penampang patahan komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan menunjukkan adanya dominasi mekanisme patahan fiber pull out (gambar 4). Pada permukaan patahan komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan 3% NaOH

selama 2 jam, perilaku kegagalan fiber pull out masih tampak dalam jumlah sedikit, seperti pada gambar 5. Perilaku kegagalan fiber pull out sudah tidak tampak lagi pada komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan NaOH selama 3 jam.

Fiber pull out



Gambar 4. Patahan Komposit yang Diperkuat Serat Sabut Kelapa Tanpa Perlakuan



Gambar 5. Patahan Komposit dengan Perlakuan 3% NaOH Selama 2 jam

Berdasarkan analisis ini maka dapat dikatakan bahwa kompatibilitas ikatan antara serat sabut kelapa dan matrik unsaturated polyester memiliki harga optimum jika serat dikenai perlakuan 3% NaOH selama 2 jam.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komposit yang diperkuat serat sabut kelapa dengan perlakuan 3% NaOH selama 2 jam memiliki kekuatan tarik dan regangan terbesar, yaitu $\sigma = 26.46$ MPa dan $\epsilon = 0.19\%$.
2. Semakin lama perlakuan serat sabut kelapa, maka modulus elastisitas kompositnya pun meningkat.
3. Patahan komposit yang diperkuat serat sabut kelapa tanpa perlakuan dan dengan perlakuan 3% NaOH selama 2 jam dapat dikalsifikasikan sebagai jenis patah banyak (*splitting in multiple area*).

4. Penampang patahan komposit yang diperkuat serat sabut kelapa tanpa perlakuan didominasi perilaku kegagalan *fiber pull out*. Namun pada komposit yang diperkuat serat dengan perlakuan 3% NaOH, penampang patahannya mengindikasikan tanpa adanya *fiber pull out*.

5. Pustaka

- ASTM, (2003). Annual Book of ASTM Standard. West Conshohocken
- Diharjo K., Jamasri, Soekrisno, Rochardjo H. S.B., (2005). Tensile Properties of Random kenaf Fiber Reinforced Polyester Composite. *National Seminar Proceeding, Center of Inter University, UGM Yogyakarta, Indonesia*.
- Diharjo K. dan Nuri S.H., (2006). Studi Sifat Tarik Bahan Komposit Berpenguat Serat Rami dengan Matrik Unsaturated Poliester. *Prose- ding Seminar Nasional, Teknik Mesin FT Univ. Petra, Surabaya*.
- Eichhorn S.J., Zafeiropoulos C.A.B.N., Ansel L.Y.M.M.P., Entwistle K.M., Escamilla P.J.H.F. G.C., Groom L., Hill M.H.C., Rials T.G., dan WildP.M., (2001). Review Current International Research into Cellulosic Fibres and Composites. *Journal of materials Science*, pp. 2107-2131
- Goda, K, Cao, Y, (2007). Research and Development of Fully Green Composites Reinforced with Natural Fibres. *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, Vol. 1, No. 9 pp, 1073-1081
- Hariyanto A., (2011). Rekayasa dan Manufaktur Bahan komposit Sandwich Untuk Panel Interior Otomotif Dan Rumah Hunian. *Simposium Nasional RAPI X FT UMS – 2011* ISSN : 1412-9612 M-33
- Kaw A.K., (1997). Mechanics of Composite materials. *CRC Press*, New York.
- Mueller D. H. dan Krobjilowski A, (2003). New Discovery in The Properties of Composites Reinforced With Natural Fiber. *Jurnal of Industrial Textiles*, Vol. 33, No. 2, pp. 111-130
- Mwaikambo, L.Y., Ansell, M.P., (1999). The effect of chemical treatment on the properties of hemp, sisal, jute and kapok fibres for composite reinforcement. *2nd International Wood and Natural Fibre Composites*.
- Roe, P.J. dan Ansel, M.P., (1985). Jute-reinforced polyester Composites. *Journal of Materials Science* 20,. pp. 4015-4020, UK.

- Roe, P.J. dan Ansel, M.P., (1985). Jute-reinforced polyester Composites. *Journal of Materials Science* 20,. pp. 4015-4020, UK.
- Shackelford, (1992). Introduction to Materials science for Engineer, Third Edition. *Mac Millan Publishing Company*, New York, USA.
- Sanadi A. R., Prasad S. V., and Rohatgi P. K., (1986). Sunhemp Fibre-Reinforced Polyester, Part 1. Analysis of Tensile and Impact Properties. *Journal of materials Science*, Department of Materials Science, Washington State University, Washington, USA,. pp. 4299-4304.