

Pengaruh Penambahan Serat Jerami Padi Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada komposit Hybrid Serat Gelas / Poliester Sebagai Aplikasi Bilah Kincir Angin

M Milawarni¹, Fahmi², T Zulfadli³, Cut Yusnar⁴, Deni Iqbal⁵

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

^{4,5} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹milawarni@pnl.ac.id

Abstrak— Telah dilakukan penelitian terhadap komposit *hybrid* yang memanfaatkan kombinasi serat gelas (SG), serat jerami (SJ) dan matrik polyester sebagai perpaduan serat alam dan serat sintetis. Kebutuhan akan bahan yang kuat, murah, mudah didapat dan ramah lingkungan menyebabkan berkembangnya penggunaan komposit *hybrid* berpenguat serat alam dan sintetis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat Jerami padi (SJ) pada komposit serat gelas dan matrik polyester terhadap sifat fisis dan mekanisnya. Hasil pengujian dan perhitungan menunjukkan nilai sifat fisis diantaranya kerapatan dan kadar air berkisar antara 0,75-1,05 gr/cm³ dan 3,21- 4,65 %. Nilai kerapatan tertinggi 1,05 gr/cm³ dan kadar air terendah 3,21% berada pada sampel II dengan komposisi SG/SJ/PE 10/10/80% . Sementara untuk nilai MOR dan MOE tertinggi juga berada pada samepl II dengan nilai 1590,73 gr/cm² dan 876,43 gr/cm². Data ini dapat diaplikasikan sebagai bahan dasar dalam pembuatan bilah kincir angin.

Kata kunci— Serat gelas , serat jerami padi, poliester, komposit, bilah kincir angin, sifat fisis dan mekanis.

Abstract— The Research has been carried out on hybrid composites that utilize a combination of glass fiber (SG), straw fiber (SJ) and a polyester matrix as a blend of natural fibers and synthetic fibers. The need for materials that are strong, inexpensive, easy to obtain and environmentally friendly has led to the development of the use of hybrid composites reinforced with natural and synthetic fibers. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of rice straw fiber (SJ) to the glass fiber composite and polyester matrix on its physical and mechanical properties. The results of tests and calculations show that the values for physical properties, including density and moisture content, range from 0.75-1.05 gr/cm³ and 3.21-4.65%. The highest density value is 1.05 gr/cm³ and the lowest water content is 3.21% in sample II with composition SG/SJ/PE 10/10/80%. Meanwhile, the highest MOR and MOE values were also in sample II with values of 1590.73 gr/cm² and 876.43 gr/cm². This data can be applied as a basic material in the manufacture of windmill blades.

Keywords— Glass fiber, rice straw fiber, polyester, composites, windmill blades, physical and mechanical properties.

I. PENDAHULUAN

Turbin angin pada saat ini terus berkembang untuk menghasilkan energi listrik alternatif dari energi gerak menjadi listrik. Salah satu bagian terpenting dalam kincir angin adalah bagian bilah (*blade*). Bagian ini berfungsi untuk menangkap angin yang kemudian diteruskan ke generator.

Bahan dasar pembuatan kincir angin ada yang terbuat dari kayu tetapi sering mengalami permasalahan dengan permukaannya, salah satunya akibat benturan partikel dan debu yang terbawa oleh angin dan tingkat kepekaan terhadap kelembaban yang rendah [1][2].

Pada saat sekarang ini bahan yang sering digunakan untuk untuk bilah kincir angin adalah komposit, lebih khusus komposit matik polimer (PMC) dan juga disebut sebagai plastik diperkuat serat (FRP). Selama ini bahan yang dibuat untuk bilah kincir angin terbuat dari serat bahan sintetis, dimana serat ini bersifat tidak terbarukan, karena tidak terurai oleh alam. Sehingga mulai dikembangkan serat alam yang lebih ramah lingkungan. Walaupun tidak sepenuhnya menggeser serat sintetis, tetapi hal ini merupakan langkah bijak untuk menyelamatkan lingkungan. Komposit *hybrid* merupakan perpaduan berbagai jenis serat yang dikombinasikan menjadi komposit. Komposit berpenguat serat alam memiliki rasio kekuatan dengan kerapatan yang tinggi sehingga bersifat ringan. Banyaknya serat atau partikel alam yang dapat digunakan untuk pembutaan komposit yang diaplikasikan sesuai kebutuhan, seperti kulit kopi [3][4].

Salah satu serat alam yang digunakan adalah jerami padi yang merupakan batang padi yang memiliki panjang 40-60 cm dan berupa ruas-ruas yang bagian dalamnya berongga sehingga berpotensi sebagai bahan pengisi serat sintetis. Serat

jerami padi ini juga mudah didapat dan banyak tersedia. Penambahan jerami padi dengan matrik polimer akan menghasilkan komposit alternatif pembuatan bilah kincir angin. Penggunaan bahan serat gelas tipe E, CSM dan WR dihibridisasi dengan serat sabut kelapa dapat menghasilkan kekuatan tarik maksimum 309 Mpa dan Modulus elastisitas 5,42 Gpa [5]. Penambahan serat alam sisal, bambu, kenaf telah dilakukan untuk pengisi bahan komposit bilah kincir angin, yang mampu meningkatkan nilai regangan [6][7][8][9].

Untuk mendapatkan nilai kekuatan mekanik yang tinggi tetapi massa yang ringan, maka komposit dipadukan dengan serat sintetis.

Serat gelas (FG) adalah suatu bahan yang mengkombinasikan keringanan bahan dengan kekuatan intrinsik untuk menyediakan suatu lapisan luar yang tahan segala cuaca, dengan berbagai variasi tekstur permukaan. Nilai kekuatan regangan E glass adalah 1,770 Mpa [10]. Serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe acak atau *Chopped Strand Mat* (CSM) [11].

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan komposit *hybrid* dari paduan serat gelas, serat jerami padi dan matrik poliester untuk dapat digunakan data -data sifat fisis dan mekaniknya sebagai bahan pembuatan bilah kincir angin.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pembentukan Komposit

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Unsaturated Polyester (PE) tipe Yukalac C-108-B dan penguat dari serat jerami padi (SJ) dan serat gelas (SG) tipe CSM. Serat jerami dibuat dalam bentuk serat Panjang sesuai ukuran cetakan. Adapun variasi lapisan ini dibuat dengan 3 lapisan

yaitu, SG/SJ/SG. Komposisi persen berat masing-masing serat dan matrik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi persen berat serat dan matrik

No Sampel	SG (%)	SJ (%)	PE (%)
I	10	10	80
II	10	20	70
III	10	30	60
IV	10	40	50
V	10	50	40

Metode pembuatan komposit ini dibentuk secara *hand lay-up*. Prosedur pembuatan spesiment komposit, meliputi 4 proses utama, yaitu persiapan, pencetakan dan pembentukan spesiment dan pengujian.

Persiapan Jerami

Jerami diambil dari sawah perani daerah Aceh Utara, bagian jerami yang digunakan adalah batang jerami. Serat jerami dibersihkan dari kotoran yang menempel. Jerami dipotong dengan ukuran 10 cm dan direndam dalam larutan NaOH 5 % selama 1,5 jam, kemudia dicuci dalam air mengalir sampai bersih dan dikeringkan pada suhu 27°C hingga kadar air 12%.

Persiapan serat gelas

Serat gelas yang digunakan tipe acak atau *Chopped Strand Mat (CSM)* ditimbang sesuai fraksi volume.

Persiapan Matrik Poliester

Resin dan katalis dituang kedalam gelas ukur sesuai dengan perhitungan komposisi. Setelah itu campuran resin dan katalis ini diaduk hingga merata, selama 2-3 menit.

Pencetakan Spesimen dan pembentukan

Campuran ini dituang kedalam cetakan dengan urutan resin kemudian dilapisi serat gelas (SG) setelah dilapisi dengan resin lagi dan diletakkan serat Jerami (SJ) dan diletakkan resin kemudian serat gelas (SG) dan ditutup kembali dengan resin. , kemudian dimasukkan ke mesin hotpress dengan tekanan 24 kg/cm² dan suhu 180°C selama 5 menit.

Setelah itu spesimen dikondisikan selama 7 hari pada suhu kamar, kemudian dibentuk untuk pengujian fisis yaitu kerapatan, kadar air serta uji mekanis yaitu uji bending atau dikenal dengan *Modulus of Rupture (MOR)* dan *Modulus Elasticity (MOE)* dan sesuai ASTM D 790 menggunakan *universal machine*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semuan spesimen dibuat maka dilakukan pengujian dan dilakukan perhitungan kemudian didapat sejumlah parameter hasil pengujian.

Karakteristis fisis, yaitu kerapatan sampel dapat dilihat pada gambar 1. Kerapatan merupakan karakteristik dasar sebuah material yang menunjukkan pada ukuran seberapa banyak suatu densitas berada dalam suatu jumlah yang tetap dalam suatu ruang. Dalam hal lain kerapatan atau massa jenis bahkan dikenal dengan densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya.



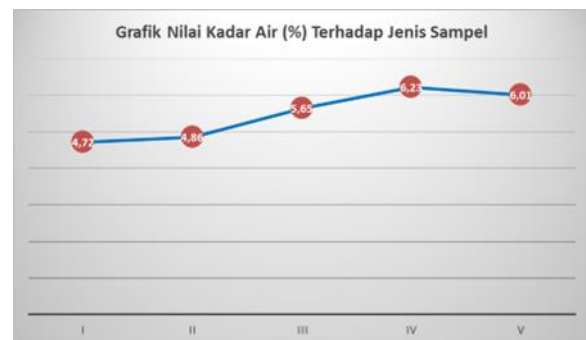
Gambar 1 Nilai kerapatan terhadap jenis sampel

Gambar 1 menunjukkan nilai kerapatan sampel berkisar 0,75-1,05 gr/cm³. Kerapatan terendah ada pada sampel V komposisi SG:SJ:PE 10:50:40 (%). Sementara kerapatan tertinggi ada pada sampel II komposisi SG:SJ:PE 10:20:70 (%).

Kerapatan menunjukkan besarnya massa benda yang menempati volume.

Pada sampel II komposit didominasi oleh matrik polyester sebesar 70%. Matrik ini mampu membasahi SG dan SJ secara merata sehingga serat dapat terikat oleh matrik dengan baik dan serat mampu memberikan sisa ruang yang cukup sehingga matrik dapat mengikat ke seluruh bagian serat.

Kadar air menunjukkan air yang terkandung dalam suatu benda. Gambar 2 menunjukkan nilai kadar air pada masing-masing sampel.

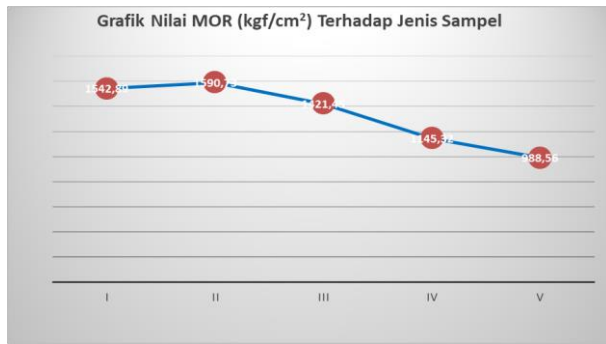


Gambar 2 Nilai Kadar air terhadap jenis sampel

Nilai kadar air sampel berkisar antara 3,21- 4,65 %. Pada sampel terbesar bernilai 6,01% berada pada sampel V dengan komposisi SG/SJ/PE 10/50/40%. Dimana sampel didominasi oleh serat Jerami 50%, yang bersifat *higroskopik* atau mudah menyerap air, sementara matrik PE bersifat *hidroskopis* atau susah menyerap air [12][13]. Karena sampel didominasi SJ sehingga PE tidak mampu membasahi SJ dan SG secara sempurna. Nilai kadar air terendah berada pada sampel II dengan nilai 3,21%. Sampel ini ada pada komposisi SG/SJ/PE 10/20/70%, yang didominasi oleh matrik PE. Pada komposisi ini PE mampu membasahi SG dan SJ secara baik, sehingga sedikit celah yang terbentuk.

Nilai MOR (*Modulus of Rupture*) menunjukkan keteguhan patah suatu benda yang dapat dihitung dengan menggunakan besarnya tegangan pada permukaan bagian atas dan bagian bawah pada sampel di beban maksimum.

Hasil pengujian dan perhitungan mekanis yaitu MOR dan MOE, dapat dilihat pada gambar 3.



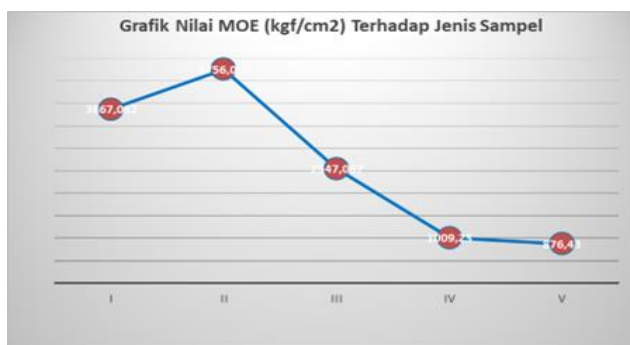
Gambar 3 Nilai MOR terhadap jenis sampel

Gambar 3 menunjukkan nilai MOR berkisar 988,56 – 1590,73 kgf/cm². Dimana nilai MOR terendah terdapat pada sampel V sebesar 988,56 kgf/cm² dengan komposisi SG/SJ/PE 10/50/40, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada sampel II yaitu 1590,73 kgf/cm² dengan komposisi SG/SJ/PE 10/20/70.

Pada sampel V didominasi oleh SJ dimana nilai kerapatan rendah dan kadar air yang tinggi. Sifat ini sangat berpengaruh terhadap kemampuan MOR. Pada sampel II didominasi oleh matrik PE. Pada komposisi ini diduga terjadi homogenitas sifat fisis dan mekanik.

PE mampu mengikat dan membasahi SG dan SJ secara optimal. Penambahan SJ dalam komposit SG dan PE mampu meningkatkan nilai MOR. Penambahan fraksi volume SJ dan penurunan nilai matrik PE menyebabkan matrik kurang terdistribusi secara merata sehingga serat yang berada ditengah menjadi tidak terlapsi matrik dengan baik dan ikatannya menjadi lemah [14][15][3][16][17].

Modulus of Elasticity (MOE) menunjukkan ketahanan bahan untuk mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada beban itu. Gambar 4 menunjukkan nilai MOE dari sampel uji. Nilai MOE ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Nilai MOE terhadap jenis sampel

Nilai MOE berkisar antara 876,43-4756, 056 kgf/cm². Nilai terbesar berada pada sampel II yaitu komposisi SG/SJ/PE 10/20/70%. Sampel ini didominasi oleh matrik PE. PE mampu membasahi SG dan SJ secara baik sehingga tidak terdapat void yang besar pada permukaan sampel. Terlihat bahwa penambahan SJ dapat meningkatkan nilai MOE pada komposisi tertentu. Pada penelitian ini peningkatan nilainya terjadi pada sampel II, tetapi pada sampel III sampai V penambahan SJ padi pada komposit SG dan matrik PE dapat menurunkan nilai MOE. Andromeda (2019), melaporkan penambahan 30wt% kayu galam serutan dan matrik polyester pada komposit dapat meningkatkan sifat mekaniknya [18], begitu juga dengan penambahan serat rami [19].

IV. KESIMPULAN

Sifat fisis dan mekanis komposit *hybrid* serat gelas (SG), serat jerami padi (SJ) dan matrik polyester diantaranya kerapatan, kadar air, MOR dan MOE dipengaruhi oleh komposisi masing-masing komposit. Penambahan SJ dapat meningkatkan sifat fisis dan mekanis pada komposit. Dari hasil data yang diperoleh terhadap sifat fisis dan mekanis maka komposit ini dapat diaplikasikan sebagai bahan pembuatan bilah kincir angin.

REFERENSI

- [1] R. Advances, Recent Advances in Composite Materials for Wind Turbine Blades .
- [2] L. Mishnaevsky, K. Branner, H. N. Petersen, J. Beauson, M. McGugan, and B. F. Sørensen, "Materials for wind turbine blades: An overview," *Materials (Basel)*, vol. 10, no. 11, pp. 1–24, 2017, doi: 10.3390/ma10111285.
- [3] Milawarni;Yassir;Radhiah;Elliyani;D Siska, "ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICLEBOARDS TRENGTHENED IN COFFEE HUSK – LDPE (LOW DENSITY POLIETHYLENE) – *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*," Int. J. Psychosoc. Rehabil. Conf. Spec. Issue, vol. 24, no. Special Issue, pp. 172–178, 2020, doi: 10.37200/IJPR/V24SP2/PR201297.
- [4] Milawarni, Nurlaili, and Sariyadi, "Characterization a binderless particleboard of coffee husk using Hydrogen Peroxide (H2O2) and Ferrous Sulfate (FeSO4)," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 352, no. 1, pp. 1–6, doi: 10.1088/1757-899X/352/1/012044.
- [5] I. Mawardi and Hanif, "Sifat Mekanis Komposit Polimer Hibrid Diperkuat Serat Sabut kelapa E Glass," *Ethos*, vol. 6, no. 2, pp. 297–304, 208AD.
- [6] P. Brøndsted, H. Lilholt, and A. Lystrup, "Composite materials for wind power turbine blades," *Annu. Rev. Mater. Res.*, vol. 35, no. 1, pp. 505–538, 2005, doi: 10.1146/annurev.matsci.35.100303.110641.
- [7] M. Ganesh, R. Kalagi, D. Rajashekar Patil, and M. Narayan Nayak, "Natural Fiber Reinforced Polymer Composite Materials for Wind Turbine Blade Applications," *Int. J. Sci. Dev. Res.*, vol. 1, no. 9, pp. 28–37, 2016, [Online]. Available: www.ijdsr.org.
- [8] S. Fibers, "Karakterisasi Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Lamina Serat Anyam Sisal Dan Gelas Diperkuat Polyester," vol. 19, no. 1, pp. 48–54, 2016.
- [9] S. Yono, "Pengembangan Komposit Serat Alam Rami Dengan Core Kayu Sengon Laut Untuk Aplikasi Sudu Turbin Angin," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, pp. 45–55, 2016, [Online]. Available: https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/view/1441%0Ahttps://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/article/viewFile/1441/1260.
- [10] Q. Zu, M. Solvang, and Hong Li, *Fiberglass Science and Technology*. Shelby,NC,USA: Springer Nature Switzerland, 2021.
- [11] M. A. Shomad, F. Yudhanto, and R. A. Anugrah, "Manufaktur dan Analisa Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Glass/Carbon untuk Aplikasi Pembuatan Blade Turbin Savonius," *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: 10.18196/jqt.020122.
- [12] M. A. Azman et al., "Natural Fiber Reinforced Composite Material for Product Design : A Short Review," 2021.
- [13] X. Xie, Z. Zhou, M. Jiang, X. Xu, Z. Wang, and D. Hui, "Cellulosic fibers from rice straw and bamboo used as reinforcement of cement-based composites for remarkably improving mechanical properties," vol. 78, pp. 153–155, 2015.
- [14] C. B. Wiranegara, X. Salahudin, and S. Hastuti, "Pemanfaatan Serat Alam Dan Serat Sintetis Sebagai," vol. 5, no. 2, pp. 30–37, 2022.
- [15] E. Yusniyanti and A. Irwansyah, "Analisa Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer dari Penambahan Serat Panjang Sabut Kelapa," vol. 3, no. 1, pp. 103–108, 2019.
- [16] S. Milawarni, "Pembuatan Plazore dari Plastik Bekas dengan Media Minyak Jelantah dan Aplikasi sebagai Peredam Bunyi," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 2, no. 718, pp. 52–62, 2017.
- [17] Milawarni and Yassir, "Properties of Composite Boards from Coconut Coir, Plastic Waste and Urea Formaldehyde Adhesives," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 536, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/536/1/012110.
- [18] A. D. Laksono, I. Ismail, and C. R. Ningrum, "Studi Pengaruh Komposisi Pengisi Serat Alam Kayu Galam (Melaleuca Leucadendra) Bentuk Serutan pada Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Komposit Poliester Sebagai Material Untuk Aplikasi Bilah Kincir Angin," *J.*

Saintis, vol. 19, no. 1, pp. 9–14, 2019, doi: 10.25299/saintis.2019.vol19(1).2629.

- [19] [A. G. Rahmatulloh and M. A. Irfai, "PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT HYBRID DENGAN PENGUAT SERAT RAMI DAN SERAT KARBON BERMATRIK POLYESTER TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN Abstrak," J. Tek. Mesin, vol. 8, no. 2, pp. 61–66, 2020.