

JURNAL TEKNIK MESIN

Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin

Sri M. B. Respati, Bodi Mobil dengan Komposit Matriks Fiber Carbon-
Ibnu Katsir dan Honeycome dan Penguat Resin Lycal
Mubammad Dzulfikar

Oegik Soegibardjo, dan Simulasi Perubahan Back Rake Angle Polycrystalline
Samuel Trinata Diamond Carbide Drill Bit untuk Meminimalkan
Keausan Pahat

Roche Alimin, Joshua Perancangan Reaction Wheel Inverted Pendulum
Tandio dan Handry Sebagai Alat Peraga Sistem Kontrol Berbasis Sistem
Khoswanto Kontrol PID

Patrik P. Putra Evaluasi Pembuatan Prototype Package Tray
Wijaya dan Juliana Biokomposit Serat Tebu-Polypropylene untuk
Anggono Kebutuhan Interior Mobil

Ekadewi A. Handoyo, Perancangan dan Pengujian Lensa Fresnel pada
Indriati N. Bisono dan Kolektor Surya Plat Datar
Peter Jonathan

UNIVERSITAS KRISTEN PETRA - SURABAYA					
Jurnal Teknik Mesin	Vol.17	No.2	Hal. 29-56	Surabaya Oktober 2020	ISSN 2656-3290



PUBLISHED

2020-10-08

ISSUE

Jurnal Teknik Mesin

HOME / Editorial Team

Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin

ISSN : 2656-3290

Editorial Team

Editor in Chief

Dr. Teng Sutrisno, S.T, M.T.

Mechanical Engineering Department, Petra Christian University, Indonesia

Profile :



Editor

Dr. Melvin Emil Simanjuntak

Fuel Combustion, Medan State Politecnic, Indonesia

Profile :



Ivan Christian Hernando, S.T., M.T.

Automotive, Petra Christian University, Indonesia

Profile :



Reviewers

Prof. Dr. Willyanto Anggono S.T., M.Sc.

Mechanical Engineering Department, Petra Christian University, Indonesia



Dr. Juliana Anggono S.T., M.Sc.

Mechanical Engineering Department, Petra Christian University, Indonesia



Dr. Ir. Oegik Soegiharjo, M.Sc., M.A.

Mechanical Engineering Department, Petra Christian University, Indonesia



Hariyo Priambudi S. Pratomo, S.T., M.Phil.

Mechanical Engineering Department, Petra Christian University, Indonesia



Ir. Joni Dewanto, M.T.

Mechanical Engineering Department, Petra Christian University, Indonesia



Prof. Ir. I. N. G. Wardana, M.Eng, Ph.D.

Energy Conversion, Brawijaya University, Malang, Indonesia



Prof. Dr. T. A. Fauzi Soelaiman

Energy Conversion, PAU Laboratory, Energy Engineering Sciences, Bandung Institute of Technology,

Indonesia



Prof. Dr. Ir. Zainal Abidin

Engineering Sciences and Control System, PAU Laboratory, Engineering Sciences, Bandung Institute of Technology, Indonesia



Dr. Drs. I Nyoman Sutapa, M.Sc.Nat.

Logistics, Supply Chain, Petra Christian University, Indonesia



--Home--

About JTM

Editor and Reviewer

JTM Secretary

Vol-17 s/d Vol-20 (SK-230/E/KPT/2022)



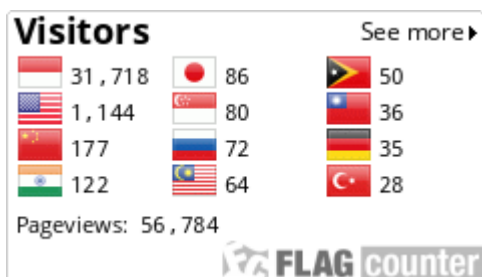
Jurnal Teknik Mesin
**Author
Guidelines**



Journal Template



**Peer Reviewed
Scientific-e Journal**



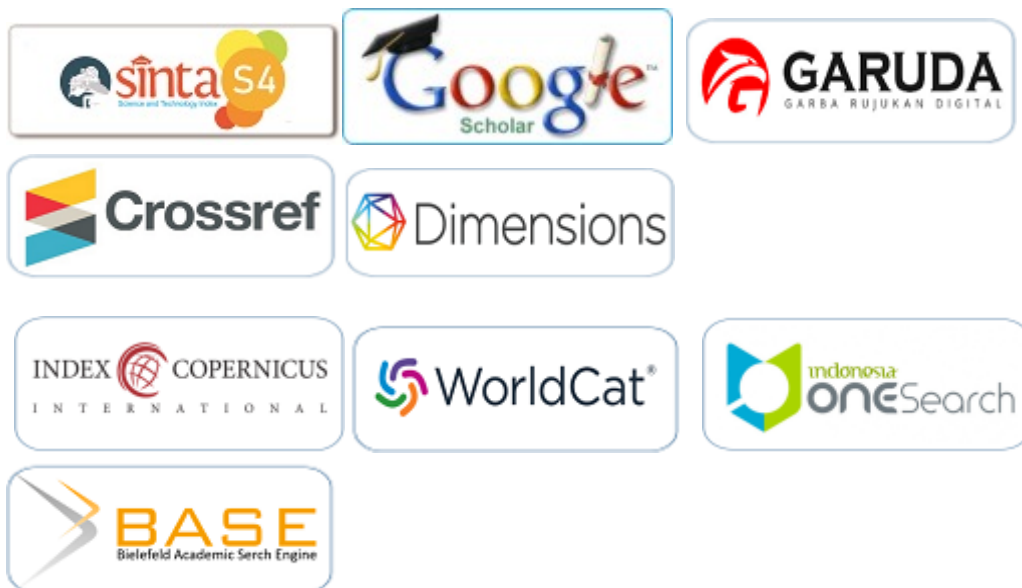
Citation-GoogleScholar : JTM		
	All	Since 20
Citations	1764	1108
h-index	20	15
i10-index	53	28
JTM		

e-ISSN 2656-3290



00237353 [View My Stats](#)

Jurnal Teknik Mesin ini terindex dengan :



Aplikasi Jurnal:



Platform &
workflow by
OJS / PKP

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia



Kutipan dari Keputusan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia

Nomor 230/E/KPT/2022

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah periode IV Tahun 2022

Nama Jurnal Ilmiah

Jurnal Teknik Mesin

E-ISSN: 26563290

Penerbit: Universitas Kristen Petra Surabaya

Ditetapkan Sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 4

Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu
Volume 17 Nomor 1 Tahun 2020 sampai Volume 21 Nomor 2 Tahun 2024

Jakarta, 30 December 2022

Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi,
Riset, dan Teknologi



Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC, Ph.D., IPU, ASEAN Eng
NIP. 196107061987101001



Evaluasi Pembuatan *Prototype Package Tray Biokomposit Serat Tebu- Polypropylene* untuk Kebutuhan Interior Mobil

Patrik Permana Putra Wijaya¹, Juliana Anggono^{2*}, dan Suwandi Sugondo³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

* Penulis korespondensi; E-mail: julianaa@petra.ac.id

ABSTRAK

Serat alam yang digunakan untuk pembuatan produk biokomposit dapat mendukung kebutuhan industri akan material yang ringan tapi kuat. Serat tebu merupakan salah satu serat alam yang tersedia banyak di Indonesia. Selain itu riset potensi serat tebu telah sebagai serat penguat matriks polimer telah dilakukan dan penggabungannya pada material plastik dapat meningkatkan sifat mekanisnya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi pembuatan komposit serat tebu dalam bentuk *prototype package tray*. Komposisi dan serat tebu disiapkan mengikuti hasil penelitian sebelumnya di mana serat tebu diberi *alkali treatment* dalam larutan NaOH 8% berat selama 1 jam dalam suhu ruang. Produk *hotpress* berupa *prototype package tray* dievaluasi baik dari segi tampilan fisik maupun sifat mekanis dimulai dari tahap pembentukan *preform*-nya. Sifat mekanis yang diuji adalah uji *flexural*, dimana nantinya hasil uji akan dibandingkan dengan pengujian sama dari produk pabrik. Hasil uji *flexural* pada *prototype* komposit *package tray* menunjukkan kekuatan *flexural* 7.4 MPa, di mana nilai kekuatan ini masih dibawah kekuatan *flexural* produk *woodboard* dari industri (35.58 MPa). Evaluasi menunjukkan *clustering* serat tebu, pencampuran PP dan serat tebu yang belum merata pada *prototype* serta adhesivitas serat tebu dan PP yang rendah ditambah dengan terjebaknya udara pada saat proses *hotpress*.

Kata kunci: *Alkali treatment; flexural strength; hotpress; larutan NaOH.*

ABSTRACT

Natural fibers used in the fabrication of biocomposite product can support the need of the industries for lightweight yet strong material. Sugarcane bagasse is one of the available natural fibers in Indonesia. There have been some research done on these bagasse fibers as reinforcement materials for plastics and their incorporation to the matrix has improved its strength. This research aimed to evaluate the fabrication of a car package tray prototype. The composition and the bagasse were prepared in accordance with the previous research in which the bagasse were alkali treated using NaOH solution of 8 wt% for one hour at room temperature. The hotpressed prototype was evaluated by its physical outlook and the mechanical property of its preform. The flexural test shows a low flexural strength of the prototype (7.4 MPa) compared to the required strength of the current material (woodboard) used by the industry (35.58 MPa). The evaluation shows the clustering of bagasse fibers, uneven distribution of sugarcane/PP in the structure and low adhesion at the interfacial region between bagasse fibers and PP.

Keywords: *Alkali treatment; flexural strength; hotpress; NaOH solution.*

PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit untuk aplikasi pada produk interior mobil (pintu, *dashboard*, *package tray*, *ceiling liner*, *sound absorber*) adalah solusi bagi industri atas tuntutan untuk memproduksi mobil yang ringan dan hemat bahan bakar. Komposit disusun oleh gabungan dua jenis material, yaitu material penguat dan matriks yang tersedia dalam pilihan plastik, logam, dan keramik. Komposit yang menggunakan serat penguat, dari serat alam

disebut sebagai *biocomposite*. Di negara-negara yang belum memiliki peraturan perlindungan lingkungan seperti yang telah dimiliki negara-negara maju, seperti Amerika Serikat, Eropa, dan Jepang maka mayoritas produsen otomotif masih memilih penggunaan komposit dengan serat sintetis untuk membuat bagian interior mobil. Keunggulan pemakaian *biocomposite* adalah modulus elastisitas yang relatif tinggi, ringan, kuat, ketersediaan yang luas, mudah terurai di lingkungan dan juga murah [1-3].

Telah dilakukan beberapa penelitian pendahuluan yang mempelajari tentang biokomposit menggunakan serat tebu [4-6]. Pada penelitian ini untuk evaluasi *prototype* digunakan komposit PP dibuat dari serat alam yang berasal dari serat tebu. Dipilihnya serat tebu dikarenakan potensi serat tebu sebagai serat penguat komposit dapat meningkatkan kekuatan plastik PP [6]. Ketersediaan lahan pertanian tebu di Indonesia juga luas dengan estimasi 458 ribuan hektar pada tahun 2020 dan hasil produksi tebu mencapai 2,4 juta ton [7]. Selain potensinya, sama seperti kebanyakan serat alam lainnya, serat tebu memiliki keterbatasan dalam hal sifat sensitifnya terhadap kelembaban, kekuatan transversal yang rendah, serta sifatnya bervariasi.

Penelitian pendahuluan dalam bentuk sampel untuk aplikasi *package tray* telah dilakukan oleh Anggono *et al.* [5] dimana sampel dibuat dari serat tebu/PP dengan kandungan 20-30 % berat serat tebu. Pengujian sampel kemudian dibandingkan dengan hasil pengujian sampel produk dari industri yang sudah menggunakan komposit berbahan serbuk kayu dengan campuran PP dan PE (*wood-board*). Sampel yang dibuat dari 25 % berat serat tebu setelah diberi perlakuan alkali selama 4 jam didapatkan kekuatan *flexural* sebesar 37.78 MPa dengan gramasi 2566 g/m². Hasil tersebut sangat mengembirakan karena telah melampaui spesifikasi material *woodboard* yang saat ini telah digunakan oleh industri dengan kekuatan *flexural* 35.58 MPa dan gramasi 3600g/m² [5]. Berdasarkan hasil riset di atas maka penelitian ini menggunakan komposisi yang sama untuk membuat *prototype package tray* yang akan dievaluasi. Ada modifikasi yang dilakukan pada pemberian perlakuan alkali pada serat tebu yang digunakan. Modifikasi yang dilakukan adalah pada konsentrasi larutan NaOH serta lama perendaman. Rujukan atas perubahan tersebut mengacu pada hasil studi sistematis yang dilakukan oleh Bartos *et al.* (2020) dengan mempelajari pengaruh berbagai konsentrasi larutan NaOH mulai 1-15% berat selama 1 jam pada suhu kamar terhadap kekuatan serat tebu yang dihasilkan. Hasil studi menunjukkan kekuatan serat tebu maksimal dapat dicapai pada perendaman menggunakan larutan NaOH 8 % berat selama 1 jam pada suhu kamar [8].

Prototype package tray yang dievaluasi dalam penelitian ini adalah mengambil desain produk sama dari salah satu mobil *brand* Jepang yang diskala 50% nya. Tujuan evaluasi dalam penelitian ini adalah untuk memberikan perhatian pada *fabricability prototype* melalui proses hotpress dengan mencermati sifat fisik maupun mekanik *prototype* yang dimaksud. Sifat fisik diperhatikan dari tampilan visual, keseragaman tebal serta gramasi; sedangkan sifat mekanis diperoleh dari

pengujian kekuatan *flexural* dari sampel *prototype*. Hasil evaluasi menjadi masukan untuk mendaftar kesulitan dan kendala proses fabrikasi melalui *hotpress* untuk mendapatkan solusi perbaikan dimulai dari proses persiapan bahan baku, preform hingga proses *hotpress* pembentuk produk akhir.

METODE

Persiapan Material

Serat tebu yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari ampas tebu hasil gilingan Pabrik Gula Candi Baru, Sidoarjo. Serat Tebu yang didapatkan dinetralisasi dengan merendamnya dalam larutan ethanol 70% selama 1 jam. Netralisasi ini dilakukan dengan maksud untuk mematikan bakteri untuk mencegah pembusukan ampas. Proses kemudian dilanjutkan pengeringan ampas tebu dengan dianginkan di udara terbuka. Proses selanjutnya adalah proses alkali treatment dimana ampas tebu direndam pada larutan NaOH 8 % berat selama 1 jam. Serat tebu kemudian dicuci bersih menggunakan air beberapa kali hingga pH air cucian menjadi pH 7. Proses pengeringan ampas tebu kemudian dilakukan dalam oven Memmert pada suhu 80°C selama 48 jam.

Selain ampas tebu, disiapkan pula plastik PP sebagai bahan matriks yang diperoleh dari PT. Classic Prima Carpet Industries dalam bentuk serat. Serat PP disiapkan dalam bentuk serat pendek dengan panjang kurang lebih 1 cm.

Serat tebu dan PP yang telah siap kemudian dicampur secara manual. Karena karakteristik kedua bahan yang sulit bercampur karena serat tebu yang menggumpal dan serat PP yang ringan maka proses pencampuran yang paling dimungkinkan adalah dengan tangan untuk memastikan kedua bahan telah tercampur secara homogen. Pencampuran serat tebu dan PP dimaksudkan untuk mendapatkan rasio % berat serat tebu terhadap PP adalah 25/75. Untuk membuat satu *prototype* dengan desain yang dimaksud dibutuhkan berat total bahan 200 g. Untuk memastikan keseragaman komposisi pada semua bagian *prototype* maka area *prototype* dibagi menjadi 5 bagian, dimana masing-masing bagian tersebut menerima berat campuran @ 40 g dengan berat serat tebu 10 g dan PP 30 g.

Hotpress Tahap I - Pembentukan Preform

Preform yang dimaksud adalah berbentuk lembaran panel datar berukuran 25 cm x 30 cm x 5 cm. *Preform* ini dibentuk dengan mesin hotpress menjadi produk setengah jadi dengan tujuan untuk memudahkan *handling* (meliputi pemindahan, peletakkan, dan membalik) bahan sebelum dipress

menjadi bentuk desain *prototype*. Pada tahap awal campuran yang sudah dipersiapkan diletakkan diantara dua lembar aluminium foil. Campuran tersebut kemudian diletakkan di atas *mould* mesin hotpress bawah, setelah itu dilakukan *hotpress* dengan suhu 150°C dan tekanan 104 kPa. Total waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan *mould* atas untuk menekan *mould* bawah adalah 1 menit. Setelah itu tekanan dinaikkan perlahan-lahan dengan total waktu 1 menit. Kemudian tekanan dan suhu ditahan selama 3 menit pada tekanan 104 kPa. Setelah proses *hotpress* selesai, suhu *preform* dibiarkan turun hingga 80°C untuk menghindari lembaran *preform* berubah bentuk. Setelah suhu turun, *preform* dikeluarkan.

Hotpress Tahap II – Pembentukan *Prototype*

Proses *hotpress* untuk pembentukan *prototype* dilakukan dengan prosedur yang sama dengan pembuatan *preform*. Hal yang membedakan adalah pada parameter suhu proses dimana *hotpress prototype* parameter yang digunakan adalah suhu 190°C.

Karakterisasi Sampel

Sifat mekanis yang diujikan pada sampel adalah uji *flexural* terkait dengan kebutuhan aplikasi dan fungsinya sebagai *package tray* yang menanggung beban dan membutuhkan kelenturan. Komparasi kekuatan *flexural* dibandingkan dengan sifat sama yang diperoleh dari material *woodboard* yang merupakan *existing material* dari industri interior mobil. Pengujian *flexural* dilakukan dengan metode *three point bending test* berdasarkan ASTM D790-17. Pengujian dilakukan di Sentra Teknologi Polimer di Tangerang menggunakan mesin Shimadzu AG-X plus dengan kapasitas 50kN dengan kecepatan tekan 1.476 – 2.210 mm/menit.

Sebelum sampel diuji *flexural*, dilakukan pengukuran dimensi panjang, lebar, dan tebal. Pengukuran tebal dilakukan pada lima lokasi berbeda pada sampel, masing-masing berjarak 20 mm dari titik pengukuran berikutnya. Selain pengukuran dimensi sampel, tiap sampel juga ditimbang untuk menghitung gramasi (areal density). Mikrostruktur pada permukaan patahan sampel uji *flexural* juga dievaluasi menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) merk untuk mengevaluasi homogenitas campuran serat tebu dan PP, keberadaan *voids/porosities* yang terjadi selama proses *hotpress*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi *Preform*

Evaluasi *prototype* dimulai dari evaluasi *preform* yang didasarkan pada aspek fisik dalam hal ketahanan *preform* (bebas *void* dan kerobekan) serta

keseragaman permukaan (halus, tanpa kerutan). Aspek fisik ini selain menentukan tampilan *prototype* juga mempengaruhi sifat mekanis *prototype*. Evaluasi pada *preform* juga diberikan dari catatan ketika evaluasi diberikan pada *prototype*. *Preform* awal dibuat dalam bentuk panel datar (Gambar 1a). Temuan yang didapatkan dari evaluasi adalah hadirnya *void*, kerutan, dinding robek, dan dinding tipis. Terjadinya kerutan karena saat dilakukan *hotpress* dikarenakan *mould* dilapisi dengan aluminium foil daripada aplikasi *mould release coating* yang dapat menggantikannya namun ada kendala untuk mendapatkan bahan *coating* dimaksud.

Temuan terkait adanya *void* di permukaan diperkirakan berasal dari serat tebu yang belum sepenuhnya kering. Solusi untuk mengatasinya adalah dengan penambahan waktu pengeringan dalam oven. Permasalahan terkait dengan dinding robek dan dinding tipis, hal tersebut disebabkan oleh pemberian tekanan *hotpress* yang dinaikkan terlalu cepat sehingga berakibat pada bahan *preform* tertarik oleh *mould*. Dinding *prototype* robek disebabkan oleh kurang lamanya *holding time* pada pemberian tekanan saat *hotpress*, dimana PP pada *preform* belum seluruhnya mencair sehingga robek ketika tekanan ditambah. Temuan masalah berupa dinding tipis disebabkan oleh hal yang sama untuk problem dengan dinding robek. Solusi yang diberikan untuk permasalahan dengan dinding tipis adalah dengan mengganti *preform* datar (Gambar 1a) menjadi *preform* dengan desain sama dengan *prototype* (Gambar 1b).



Gambar 1. Preform berbentuk flat panel (a) preform dengan desain seperti *prototype* (b)

Evaluasi *Prototype*

Setelah hasil evaluasi *preform* di atas ditindaklanjuti, proses kemudian dilanjutkan ke pembuatan *prototype*. Pada evaluasi tahap ini terdapat dua aspek utama yang diperhatikan, yaitu sifat fisik dan mekanik. Sifat fisik yang diperiksa pada *prototype* dalam penelitian terdiri dari faktor visual, diskontinuitas, dan gramasitas. Sedangkan untuk sifat mekanik, yang ditinjau adalah hasil uji *flexural*.

Faktor Visual

Faktor visual *prototype* yang dimaksudkan disini adalah tampilan fisik produk, meliputi warna, tekstur, kerataan atau kehalusan permukaan minimum

sama dengan *existing material* yang digunakan industri pada saat ini. Salah satu temuan faktor visual pada *prototype* tersebut adalah timbulnya kerutan pada permukaan *prototype* (Gambar 2). Kerutan tersebut timbul dikarenakan lapisan *aluminium foil* tertarik saat penekanan pada proses *hotpress* sehingga mengkerut dan diikuti oleh campuran serat tebu dan PP ketika mencair dan membeku. Seperti disampaikan sebelumnya bahwa penggunaan *mould release coating* akan sangat membantu.



Gambar 2. Kerutan pada *prototype*



Gambar 3. Void pada *prototype*

Diskontinuitas

Diskontinuitas merupakan cacat yang sering terjadi dalam proses produksi. Diskontinuitas yang dimaksudkan disini adalah adanya *void*, dinding tipis, *clustering*, dan robek.

Selain masalah kerutan (Gambar 2) karena lapisan *aluminium foil* yang tertarik saat pemberian tekanan *hotpress*, ditemukan pula adanya *void* pada permukaan dan dalam *prototype* seperti ditunjukkan oleh Gambar 3. *Void* yang terbentuk diduga berasal dari uap air dari serat tebu yang belum sepenuhnya kering terjebak pada saat *hotpress*. Penyebab dinding tipis adalah karena proses penataan campuran serat tebu dan PP pada cetakan belum merata, dimana pada bagian-bagian tertentu berbeda banyaknya daripada bagian yang lain.

Faktor diskontinuitas lainnya adalah problem *clustering* (Gambar 4) artinya terdapat serat-serat yang berkumpul di lokasi-lokasi tertentu dalam struktur komposit. Hal ini menyebabkan struktur *prototype* tidak homogen sehingga bisa memberikan konsekuensi pada ketidakseragaman kekuatannya. *Clustering* serat tebu terjadi karena serat tebu hasil perlakuan dengan larutan NaOH berubah menjadi lebih kaku dan serat yang mulanya lurus menjadi keriting sehingga serat cenderung berkelompok. Solusi untuk mengatasi masalah ini dibutuhkan ekstra tenaga dan waktu untuk memisahkan serat tebu satu dengan lainnya.



Gambar 4. *Clustering* di permukaan *prototype*

Aspek diskontinuitas lainnya yang terjadi adalah dinding tipis dan dinding robek ada *prototype*. Untuk kedua masalah ini diselesaikan dengan cara seperti yang disebutkan di bagian evaluasi *preform*. Masalah terakhir yang terjadi di *prototype* adalah *void* di dalam *prototype*. *Void* di bagian dalam ini terjadi dikarenakan masih terdapat kandungan air dalam serat tebu, air yang terdapat di dalam serat tebu ketika dipanaskan membentuk gas-gas penyebab *void*. *Void* juga disebabkan karena proses pencampuran serat tebu/PP pada *preform* yang kurang merata pada semua bagian *preform*. Hal tersebut menyebabkan adanya bagian-bagian kosong yang tidak terisi oleh PP sehingga antar PP dalam *prototype* terdapat jarak yang kemudian meninggalkan *void* atau rongga.

Pengukuran Tebal

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran tebal komposit dua sampel *prototype*, yaitu sampel A maupun sampel B yang diukur pada lima lokasi berbeda.

Tebal komposit diukur untuk membandingkan dengan tebal produk yang dijual di pasaran. Produk yang dijual di pasaran diwakili oleh komposit *woodboard* yang telah disediakan oleh industri. Pengukuran tebal komposit dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Tebal yang diperoleh pada kedua specimen menunjukkan perbedaan variasi tebal, dimana specimen A lebih bervariasi

daripada specimen B. Variasi tebal yang ditemui ini dimungkinkan terjadi karena penempatan jumlah campuran serat tebu/PP pada tiap lokasi pada cetakan masih dimungkinkan tidak seragam.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tebal

Spesimen	Tebal (mm)					rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3	4	5		
A	7,65	7,80	7,65	7,10	7,35	7,51	0,28
B	7,20	7,35	7,35	7,35	7,35	7,32	0,06

Analisa Sifat Mekanis

Selain segi estetis, kekuatan *prototype* juga harus memenuhi spesifikasi kekuatan yang dibutuhkan untuk aplikasi *package tray* mobil. Dari hasil uji flexural pada sampel yang dipotong dari *prototype* didapatkan kekuatan *flexural* terbesar adalah 7.44 MPa. Jika dibandingkan dengan sampel *woodboard* dari industri yang memiliki kekuatan sebesar 35.58 MPa, sampel *prototype* ini tergolong sangat rendah. Seperti diketahui bahwa kekuatan komposit dipengaruhi oleh empat faktor yaitu, komposisi, sifat material penyusun komposit, ikatan antara serat dengan matriks, dan yang terakhir adalah struktur. Komposisi tidak menyebabkan penurunan kekuatan material, dikarenakan rasio % berat serat tebu/PP yang digunakan sama dengan komposisi yang digunakan pada penelitian sebelumnya [5]. Demikian pula dengan sumber material yang digunakan juga berasal dari sumber yang sama. Meskipun serat tebu yang digunakan mengalami perlakuan alkali dengan larutan NaOH yang berbeda konsentrasinya, yaitu 8% berat selama 1 jam pada temperatur kamar, dimana kondisi ini berbeda dengan penelitian sebelumnya menggunakan konsentrasi larutan (20% v/v) serta temperatur 60-70°C selama 4 jam, namun kondisi yang dipilih untuk penelitian ini diyakini menghasilkan kekuatan serat tebu yang lebih baik [8]. Jadi perlakuan alkali tidak menyebabkan penurunan kekuatan komposit. Dua faktor lain yang merupakan faktor pengaruh adalah ikatan antara serat tebu dengan PP serta struktur komposit. Analisa keduanya didukung melalui evaluasi struktur mikro pada penampang patahan sampel uji *flexural*.

Gambar 5 menunjukkan foto struktur makro pada penampang sampel uji *flexural* sebelum pengujian. Pada foto tersebut menampilkan beberapa temuan, yaitu:

- Penampang yang tidak menyatu yang ditandai dengan celah kosong yang tidak diisi oleh PP atau dengan kata lain pembasahan oleh PP mengisi sela-sela serat tebu belum terjadi (tanda panah)
- Banyaknya rongga-rongga (*voids*- tanda lingkaran penuh) di dalam struktur komposit yang tidak penuh terisi setelah proses hotpress. Rongga tersebut bisa disebabkan oleh gas yang terperangkap atau juga disebabkan karena

proses penemparan campuran serat tebu/PP tidak seragam di dalam cetakan. Kekosongan ini menjadi titik lemah pada kekuatan bahan pada saat diuji *flexural*.

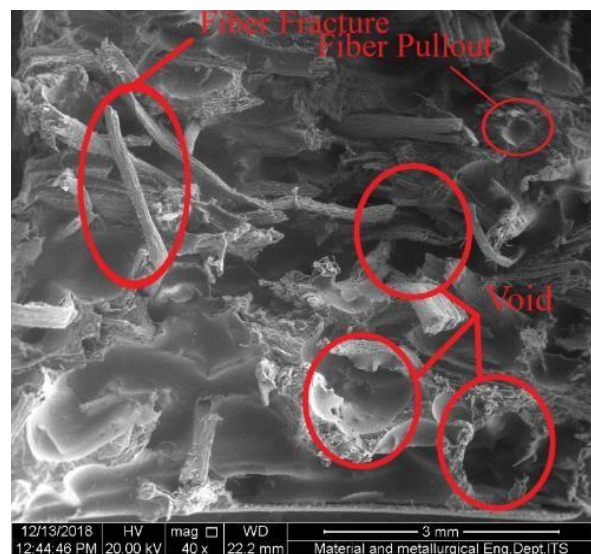
- Clustering* serat tebu (tanda garis elips putus-putus) menunjukkan penggumpalan serat tebu setelah perlakuan alkali yang belum terpisah dengan baik. Hal tersebut menimbulkan ketidakseragaman struktur dan sifat komposit yang dihasilkan.



Gambar 5. Foto makro penampang sampel uji *flexural*

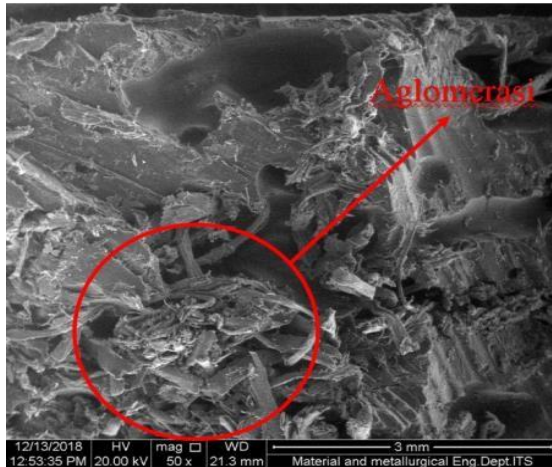
Evaluasi Struktur Mikro

Studi struktur mikro dilakukan pada penampang melintang sampel hasil uji *flexural* menggunakan SEM. Hasil foto SEM ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Foto mikro pada penampang melintang permukaan patahan

Gambar 6 menunjukkan adanya area *void* yang tidak terisi oleh campuran serat tebu/PP serta *void* karena *fiber pull-out*. Adanya *fiber pull-out* mengkonfirmasi rendahnya kekuatan ikatan antara serat tebu-PP. Dengan demikian tegangan yang terjadi akan menjadi beban dari matriks PP yang terjadi melalui *matrix yielding*. Hal inilah yang menyebabkan hasil kekuatan *flexural* yang rendah. Pada gambar 7, *clustering* serat tebu teridentifikasi pada struktur sampel komposit. Hal ini menyebabkan ketidakhomogenan struktur dan berakibat bervariasinya kekuatan komposit.



Gambar 7. Foto mikro pada permukaan atas sampel

KESIMPULAN

Evaluasi pembuatan *prototype* dengan proses *hotpress* ini banyak dipengaruhi oleh proses *handling* bahan baku dalam hal ini adalah serat tebu, proses pencampuran serat tebu dengan PP, serta memastikan bahwa penempatan campuran pada cetakan dengan jumlah yang seragam. Bila hal-hal mendasar tersebut telah dipastikan dapat teratasi ketika dilakukan secara manual (perlu prosedur baku yang diperbaiki terus menerus) maka dengan pemahaman dan pengaturan kombinasi parameter waktu dan tekanan yang pas pada tahap proses *hotpress*, dimungkinkan untuk mendapatkan *prototype* yang sesuai dengan spesifikasi industri sesuai dengan temuan ketika dikerjakan dalam bentuk sampel melalui penelitian sebelumnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo atas pemberian ampas tebu serta ucapan terimakasih yang sama kepada PT Classic Prima Carpet Industries atas pemberian serat PP untuk digunakan sebagai bahan penelitian. Kami juga menyampaikan apresiasi atas bantuan Sdr. Raga dari PT. Agrindo terkait dengan setup mesin *hotpress*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Pilla, S. and Lu, Y.C., 2015, *Biocomposites in Automotive Applications*, SAE International, Warrendale, pp. 1–2.
- [2]. Suddell, B. C. and Evans, W. J., 2005, *Natural Fiber Composites in Automotive Applications*, Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites edited by A.K. Mohanty, M. Misra and L.T. Drzal, CRC Press.
- [3]. Mwaikambo, L.Y. and Ansell, M.P., 2006, *Mechanical Properties of Alkali Treated Plant Fibres and Their Potential as Reinforcement Materials II*, *J Mater Sci*, 41,8, pp 2497-2508.
- [4]. Anggono, J., Sugondo, S., Sewucipto, S., Purwaningsih, H., & Henrico, S., 2017, The use of sugarcane bagasse in PP matrix composites: A comparative study of bagasse treatment using calcium hydroxide and sodium hydroxide on composite strength. *AIP Conference Proceedings*, 1788,1, pp 030055.
- [5]. Anggono, J., Suwandi S., Rassy Alim, Hariyati Purwaningsih, Aria Wibawa, 2018, *Performance and Evaluation of Low Cost Sugarcane Bagasse - Polypropylene Biocomposites as Candidate Material for Automotive Parcel Tray*. *Material Science Forum* 923,40, pp 40-46.
- [6]. Anggono, J., Farkas, Á.E., Bartos A., Móczó, J., Purwaningsih H., and Pukánszky, B, 2019, *Deformation and Failure of Sugarcane Bagasse Reinforced PP*, *Eur. Pol. J*, 112, 153-160.
- [7]. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian (2020). Buku Tebu 2018- 2020. https://drive.google.com/file/d/146gs_KoWGoQB_yX8OURJc046AjZHAEFH/view
- [8]. Bartos A., Anggono, J., Farkas, Á.E., Kun, D., Soetaredjo, F.E., Móczó, J., Antoni, Purwaningsih H., and Pukánszky, B, 2020, Alkali Treatment of Lignocellulosic Fibers Extracted from Sugarcane Bagasse: Composition, Structure, Properties, *Polymer Testing* 88, 106549. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106549>