

Pengaruh Komposisi Serat Giant False Agave Terhadap Sifat Dinamika Material Komposit

Andik Dwi Setiawan^{*1}, Sutrisno², Muhammad Hasan Basri³, Doni Dwi Susilo⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Madiun

e-mail: setiawan870728@gmail.com, sutrisno@unmer-madiun.ac.id, hasanbasri@unmer-madiun.ac.id, donidwisusilo@gmail.com

Abstrak: Komposit adalah suatu bahan baru yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih bahan yang memiliki sifat mekanik lebih kuat dari bahan pembentuknya. Perkembangan teknologi komposit saat ini mengarah pada komposit alami. Salah satu komposit alam yang saat ini sedang dikembangkan dan diteliti adalah komposit serat tumbuhan agave palsu raksasa. Komposit ini merupakan salah satu material baru yang memanfaatkan serat tumbuhan agave palsu raksasa sebagai penguat yang dipadukan dengan matriks resin epoksi dengan variasi 60% : 40%, 70% : 30%, dan 90% : 10%. Penggunaan material komposit dalam industri tetap memperhatikan karakteristik yang dibutuhkan, seperti sifat mekanik dan sifat dinamis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dinamik material baru berdasarkan uji vibrasi menggunakan alat impact hummer dengan metode Impulse Excitation Technique (IET) yang dievaluasi melalui fotografi mikro dan analisis morfologi struktur. material komposit terhadap variasi resin epoxy berdasarkan pengujian Electro Scanning Microscopes (SEM). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil pengujian dinamik dengan ekstraksi EMA dilakukan pada material komposit berserat Giant false agave didapatkan nilai-nilai karakteristik dinamik meliputi massa berturut turut 0.32 g, 1.9 g, 2.3 g, rasio redaman berturut turut 0.30 %, 0.27 %, 0.25 %, kekakuan berturut turut 32.7×10^{-6} N/m, 26.9×10^{-6} N/m, 57.3×10^{-6} N/m, koefisien redaman berturut turut 19.4 N.s/m, 60.7 N.s/m, 73.7 N.s/m dan frekuensi pribadi berturut berturut 1602 Hz, 1733 Hz, 1779 Hz, dan kedua hasil pengujian foto mikro, komposit dengan volume serat 20% memiliki frekuensi natural sebesar 6880 Hz, dimana frekuensi tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan frekuensi yang dialami oleh komposit dengan volume serat 40% dan 60% yakni sebesar 8480 Hz dan 11200 Hz. Semakin tinggi volume serat maka semakin besar pula frekuensi alami dan kekakuan yang dihasilkan dari suatu material, namun menghasilkan redaman yang semakin kecil.

Kata Kunci: Komposit, Giant false agave, Experiment Modal Analysis (EMA)

Abstract: Composite is a new material formed from a combination of two or more materials that have mechanical properties stronger than the constituent materials. The development of composite technology is currently moving towards natural composites. One of the natural composites currently being developed and researched is the giant false agave plant fiber composite. This composite is a new material that utilizes giant false agave plant fiber as a reinforcement combined with an epoxy resin matrix with variations of 60%: 40%, 70%: 30%, and 90%: 10%. The use of composite materials in industry still pays attention to the required characteristics, such as mechanical properties and dynamic properties. The purpose of this study is to determine the dynamic characteristics of new materials based on vibration tests using an impact hammer with the Impulse Excitation Technique (IET) method which is evaluated through micro photography and structural morphology analysis. composite materials against variations in epoxy resin based on Electro Scanning Microscopes (SEM) testing. The results of this study indicate that the results of dynamic testing with EMA extraction carried out on Giant false agave fibrous composite materials obtained dynamic characteristic values including masses of 0.32 g, 1.9 g, 2.3 g respectively, damping ratios of 0.30%, 0.27%, 0.25% respectively, stiffnesses of 32.7×10^{-6} N/m, 26.9×10^{-6} N/m, 57.3×10^{-6} N/m respectively, damping coefficients of 19.4 N.s/m, 60.7 N.s/m, 73.7 N.s/m respectively and natural frequencies of 1602 Hz, 1733 Hz, 1779 Hz respectively, and the second result of micro photo testing, composites with 20% fiber volume have a natural frequency of 6880 Hz, where the frequency is lower when compared to the frequency experienced by composites with fiber volumes of 40% and 60%, namely 8480 Hz and 11200 Hz. The higher the fiber volume, the greater the natural frequency and

stiffness produced by a material, but produces less damping.

Keywords: Composite, Giant false agave, Experiment Modal Analysis (EMA)

Perkembangan teknologi modern di berbagai industri menuntut kebutuhan material yang semakin bervariasi dan bersifat maju (advanced material). Sebagai contoh, pembuatan interior kereta api menggunakan material maju untuk meningkatkan infrastruktur, kenyamanan, keamanan, dan keselamatan. Penggunaan material seperti logam, besi, keramik, dan material lain pada bagian interior tersebut semakin dikurangi. Hal ini karena komponen yang terbuat dari material tersebut mempunyai getaran yang berlebih, proses fabrikasi yang cukup sulit, dapat mengalami korosi, dan biaya produksi yang mahal [1]. Material komposit terdiri dari serat (fiber) dan penguat (matrix). Serat dibagi menjadi dua jenis yaitu serat sintetis dan serat non-sintetis [2]. Serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis mempunyai beberapa kelebihan yaitu sifat dan ukurannya yang relatif seragam [3].

Giant false agave merupakan salah satu jenis tumbuhan pandanaceae yang banyak terdapat di hutan tropis di Indonesia. Peneliti telah berhasil mengekstraksi limbah serat dari daun GFA menggunakan perlakuan alkali untuk berbagai konsentrasi NaOH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan alkali dengan NaOH 5% menghasilkan selulosa murni, yaitu 76,7%, jauh lebih tinggi dari sumber serat lainnya. Konsentrasi natrium hidroksida merupakan faktor penting karena perubahan sifat serat selulosa. Selulosa kristalin tinggi termasuk kontribusi dari perlakuan alkali dengan 5% NaOH. Hasil ini konsisten dengan stabilitas termal superior serat GFA. Oleh karena itu, kita dapat mengatakan bahwa 5% NaOH adalah kondisi terbaik untuk mengisolasi selulosa dari serat GFA menggunakan perlakuan alkali [4].



Gambar 1. Tumbuhan Giant false agave

Peneliti melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik getaran dan redaman komposit sandwich hybrid menggunakan serat goni dan kaca dalam polimer polyester. Komposit ini terdiri atas Jute-Glass-Jute (GJG) dan Glass-Jute-Glass (JGJ), dibuat dengan proses curing dibawah tekanan menggunakan teknik cetak kompresi. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa frekuensi natural dan penurunan amplitudo lebih besar pada komposit JGJ dibandingkan komposit GJG. Komposit GJG memiliki modulus Young sebesar 20% lebih banyak daripada komposit JGJ. Komposit GJG mendapatkan frekuensi alami yang sedikit lebih tinggi untuk tiga metode pertama yaitu sebesar 0,3%, 10%, dan 11%, sementara JGJ menunjukkan faktor redaman yang lebih baik [5].

Tomi Buli, dkk melakukan penelitian pada komposit dengan serabut kelapa merah sebagai penguat dan resin epoxy sebagai matriks. Perbandingan fraksi volume serat dan matriks yang digunakan sebesar 10%:90%, 20%:80%, dan 30%:70% dengan metode hand lay up. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan Spesimen I dengan fraksi volume 10%:90% didapatkan hasil uji kekuatan tarik mencapai 84,75 N/mm², regangan tarik 0,10 dan modulus elastisitas 847,5 N/mm². Spesimen II dengan fraksi volume 20%:80% dengan hasil uji kekuatan tarik mencapai 89,75 N/mm², regangan tarik 0,14 dan modulus elastisitas 641,07 N/mm². Untuk spesimen III dengan fraksi volume 30%:70% dengan hasil dengan hasil uji

kekuatan tarik mencapai 93,5 N/mm², regangan tarik 0,19 dan modulus elastisitas 492,10 N/mm². Jadi spesimen yang terbaik dan memiliki kekuatan tarik tertinggi pada komposit 30%:70% [6].

Peneliti ini melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat komposit hybrid bambu acak dan serat e-glass anyam dengan resin polyester terhadap kekuatan bending. Variasi fraksi volume yang digunakan adalah 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60%. Pembuatan komposit menggunakan metode hand lay-up dan press mold. Hasil penelitian ini ditinjau dari pengujian bending yang diperoleh kekuatan bending rata-rata tertinggi pada fraksi volume serat 40% yaitu sebesar 102 MPa, sedangkan untuk kekuatan bending rata-rata terendah diperoleh pada fraksi volume serat 20% yaitu sebesar 39 MPa. Mekanisme kegagalan yang terjadi dari hasil pengujian bending secara makro menunjukkan hasil terbaik pada fraksi volume serat 40%. Pada fraksi volume 40% ikatan interface cukup baik hanya sedikit serat yang mengalami fiber pull out dan matrik crack juga berkurang menandakan ikatan interfacial sangat baik ([7]).

Peneliti melakukan perbandingan alkalisasi larutan NaOH dan KOH dengan Tujuan memanfaatkan limbah batok kelapa agar bernilai ekonomis, mengetahui alkali terbaik dalam proses kimia pembuatan komposit dari serbuk tempurung kelapa, mengetahui massa jenis dari serbuk tempurung kelapa, mengetahui persen kadar selulosa dalam serbuk tempurung kelapa setelah proses delignifikasi dengan Fourierr Transform Infrared (FT-IR), serta mengetahui bending strength setelah menjadi komposit. Dengan variasi variabel yang digunakan adalah variasi alkali NaOH dan KOH, 5%, 10%, 15% dan 20%. Hasil data penelitian menunjukkan bahwa KOH 5% merupakan hasil uji bending terbaik karena memiliki sifat mekanik komposit yang kuat. Karena resin polyester lemah terhadap alkali berkonsentrasi tinggi maka serat selulosa tertinggi pada NaOH 20% mempengaruhi sifat matriks yang menyebabkan berkurangnya sifat mekanik pada komposit [8].

Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (tailorability), memiliki kekuatan lelah (fatigue) yang baik, memiliki kekuatan jenis (strength/weight) dan kekakuan jenis (modulus young density) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi, memiliki sifat isolator panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi. Sifat-sifat komposit pada umumnya ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain : jenis, bentuk geometris dan struktur, rasio perbandingan, daya lekat, orientasi bahan penguat bahan penyusun, dan proses pembuatan (Pramono, et al., 2016). Komposit sandwich merupakan salah satu jenis komposit struktur yang sangat potensial untuk dikembangkan. Merupakan komposit yang tersusun dari 3 lapisan yaitu terdiri atas flat composite (metal sheet) sebagai kulit permukaan (skin) serta material inti (core) dibagian tengahnya [9].

Serat alam memiliki kelemahan yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia. Serat sintesis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintesis mempunyai beberapa kelebihan yaitu sifat dan ukurannya yang relatif seragam, serat dapat diupayakan sama sepanjang serat. Serat sintesis yang telah banyak digunakan antara lain serat gelas, serat karbon, kevlar, nylon, dan lain-lain. Matriks dapat dibidang sebagai penguat dalam pembuatan komposit. Struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Bahan matriks yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain salah satunya adalah Polimer. Adapun jenis polimer 2 antara lain: termoset dan termoplastik. Termoset, adalah plastik atau resin yang tidak bisa berubah karena panas dan akan mengeras jika dipanaskan lebih lanjut (tidak dapat didaur ulang). Misalnya: epoxy, polyester, phenolic. Sedangkan Termoplastik, adalah plastik atau resin yang dapat dilunakkan terus menerus dengan pemanasan atau dikeraskan dengan pendinginan dan bisa berubah karena panas (dapat didaur ulang). Misalnya: Polyamid, nylon, polysurface, polyether, polyvinylchloride [10]. Komposit partikel merupakan komposit yang mengandung bahan penguat berbentuk partikel atau serbuk. Partikel sebagai bahan penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang didistribusikan oleh matrik. Ukuran, bentuk, dan material partikel adalah faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik dari komposit partikel [11].

Resin epoxy memperlihatkan tipe khusus polyester yang di preparasi melalui reaksi polimerisasi tahap antara epoksida dan senyawa hidroksida, biasanya bisfenol. Tampak bahwa suatu diepoksida, mungkin diperlukan untuk membentuk polimer, tetapi pada prakteknya epichlorohydrin paling umum dipakai karena bereaksi dengan cara suatu diepoksida. Rangkaian polimerisasinya melibatkan pembentukan ion alkoksida, adisi nukleofilik alkoksida ke karbon yang kurang terintangi dari cincin epoksida, kemudian penutupan cincin melalui substitusi internal ion klorida. Hal ini menghasilkan kembali cincin tersebut, yang memungkinkan reaksi selanjutnya dengan senyawa hidroksida untuk akhirnya memberikan suatu produk yang memiliki gugus hidroksida [12]. Resin epoxy jika direaksikan dengan hardener akan membentuk polimer crosslink. Hardener untuk sistem curing pada temperatur ruang dengan resin epoxy pada umumnya adalah senyawa poliamid yang terdiri dari dua atau lebih grup amina. Curing time sistem epoxy bergantung pada kereaktifan atom hidrogen dalam senyawa amina. Epoxy memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dari pada polyester pada keadaan basah, namun tidak tahan terhadap asam. Epoxy memiliki sifat mekanik, listrik, kestabilan dimensi dan penahan panas yang baik [13].

Tanaman GFA dapat ditanam tanpa perlakuan khusus seperti pemupukan. Serat GFA memiliki sifat yang sangat baik dalam aplikasi produk tradisional seperti dekorasi, tikar, keranjang (termasuk untuk wanita dan untuk menyimpan barang berharga), topi, kipas angin, bantal, barang anyaman lainnya. Proses tradisional serat GFA adalah merebusnya selama beberapa jam dan mengeringkannya di bawah sinar matahari untuk meningkatkan ketangguhan serat. Setelah itu, daun GFA berwarna coklat siap diaplikasikan untuk menghasilkan produk tradisional. Serat GFA memiliki banyak kandungan selulosa dalam serat, yang dapat digunakan sebagai penguat untuk biokomposit. Fast Fourier Transform (FFT) adalah teknik perhitungan operasi matematis yang digunakan untuk mengubah (transform) sinyal analog menjadi sinyal digital berbasis frekuensi. Alat pemrosesan sinyal ini merupakan salah satu yang paling konvensional, sehingga banyak digunakan hampir di berbagai bidang. FFT membagi sebuah sinyal menjadi frekuensi yang berbeda-beda dalam fungsi eksponensial yang kompleks, karena -sinyal dalam sistem komunikasi bersifat kontinyu, sehingga hasilnya dapat digunakan untuk transformasi fourier [14]. Pada penelitian ini, Giant false agave diekstraksi menjadi serat alami dan serat tersebut digunakan sebagai bahan baku material komposit dengan campuran resin epoxy sebagai matriknya yang nantinya tercipta material baru yang dapat menggantikan keberadaan serat sintesis.

Pada penelitian ini menggunakan metode Experiment Modal Analysis (EMA) yang merupakan metode tidak merusak dalam mengidentifikasi karakteristik dinamis pada struktur. Dimana karakteristik dinamis yang dimaksud dalam penelitian ini meliputi frekuensi natural (natural frequency), massa (m), redaman (c), kekakuan (k), dan rasio redaman (damping ratio). Sifat-sifat dinamik tersebut dapat dievaluasi berdasarkan Fungsi Respon Frekuensi (FRF). Fungsi Respon Frekuensi merupakan dasar pengukuran dengan mengisolasi sifat dinamis yang melekat pada struktur mekanik. Parameter modal eksperimental yaitu frekuensi, redaman, dan bentuk modus diperoleh dari satu pengukuran FRF. Parameter tersebut didapatkan berdasarkan apakah gerakan respon diukur sebagai perpindahan, kecepatan, maupun percepatan. Alat yang digunakan meliputi :

Accelerometer sebagai Alat Ukur Getaran

Accelerometer adalah suatu sensor yang dipakai untuk mengukur kecepatan suatu benda atau objek ditunjukkan pada gambar 3. Accelerometer dapat mengukur percepatan dinamis dan atau juga statis. Pengukuran dinamis adalah pengukuran pecepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statis adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Prinsip kerja Accelerometer prinsip percepatan (Acceleration). Contohnya suatu per yang memiliki beban dilepaskan kemudian beban bergerak dengan suatu percepatan sampai pada kondisi tertentu berhenti. Apabila terjadi guncangan maka beban akan berayun kembali. Pengukuran ini juga merupakan hasil pengukuran chip.



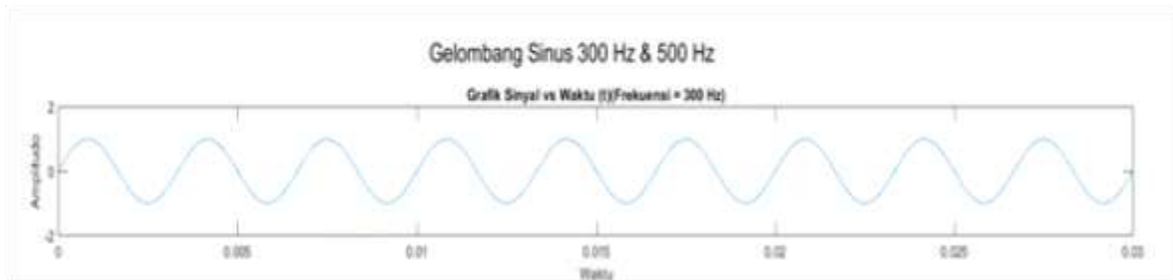
Gambar 2. Accelerometer

Oscilloscope sebagai Sistem Akuisis Data

Oscilloscope adalah sistem akuisis data (data acquisition system) yang dapat memetakan atau memproyeksikan sinyal listrik dan frekuensi menjadi gambar grafik. Dengan menggunakan Oscilloscope, kita dapat mengetahui gelombang dari sinyal listrik atau frekuensi dalam suatu rangkaian elektronika. Oscilloscope dapat menampilkan grafik dua dimensi dengan waktu sumbu X dan tegangan pada sumbu Y. Untuk mendapatkan data getaran, kita dapat menggunakan Oscilloscope atau driver national instrument yang merupakan data acquisition.

Getaran

Selama proses pemesinan berlangsung getaran pasti akan muncul serta getaran tersebut tidak bisa ditinjau secara bebas, hal tersebut dikarenakan keberadaannya akan selalu muncul selama proses pemesinan berlangsung dan akan mempengaruhi kualitas dari hasil proses pemesinan tersebut. Getaran (vibration) merupakan pergerakan pada suatu komponen mesin dari keadaan diam atau netral. Getaran juga dapat diartikan dengan gerakan bolak-balik atau gerak periodik disekitar titik tertentu secara periodik.



Gambar 3. Getaran sinus

Fotografi Mikro (Microphotography) adalah teknik fotografi yang digunakan untuk menghasilkan gambar objek yang sangat kecil dengan bantuan mikroskop yang dipadukan dengan kamera. Teknik ini memungkinkan detail objek yang tidak dapat dilihat secara langsung oleh mata manusia menjadi terlihat jelas melalui proses pembesaran. Fotografi mikro banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti biologi, kedokteran, farmasi, pertanian, dan ilmu material. Objek yang sering difoto meliputi sel, jaringan tumbuhan dan hewan, mikroorganisme, serbuk sari, kristal, serta struktur permukaan material. Dalam prosesnya, cahaya diarahkan ke objek yang diamati melalui mikroskop, kemudian gambar yang terbentuk ditangkap oleh kamera untuk didokumentasikan. Hasil foto mikro dapat digunakan sebagai bahan penelitian, dokumentasi ilmiah, analisis laboratorium, maupun media pembelajaran. Keunggulan fotografi mikro adalah kemampuannya menampilkan detail struktur mikroskopis secara akurat, sehingga memudahkan pengamatan dan analisis objek yang berukuran sangat kecil.

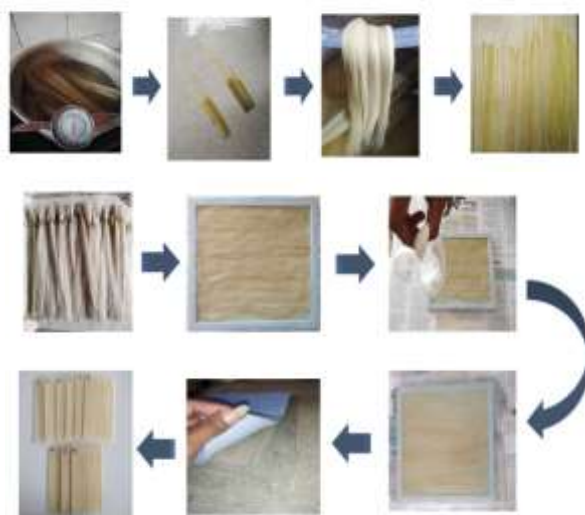


Gambar 4. Fotografi Micro

Dari uraian diatas pada penelitian ini terdapat beberapa masalah diantaranya : bagaimana sifat dinamik dari komposit berpenguat serat tumbuhan Giant false agave dengan resin epoxy ditinjau dari hasil pengujian getaran (impulse test), dan bagaimana struktur morfologi (struktur permukaan), ukuran partikel dan pori, serta bentuk partikel dari komposit serat Giant false agave dengan resin epoxy dari hasil pengujian Foto Micro.

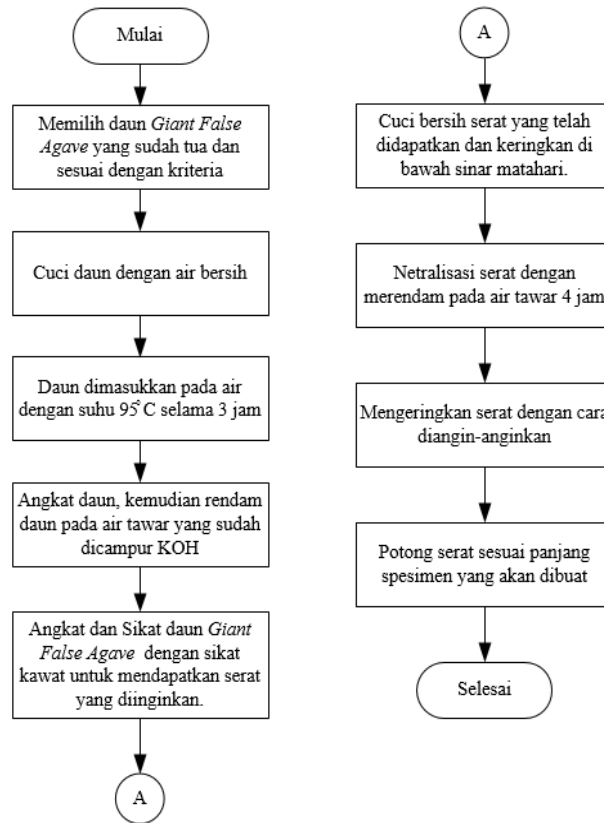
METODE

Langkah yang dilakukan dalam penelitian perlu direncanakan terlebih dahulu demi tercapainya tujuan penelitian. Oleh karena itu perlu adanya metode penelitian yang sesuai dengan topik yang ditentukan. Dalam metode penelitian ini terdapat informasi mengenai alat dan bahan, tahapan penelitian, eksperimen set-up, tempat dan waktu, teknik pengumpulan dan analisis data penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi. Lokasi yang pertama dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik mesin Universitas Merdeka Madiun Jl. Serayu No. 79, Kota Madiun Kode Pos 63133. Lokasi kedua di Laboratorium Perkeretapian Politeknik Negeri Madiun yang beralamatkan di Jalan Ring Road Barat, Winongo, Kecamatan Manguharjo, Kota Madiun, Jawa Timur 63162.



Gambar 5. Mengekstraksi Serat Dari Daun Giant false agave

Penelitian ini diawali dengan mengekstraksi serat dari daun Giant false agave. Daun dibersihkan kemudian direbus dalam air tawar pada suhu 95°C selama 4 jam. Selanjutnya daun direndam dalam air tawar selama 10 hari untuk mendapatkan sifat lunak. Setelah proses perendaman, diperoleh serat Giant false agave dengan cara menyikat daun menggunakan sikat kawat kemudian dibersihkan dan dijemur di bawah sinar matahari langsung. Untuk mendegradasi lignin yang menempel pada serat dilakukan proses alkalisasi dengan merendam serat dalam larutan Potassium Hydroxide dengan konsentrasi 5% selama 4 jam. Selanjutnya untuk mengetahui properti dinamis diselidiki dengan menerapkan uji Experimental Modal Analysis (EMA). Sedangkan morfologi dan mikrostruktur permukaan serat diperiksa di bawah Scanning Electron Microscope (SEM).



Gambar 6. Diagram Alir Ekstraksi Serat GFA

Pada tahap awal perlu memilih daun Giant false agave yang berwarna hijau atau kuning-hijau dengan bentuk linear-lanset, runcing pada ujungnya, dan berdaging dengan serat seperti benang paralel. Lebar daun mencapai 10-20 cm seperti yang ditampilkan pada gambar 8.



Gambar 7. Tumbuhan Giant false agave

Sebelum proses pembuatan spesimen, serat Giant false agave diekstraksi terlebih dahulu dengan dicuci dengan air sampai bersih kemudian daun GFA dipotong sesuai dengan yang kita inginkan seperti yang terlihat pada gambar 8. berikut,



Gambar 9. Proses pemotongan daun GFA

Kemudian setelah dicuci dan dipotong sesuai kebutuhan, daun GFA direndam pada air dengan suhu 95-100°C selama 4 jam seperti yang ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses perendaman daun GFA

Setelah direndam dengan ketentuan seperti diatas, daun tumbuhan GFA menjadi lunak dan belendir sehingga memudahkan kita untuk mengkerok dengan menggunakan pengaris atau sendok guna mendapatkan serat yang kita inginkan. Proses ini dapat kita lihat pada gambar 10. Kemudian dikeringkan dengan bantuan matahari secara langsung selama kurang lebih 6 jam. Pada gambar 11. merupakan contoh proses pengeringan serat GFA.



Gambar 11. Proses Ekstraksi serat



Gambar 12. Proses pengerigan serat

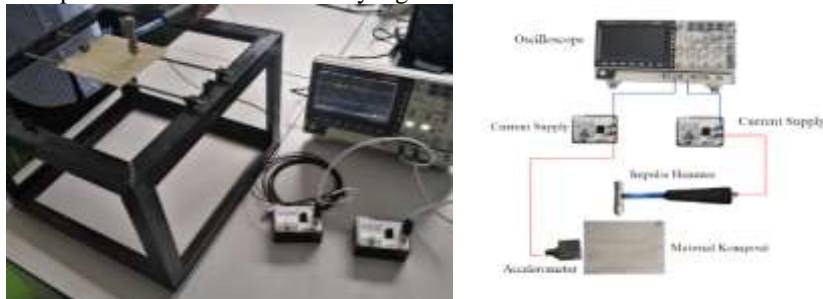
Setelah proses pengeringan, dilakukan proses Treatment serat Giant false agave untuk menghilangkan lignin menggunakan cairan Kalium Hidroksida (KOH) dengan waktu 4 jam, berikut merupakan tahapan treatment pada serat tumbuhan GFA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang lakukan, penulis mendapatkan hasil dan pembahasan tentang komposit dari serat Giant False Agave yang divariasikan yang mana hasil dan pembahasan dapat diamati seperti di bawah ini

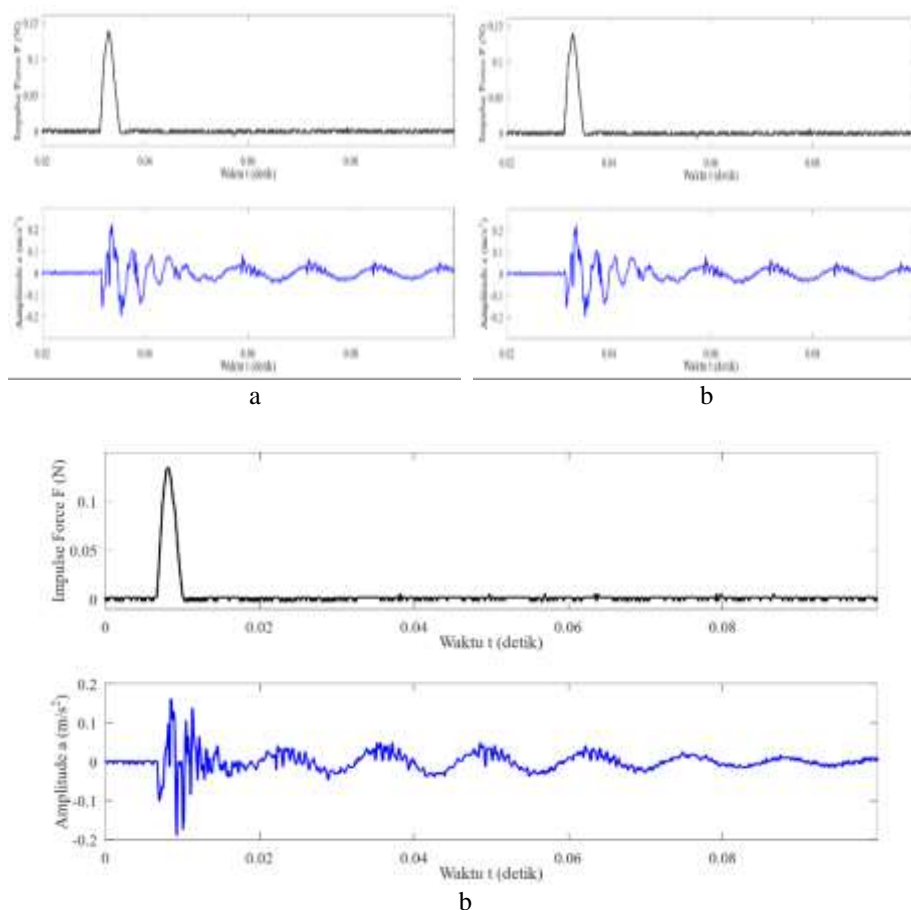
Sifat dinamik komposit berserat Gian False Agave

Sifat dinamik material komposit berserat Giant false agave dapat diketahui menggunakan impact hammer test seperti pada gambar 13. Accelerometer ditempelkan pada sisi kanan atas material komposit berserat Giant false agave sebagai sarana untuk mengakuisisi sinyal getaran yang dihasilkan dari respon ketukan, yang kemudian disimpan dan ditampilkan pada oscilloscope. Sinyal yang ditampilkan pada oscilloscope merupakan data mentah (raw data) hasil respon getaran dari material komposit. Data tersebut disimpan dalam bentuk CSV file yang akan diolah terlebih dahulu.



Gambar 13. Eksperimen Dinamik dengan Impact Hammer Test

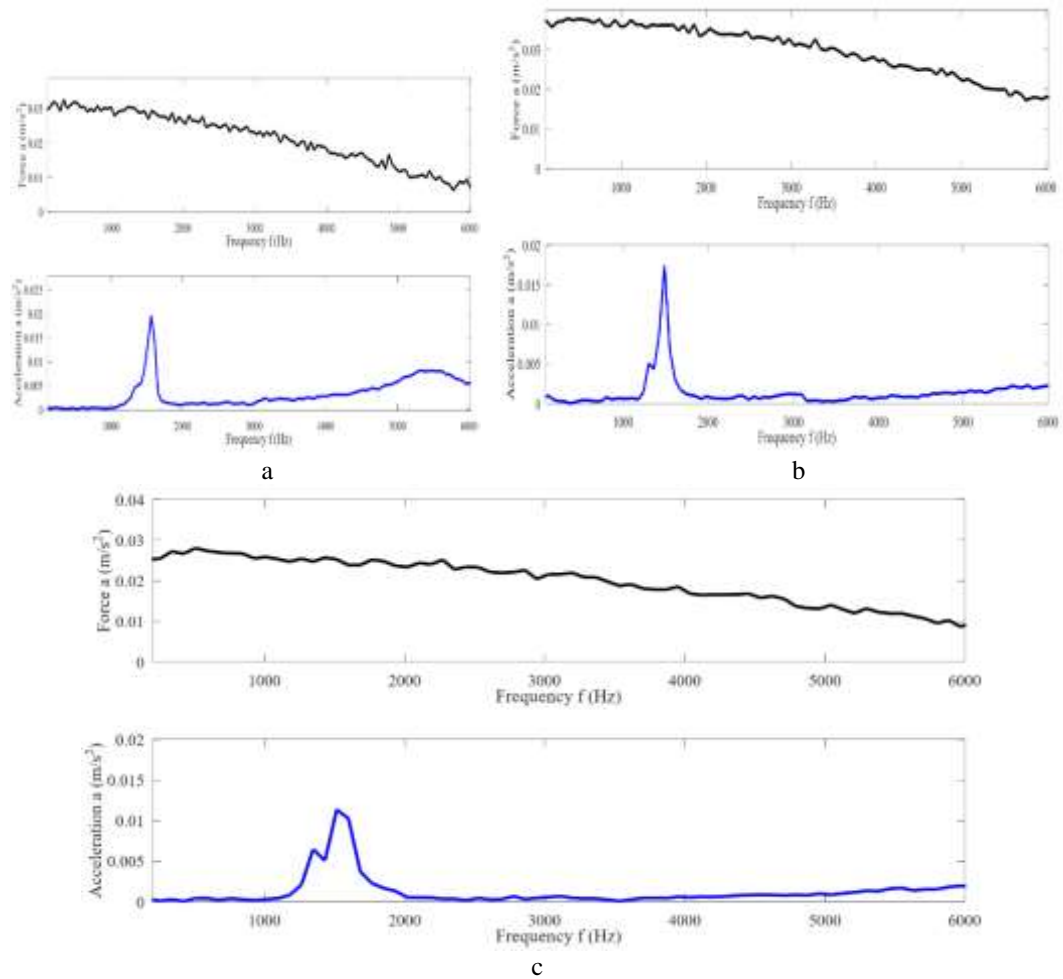
Pengolahan raw data tersebut dilakukan menggunakan software analisis numerik untuk mengetahui visualisasi gelombang dari pengolahan data yang dilakukan agar dapat dilakukan ekstraksi EMA. Pengolahan raw data dilakukan dengan menganalisis data dalam domain waktu. Hasil yang didapatkan adalah grafik impulse dan respon dalam domain waktu seperti pada gambar gambar 14 berikut:



Gambar 14. Plot Grafik Impulse dan Respon dalam domain waktu, (a) 20%, (b) 40%, (c) 60%

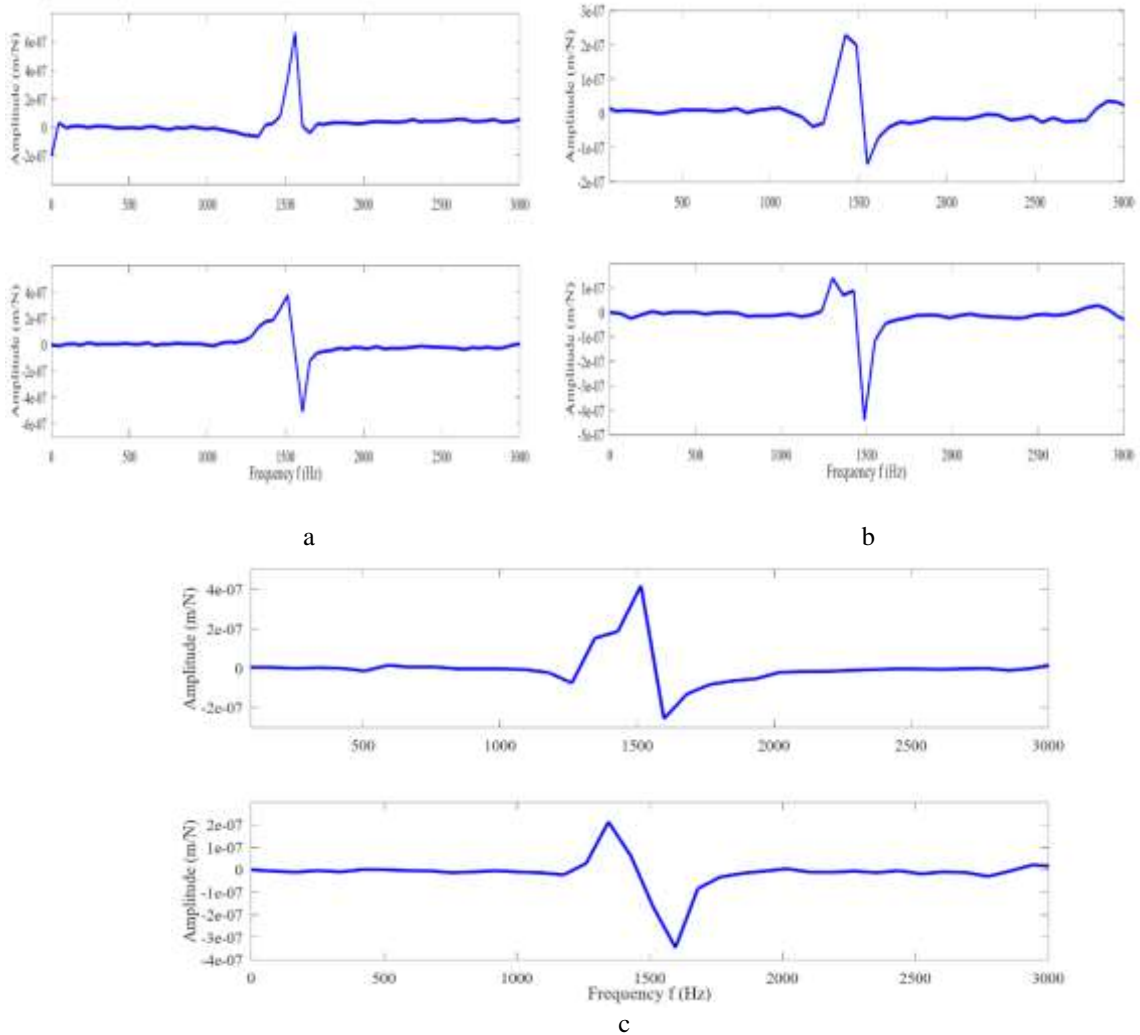
Grafik impulse menunjukkan adanya gaya paksa yang diberikan pada material komposit yang dilakukan berturut turut pada detik ke 0.34×10^{-5} , 0.15×10^{-5} dan 0.16×10^{-5} . Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya kenaikan grafik yang signifikan. Ketika material komposit diberikan gaya paksa menggunakan impact hummer tersebut maka terjadi respon seperti pada grafik respon. Material komposit memberikan respon dari gaya tersebut yaitu pada detik yang sama pada saat adanya gaya paksa. Hal tersebut menunjukkan respon getaran sangat cepat, dengan selisih waktu 0,00001 detik dari gaya impulse yang diberikan. Selain itu, dapat diketahui respon getaran tersebut akan semakin meluruh seiring dengan meningkatnya waktu, hingga benda akan kembali dalam kondisi diam dikarenakan getaran ini disebut meruapakan jenis getaran SDOF.

Data diatas masih berupa data dalam domain waktu, selanjutnya diubah menjadi data dalam domain frekuensi dengan Fast Fourier Transform (FFT). Grafik impulse dan respon dalam domain frekuensi ditunjukkan seperti pada gambar 15.



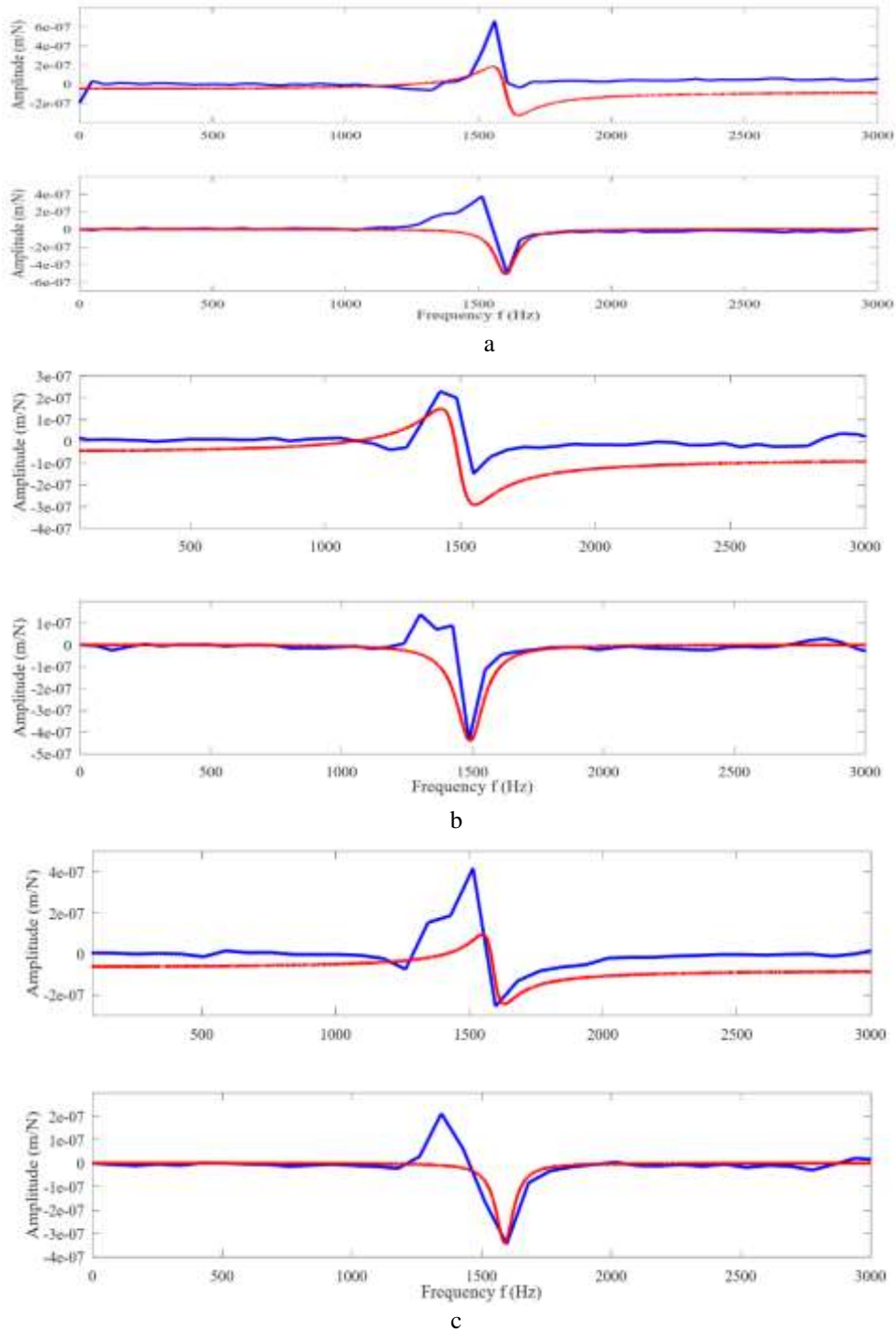
Gambar 15. Plot Grafik Impulse dan respon dalam domain Frekuensi (a) 20%, (b) 40%, (c) 60%

Pada grafik impulse dan respon dalam domain frekuensi, frekuensi respon getaran berturut turut yaitu sekitar 1000 Hz sampai 2000 Hz yang ditunjukkan dengan adanya kenaikan grafik mencapai percepatan sekitar 1,3 m/s^2 . Dari hasil FFT tersebut maka akan digunakan untuk mendapatkan grafik Frequency Response Function (FRF). Grafik FRF yang didapatkan ditunjukkan pada gambar 16 yang terdiri dari real part dan imaginary part.



Gambar 16. Grafik Real part dan Imaginary part of FRF (a) 20%, (b) 40%, (c) 60%

Dari grafik real part dapat diketahui nilai f_{n1} dan f_{n2} dengan melihat nilai yang ditunjukkan pada titik tertinggi dan titik terendah grafik real part of FRF berturut turut yaitu 1655 Hz, 1423 Hz dan 1510 Hz untuk nilai f_{n1} dan 1559 Hz, 1549 Hz, 1592 Hz untuk nilai f_{n2} . Sedangkan pada grafik imaginary part didapatkan nilai f_{n_n} dan amplitud sebesar 3856 Hz dan $-1,4 \times 10^{-6}$ m/N yang ditunjukkan pada titik terendah grafik imaginary part of FRF. Nilai-nilai tersebut akan digunakan untuk mengekstraksi EMA melalui persamaan-persamaan parameter dinamik.



Gambar 17. Grafik setelah Ekstraksi EMA (a) 20%, (b) 40%, (c) 60%

Gambar 17 merupakan grafik hasil dari ekstraksi EMA, grafik yang berwarna biru merupakan grafik awal dari real part dan imaginary part. Sedangkan grafik merah merupakan plot grafik hasil dari ekstraksi EMA. Dari grafik tersebut dapat diketahui hasil plot ekstraksi EMA tidak jauh berbeda dengan grafik sebelum dilakukan ekstraksi, sehingga ekstraksi EMA yang dilakukan sudah sesuai. Hasil ekstraksi EMA yang dilakukan dengan data hasil eksperimen didapatkan beberapa nilai parameter dinamik sebagai berikut.

DOI:10.17977/um054v9i2p 92-107

Tabel 1. Parameter Dinamik Hasil Real Eksperimen

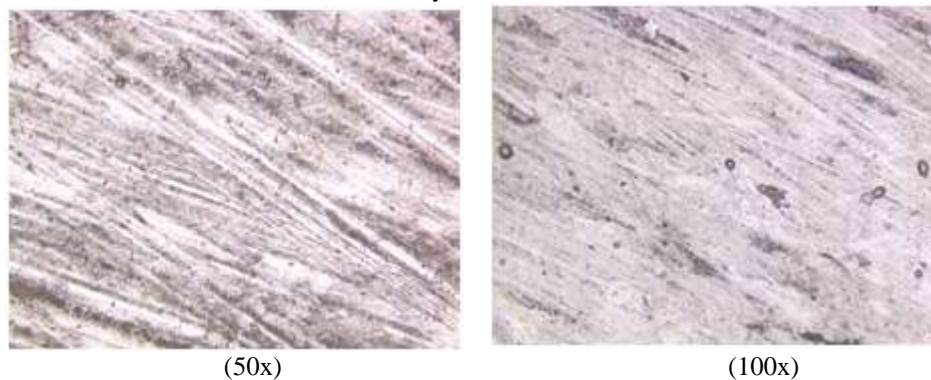
Parameter Dinamik	20%	40%	60%	80%	100%
Massa (m)	0,32 g	1,9 g	2,3 g	3,8 g	2,0 g
Damping ratio (ζ)	0,30 %	0,27 %	0,25 %	0,19 %	1,25%
Kekakuan (k)	$32,7 \times 10^{-6}$ N/m	$26,9 \times 10^{-6}$ N/m	$57,3 \times 10^{-6}$ N/m	$63,1 \times 10^{-6}$ N/m	$26,6 \times 10^{-6}$ N/m
Koefisien peredaman (c)	19,4 N.s/m	60,7 N.s/m	73,7 N.s/m	84,7 N.s/m	43,7 N.s/m
Frekuensi (f_n)	1602 Hz	1733 Hz	1779 Hz	1787 Hz	1679 Hz

Struktur Mikro komposit berserat Giant False Agave

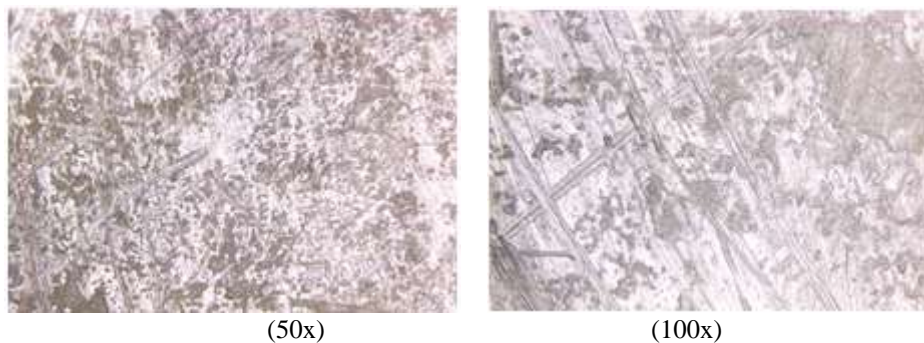
Hasil uji struktur mikro komposit berserat Giant false agave diamati menggunakan foto mikro (Olympus : Metallurgical Microscope BX53M With Digital Camera DP23) seperti yang ditunjukkan pada gambar 19 dengan perbesaran lensa 50x dan 100x.



Gambar 18 Obyek titik tembak Mikro



Gambar 19. Pengamatan foto mikro terhadap pembentukan struktur Komposit berserat GFA variasi 60 %.



Gambar 20. Pengamatan foto mikro terhadap pembentukan struktur Komposit berserat GFA variasi 70 %.

Gambar 19 dan Gambar 20 menunjukkan pengamatan foto mikro permukaan komposit berserat GFA dengan perbesaran 50x dan 100x. Secara keseluruhan, serat GFA mengikat satu sama lain sehingga mengarah ke pembentukan matriks. Hal tersebut paling jelas terlihat pada Gambar 20 dengan variasi 80% dimana serat yang terbentuk memiliki garis yang Panjang dan lebih padat. Struktur mikro pada komposit berserat GFA dengan variasi 20% menunjukkan bahwa unsur penyusunnya yaitu serat GFA dalam hal penyebarannya kurang mengikat satu sama lain. Penyebaran serat tidak merata terhadap seluruh area matriks.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian serta pembahasan yang telah dilakukan dan hasil yang telah didapatkan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Pertama hasil pengujian dinamik dengan ekstraksi EMA dilakukan pada material komposit berserat Gianf false agave didapatkan nilai-nilai karakteristik dinamik meliputi massa berturut turut 0.32 g, 1.9 g, 2.3 g, rasio redaman berturut turut 0.30 %, 0.27 %, 0.25 %, kekakuan berturut turut 32.7×10^{-6} N/m, 26.9×10^{-6} N/m, 57.3×10^{-6} N/m, koefisien redaman berturut turut 19.4 N.s/m, 60.7 N.s/m, 73.7 N.s/m dan frekuensi pribadi berturut berturut 1602 Hz, 1733 Hz, 1779 Hz, dan kedua hasil pengujian foto mikro, komposit dengan volume serat 20% memiliki frekuensi natural sebesar 6880 Hz, dimana frekuensi tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan frekuensi yang dialami oleh komposit dengan volume serat 40% dan 60% yakni sebesar 8480 Hz dan 11200 Hz. Semakin tinggi volume serat maka semakin besar pula frekuensi alami dan kekakuan yang dihasilkan dari suatu material, namun menghasilkan redaman yang semakin kecil.

.DAFTAR RUJUKAN

- [1] Callister, W. D. 2019. *Materials Science and Engineering*. Department of Metallurgical Engineering. Wiley. United States of America.
- [2] Chairunnisa, N., Nurwidayati, R., & Muhammad, M. 2022. The effect of natural fiber banana fiber on the mechanical properties of self-compacting concrete. *Journal of Applied Engineering Science*. 20(2): 331–338.
- [3] Sarwin Kumar Muniandy, S.M. Sapuan, R.A. Ilyas, Faisal, S., & Azmi, A. 2022. Sugar Palm Lignocellulosic Fiber Reinforced Polymer Composite: A Review. *Journal of Fibers and Polymer Composites*. 1(1) : 1–19.
- [4] Syafri, E., Melly, S., Anas, I., Defrian, A., Umar, S., & Mahardika, M. 2022. Extraction and Characterization of Agave gigantea Fibers with Alkali Treatment as Reinforcement for Composites. *Journal of Natural Fibers*, 19(14) : 8309–8318.
- [5] Susmitha. 2016. Natural Fibres, Hybrid sandwich composite, Modal analysis, MR fluid. *Journal of Mechanical Engineering and Automation*.
- [6] Tomi, B., Maryanti, B., & Kartika, S. A. 2021. Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serabut Kelapa Merah Dengan Fraksi Volume Menggunakan Resin epoxy.
- [7] Riyanto, A., & Irfa'I, M. A. 2018. Pengaruh Fraksi Volume Serat Komposit Hybrid Berpenguat Serat Bambu Acak Dan Serat E-Glass Anyam Dengan Resin Polyester Terhadap Kekuatan Bending. Universitas Negeri Surabaya. 06.
- [8] Hasyim, U. H., Yansah, N. A., & Nuris, M. F. 2018. Modifikasi Sifat Kimia Serbuk Tempurung Kelapa (Stk) Sebagai Matriks Komposit Serat Alam Dengan Perbandingan Alkalisasi Naoh Dan Koh. Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta : 17 Oktober 2018.

- [9] Wicaksono, S., Muharram, N. R., Judawisastra, H., & Dirgantara, T. 2021. Numerical Simulation of Damage in Sandwich Composite Panels Due to Hydrodynamic Impact. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 53(3) : 210304.
- [10] Nesimnasi, J. J. S., Boimau, K., Pell, Y. M., Adisucipto, J., & Ntt, P.-K. 2015. Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) pada Serat Agave Cantula terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. 02(01) : 20-26.
- [11] Mahayatra, I. G. 2013. Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Marmer Statuari Terhadap Sifat Mekanik Komposit Partikel Marmer Statuari. *Jurnal fema*. 1.
- [12] Herlinasari, N., & Suteja, S. 2022. Pineapple Leaf Fiber Reinforced Polyester Composite Modified with Particles from Horse Dung Waste: Characterization of Mechanical Properties and Morphology. *Journal of Fibers and Polymer Composites*, 1(1) : 20–33.
- [13] Akhmad Nadji Shabiri, Rizky Salaam Ritonga, & M. Hendra S. Ginting. 2014. Pengaruh Rasio Epoksi/Ampas Tebu Dan Perlakuan Alkali Pada Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 28–31.
- [14] Kusuma, D. T. 2020. Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Transformasi Sinyal Frekuensi Suara Sebagai Upaya Perolehan Average Energy (AE) Musik. *PETIR*. 14(1) : 28–35.