

NASKAH PUBLIKASI (*MANUSCRIPT*)

**PENGARUH FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN
BENDING KOMPOSIT HYBRID SERAT TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT DENGAN SERAT KACA**

***EFFECT OF VOLUME FRACTION ON THE TENSILE AND BENDING
STRENGTH OF A HYBRID COMPOSITE OF EMPTY PALM Bunch
FIBERS WITH GLASS FIBERS***

Wahyu Mutiara Ramadhan¹, Agus Mujiyanto², Hery Tri Waloyo³



**WAHYU MUTIARA RAMADHAN
NIM 1911102442026**

**DOSEN PEMBIMBING:
AGUS MUJIANTO, S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
JULI 2023**

Naskah Publikasi (*Manuscript*)

**Pengaruh Fraksi Volume terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit
Hybrid Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Serat Kaca**

***Effect of Volume Fraction on the Tensile and Bending Strength of a Hybrid
Composite of Empty Palm Bunch Fibers with Glass Fibers***

Wahyu Mutiara Ramadhan¹, Agus Mujianto², Hery Tri Waloyo³



**Wahyu Mutiara Ramadhan
NIM 1911102442026**

**Dosen Pembimbing:
Agus Mujianto, S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
JULI 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH FRAKSI VOLUME TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN
BENDING KOMPOSIT HYBRID SERAT TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT DENGAN SERAT KACA**

NASKAH PUBLIKASI

Disusun Oleh:
Wahyu Mutiara Ramadhan
NIM 1911102442026

Disetujui
Pada Tanggal 10 Juli 2023

Penguji I



Agus Mujianto, S.T., M.T
NIDN 1124088603

Penguji II



Khanif Setiyawan, S.T., M.T
NIDN 1123057301

Penguji III



Andi Nugroho, S.T., M.T
NIDN 1129089001

Mengetahui,

Ketua

Prodi S1 Teknik Mesin



Ic/Anis Siti Nurrohkayati, S.T., M.T
NIDN 1114019202

Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Hybrid Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Serat Kaca

Wahyu Mutiara Ramadhan^a, Agus Mujiyanto^b, Herytriwaloyo^c

Program Studi S1 Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

Jln. Ir. H. Juanda, No. 15 Sidodadi, Samarinda Ulu

Telephone/fax +62541748511

e-mail: wahyumr20@gmail.com, am713@umkt.ac.id, htw182@umkt.ac.id

Abstract

Composite is a combination of two or more different materials and combined with the aim of getting better strength than the constituent materials. This study aims to determine the effect of volume fraction on the tensile and bending strength of a hybrid composite of empty palm fiber fruit bunches and glass fiber in a volume fraction variation of 30% with a fiber ratio of 10k:20t, 15k:15t, and 20k:10t. In this study, the tests carried out were tensile testing with density (ASTM D3039) and bending testing with density (ASTM D7264). Based on the results of research on the variable volume fraction of 30%, it was found that the average value of the maximum tensile strength in the 20k:10t variation was 38.56 MPa. While the lowest average value of the tensile strength in the 10k:20t variation is 19.4 MPa. Furthermore, the maximum average yield of bending stress in the 15k:15t variation is 172.6442 MPa. While the lowest average value is in the 10k:20t variation of 130.619 MPa. From the results of the tensile and bending tests it can be concluded that the best tensile strength is in the 20k:10t variation and for the best bending stress is in the 15k:15t variation.

Keywords: Hybrid Composite, TKKS Fiber, Glass Fiber, Volume Fraction, Tensile Test, Bending Test

Abstrak

Komposit adalah gabungan antara dua atau lebih material yang berbeda dan dikombinasikan dengan tujuan untuk mendapatkan kekuatan yang lebih baik dari material penyusunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume pada kekuatan tarik dan bending komposit hybrid serat tandan kosong kelapa sawit dengan serat kaca pada variasi fraksi volume 30% dengan perbandingan serat 10k:20t, 15k:15t, dan 20k:10t. Pada penelitian ini pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dengan densitas (ASTM D3039) dan pengujian bending dengan densitas (ASTM D7264). Berdasarkan hasil dari penelitian pada variable fraksi volume 30% didapatkan data nilai rata-rata kekuatan tarik maksimal pada variasi 20k:10t sebesar 38,56 MPa. Sedangkan nilai terendah rata-rata kekuatan tarik pada variasi 10k:20t sebesar 19,4 MPa. Selanjutnya hasil rata-rata maksimal tegangan bending pada variasi 15k:15t sebesar 172,6442 MPa. Sedangkan nilai rata-rata terendah pada variasi 10k:20t sebesar 130,619 MPa. Dari hasil uji tarik dan bending dapat di ambil kesimpulan kekuatan tarik terbaik ada pada variasi 20k:10t dan untuk tegangan bending terbaik ada pada variasi 15k:15t.

Kata Kunci : Komposit Hybrid, Serat TKKS, Serat Kaca, Fraksi Volume, Uji Tarik, Uji Bending

1. Pendahuluan

Jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun dilihat dari 2011 yang mencapai 22,5 ton dan terprediksi akan bertambah [1]. Dari produksi kelapa sawit tersebut menghasilkan limbah yang berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) [2].

Limbah ini dapat dimanfaatkan dengan baik, salah satunya adalah dengan menggunakan limbah serat tersebut sebagai bahan penguat komposit [3]. Oleh karena itu penggunaan serat alam yang ramah lingkungan merupakan hal yang dapat membantu menciptakan lingkungan

yang baik. Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit masih menghasilkan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit yang menggunakan penguat serat sintetis [4]. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan kekuatan yang baik pada komposit serat alam seperti pada penelitian sebelumnya yang mengkombinasikan serat sintetis atau biasa disebut komposit *hybrid* [5].

Komposit *hybrid* adalah komposit yang penguatnya terdiri dari lebih dari satu jenis penguat[6]. Komposit *hybrid* ini biasanya bertujuan untuk menambah kekuatan atau mengurangi penggunaan serat sintetis [7]. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan uji coba dengan variable fraksi volume dengan perbandingan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan serat kaca sehingga didapatkan kombinasi kekuatan yang optimal dari pengujian tarik dan bending.

2. Metodologi

2.1 Tempat dan waktu penelitian

Adapun tempat dan waktu pelaksanaan penelitian ini baik dari pembuatan benda uji, pengujian, hingga pengambilan data adalah di Laboratorium Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur dan waktu penelitian dimulai dari tanggal 22 Agustus 2022 hingga 23 Desember 2022. Kegiatan penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan selanjutnya membuat spesimen kemudian menguji spesimen dengan uji tarik dan bending.

2.2 Alat dan bahan penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Timbangan digital, kaca, jangka sorong, gelas ukur, penggaris, sarung tangan latex, kuas, skrap,suntikan, mesin gerinda dan pengaduk. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat tandan kosong kelapa sawit, serat kaca jenis *Chopped Strand Mat*, resin *polyester*, katalis, dan larutan NaOH.

2.3 Prosedur Penelitian

Dalam pembuatan komposit ini bisa dilakukan dengan berbagai cara, namun disini saya menggunakan metode *hand lay up* Langkah pertama yang dilakukan yaitu merendam serat tandan kosong kelapa sawit dengan larutan 20% NaOH selama 2 jam. Setelah itu serat di bilas hingga bersih dan dikeringkan dengan sinar matahari [8]. Selanjutnya hasil perendaman yang sudah kering disusun di atas cetakan dengan urutan penyusunan komposit seperti pada table 1. berikut ini:

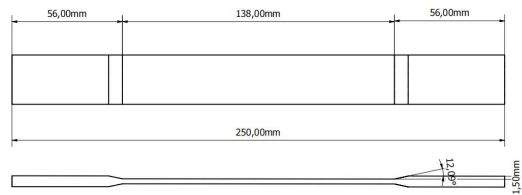
Table 1. Urutan penyusunan komposit

Serat kaca (<i>Fiberglass</i>)
Serat TKKS
Serat kaca (<i>Fiberglass</i>)

Dari tabel penyusunan komposit diatas menggunakan tiga perbandingan yaitu 10k:20t, 15k:15t, dan 20k:10t dengan fraksi volume 30 %. Selanjutnya serat tandan kosong kelapa sawit dan serat kaca disusun kedalam cetakan dan di timbang sesuai variasi fraksi volume 30%, setelah itu masukkan serat gelas dan oleskan resin yang sudah di campur katalis dengan kuas kemudian lapis lagi dengan serat TKKS dan tuangkan resin yang sudah dicampur hingga merata setelah itu masukkan kembali serat kaca dan oleskan resin dengan kuas hingga rata lalu tutup cetakan dengan hati-hati agar tidak terjadi ada gelembung-gelembung udara. Penutup diberi beban agar serat menempel dengan baik dan didiamkan selama 24 jam, kemudian setelah 24 jam spesimen di lepas dari cetakan untuk dibuat pola sesuai dengan standar uji tarik ASTM D3039 dan *bending* ASTM D7264 yang sudah ditentukan.

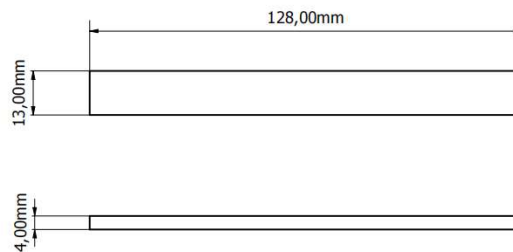
2.4 Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen uji dibuat dengan cara mandiri dengan cara menyusun serat tandan kosong kelapa sawit dan serat kaca kedalam cetakan. Adapun ukuran spesimen uji tarik dengan material komposit menggunakan standar (ASTM D3039) [9]dengan dimensi seperti gambar 1. Berikut :



Gambar 1. Dimensi Spesimen Uji Tarik (ASTM D3039)

Sedangkan untuk spesimen uji bending dengan material komposit menggunakan standar (ASTM D7264) [10] dengan dimensi seperti gambar 2.



Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji Bending (ASTM D7264)

Setelah itu proses selanjutnya pemotongan spesimen sesuai standar ASTM. Bentuk spesimen uji tarik dan bending bisa dilihat dibawah pada gambar 3.



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik dan Bending

2.5 Analisa Data

Analisa data yang akan di ambil yaitu pengaruh fraksi volume 30% pada kekuatan tarik dan *bending* serat tandan kosong kelapa sawit dan serat kaca yang diperoleh dari hasil uji tarik dan *bending* selanjutnya data di olah sehingga dapat diketahui hasil dari kekuatan dan tegangan. Berikut adalah table persenan dan perbandingan serat TKKS dan serat gelas.

Table 2. Persenan dan perbandingan serat TKKS dan serat gelas

Spesimen	Resin Polyester (70%)	Variasi Komposit Hybrid (30%)		Uji tarik	Uji bending
		Serat Kaca/Fiber Glass (%)	Serat TKKS (%)		
KTK 1	70 %	10 %	20 %		
		15 %	15 %		
		20 %	10 %		
KTK 2	70 %	20 %	20 %		
		15 %	15 %		
		10 %	10 %		

Dari table 2. akan di ambil data tertinggi dan terendah dari perbandingan serat tandan kosong kelapa sawit dan serat kaca dengan fraksi volume 30 % serat dan 70% resin *polyester* yang di lakukan dengan pengujian tarik dan bending agar dapat mengetahui pengaruh fraksi volume serat dengan perbandingan 10k:20t, 15k:15t, dan 20k:10t.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian komposit *hybrid* ini menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan serat kaca (*fiberglass*) sebagai penguatnya (*reinforcement*) dan resin *polyester* sebagai pengikat *matriks* [11]. Pada penelitian ini menggunakan ASTM D3039 untuk uji tarik dan untuk uji bending menggunakan ASTM D7264 [12]. Selanjutnya data diolah sehingga dapat diketahui hasil kekuatan dan tegangan tertinggi.

3.1 Hasil Pengujian Tarik

Adapun hasil dari pengujian tarik diperoleh data seperti pada tabel 3. Sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Tarik

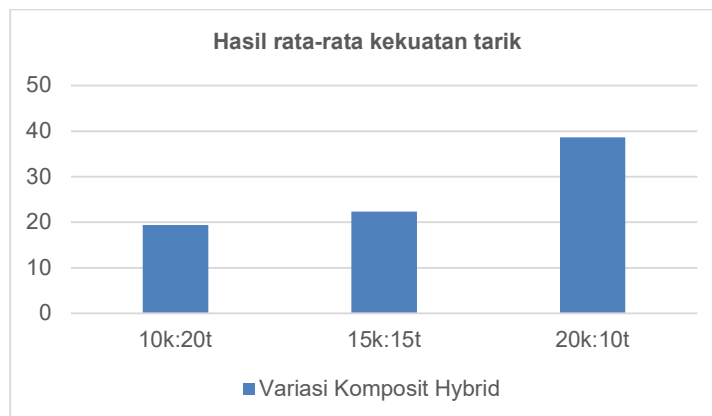
Spesimen	Variasi Komposit Hybrid (30%)		Hasil Pengujian Tarik (MPa)
	Serat kaca/fiberglass (%)	Serat TKKS (%)	
KTK 1	10 %	20 %	910
KTK 2	10 %	20 %	605
KTK 1	15 %	15 %	1.490
KTK 2	15 %	15 %	1.310
KTK 1	20 %	10 %	3.115
KTK 2	20 %	10 %	1.705

Dari data hasil pengujian tarik yang dilakukan menunjukkan hasil tegangan tertinggi ada pada perbandingan serat 20k:10t dengan hasil 3.115 Mpa dan terendah pada 10k:20 dengan hasil 605 MPa.

Table 4. Hasil rata-rata kekuatan tarik

Variasi Komposit Hybrid	Rata-Rata Kekuatan Tarik (Mpa)
10k:20t	19,4
15k:15t	22,4
20k:10t	38,56

Dari data table 4. di ambil data rata-rata kekuatan uji tarik tertinggi dari perbandingan serat 20k:10t sebesar 38,56 Mpa. Dari data tersebut menunjukkan terjadi suatu peningkatan kekuatan tarik setiap kali penambahan serat gelas. Berikut adalah grafik rata-rata kekuatan tarik:



Gambar 4. Grafik hasil rata-rata kekuatan tarik

3.2 Hasil Pengujian Bending

Pada pengujian *bending* dengan menggunakan 3 titik tumpu [13], Perbedaan utama antara konfigurasi pembebanan empat titik dan tiga titik adalah lokasi momen lentur maksimum dan tegangan lentur maksimum [14]. Dengan konfigurasi empat titik momen lentur konstan antara anggota aplikasi gaya pusat. Akibatnya, tegangan lentur maksimum seragam antara anggota aplikasi gaya pusat [15]. Dalam konfigurasi tiga titik, tegangan lentur maksimum terletak tepat di bawah pusat [16]. Berikut hasil yang didapatkan dari pengujian bending pada tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil dari pengujian bending

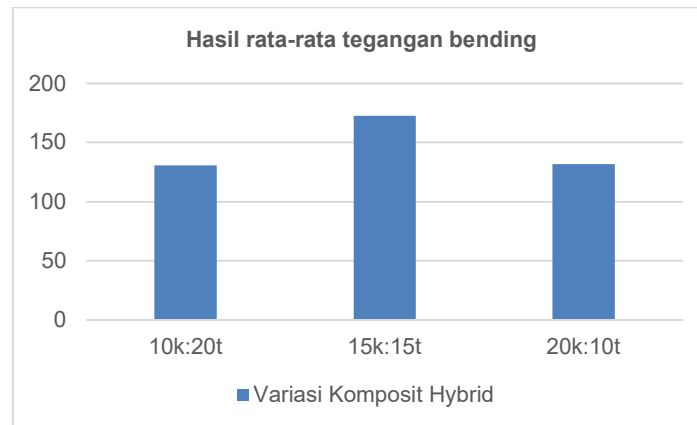
Spesimen	Variasi Komposit Hybrid (30%)		Hasil Pengujian Bending (MPa)
	Serat kaca/fiberglass (%)	Serat TKKS (%)	
KTK 1	10 %	20 %	300
KTK 2	10 %	20 %	275
KTK 1	15 %	15 %	330
KTK 2	15 %	15 %	430
KTK 1	20 %	10 %	270
KTK 2	20 %	10 %	310

Dari data table 5. Hasil pengujian *bending* menunjukkan hasil tegangan tertinggi sebesar 430 MPa pada perbandingan serat 15k:15t dan hasil tegangan terendah sebesar 270 Mpa pada perbandingan serat 20k:10t.

Tabel 6. Hasil rata-rata tegangan bending

Variasi Komposit Hybrid	Rata-Rata Tegangan Bending (MPa)
10k:20t	130,619
15k:15t	172,6442
20k:10t	131,7548

Dari data table 6. di ambil data rata-rata kekuatan uji *bending* tertinggi dari perbandingan serat 15k:15t sebesar 172,6442. Dari data tersebut terjadi peningkatan tegangan bending setiap kali penambahan serat gelas namun untuk pengujian *bending* menunjukkan bahwa serat TKKS memiliki sifat lentur yang baik sehingga data tersebut menunjukkan tegangan yang tertinggi pada perbandingan 15k:15t. Berikut adalah grafik rata-rata tegangan *bending*:



Gambar 5. Grafik hasil rata-rata tegangan bending

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang di dapatkan dari penelitian ini pada proses pembuatan komposit menggunakan metode *hand lay up* yang dimana proses pembuatan komposit dilakukan dengan cara menggabungkan serat kaca dengan serat tandan kosong kelapa sawit yang biasa

disebut dengan komposit *hybrid* . Dengan susunan serat fraksi volume 30% dan perbandingan serat yaitu 10k:20t, 15k:15t, dan 20k:10t.

Dari hasil uji tarik bisa diketahui bahwa kekuatan rata-rata tertinggi terletak pada variasi 20k:10t sebesar 38,56 Mpa dan terendah pada variasi 10k:20t sebesar 19,4 Mpa, Dan hasil uji bending bisa diketahui bahwa kekuatan rata-rata tertinggi terletak pada variasi 15k:15t sebesar 172,6442 Mpa dan terendah pada variasi 10k:20t sebesar 130,619 Mpa. Dari hasil uji tarik dan bending diketahui komposisi terbaik ada pada variasi uji tarik 20k:10t dan uji bending 15k:15t.

Daftar Pustaka

- [1] M. E. Cattau, M. E. Marlier, and R. DeFries, "Effectiveness of Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) for reducing fires on oil palm concessions in Indonesia from 2012 to 2015," *Environ. Res. Lett.*, vol. 11, no. 10, 2016, doi: 10.1088/1748-9326/11/10/105007.
- [2] Y. Sudiyani *et al.*, "Utilization of biomass waste empty fruit bunch fiber of palm oil for bioethanol production using pilot - Scale unit," *Energy Procedia*, vol. 32, pp. 31–38, 2013, doi: 10.1016/j.egypro.2013.05.005.
- [3] R. Xu, T. He, Y. Da, Y. Liu, J. Li, and C. Chen, "Utilizing wood fiber produced with wood waste to reinforce autoclaved aerated concrete," *Constr. Build. Mater.*, vol. 208, pp. 242–249, 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.03.030.
- [4] T. Martins, "Natural Fiber as a substitute to Synthetic Fiber... - Google Scholar," *Res. J. Eng. Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 46–53, 2019, [Online]. Available: https://scholar.google.co.in/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Natural+Fiber+as+a+substitute+to+Synthetic+Fiber+in+Polymer+Composites%3A+A+Review&btnG=
- [5] R. Rahman and S. Z. F. S. Putra, *Tensile properties of natural and synthetic fiber-reinforced polymer composites*. Elsevier Ltd, 2018. doi: 10.1016/B978-0-08-102292-4.00005-9.
- [6] S. Nunna, P. R. Chandra, S. Shrivastava, and A. K. Jalan, "A review on mechanical behavior of natural fiber based hybrid composites," *J. Reinf. Plast. Compos.*, vol. 31, no. 11, pp. 759–769, 2012, doi: 10.1177/0731684412444325.
- [7] A. R. G. de Azevedo *et al.*, "Natural fibers as an alternative to synthetic fibers in reinforcement of geopolymer matrices: A comparative review," *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 15, 2021, doi: 10.3390/polym13152493.
- [8] M. Azissyukhron and S. Hidayat, "Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 9, pp. 1–5, 2020.
- [9] L. Pyl, K. A. Kalteremidou, and D. Van Hemelrijck, "Exploration of specimen geometry and tab configuration for tensile testing exploiting the potential of 3D printing freeform shape continuous carbon fibre-reinforced nylon matrix composites," *Polym. Test.*, vol. 71, pp. 318–328, 2018, doi: 10.1016/j.polymertesting.2018.09.022.
- [10] G. Kastratović, A. Grbović, A. Sedmak, Božić, and S. Sedmak, "Composite material selection for aircraft structures based on experimental and numerical evaluation of mechanical properties," *Procedia Struct. Integr.*, vol. 31, no. 2019, pp. 127–133, 2021, doi: 10.1016/j.prostr.2021.03.021.
- [11] R. Krishna Adhikari and B. S. Keerthi Gowda, "Exploration of mechanical properties of banana/jute hybrid polyester composite," *Mater. Today Proc.*, vol. 4, no. 8, pp. 7171–7176, 2017, doi: 10.1016/j.matpr.2017.07.043.
- [12] N. M. Nurazzi, A. Khalina, S. M. Sapuan, R. A. Ilyas, S. A. Rafiqah, and Z. M. Hanafee, "Thermal properties of treated sugar palm yarn/glass fiber reinforced unsaturated polyester hybrid composites," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 2, pp. 1606–1618, 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2019.11.086.
- [13] Z. Xu, H. Zhang, Z. Yan, F. Liu, P. K. Liaw, and W. Wang, "Three-point-bending fatigue behavior of AZ31B magnesium alloy based on infrared thermography technology," *Int. J. Fatigue*, vol. 95, pp. 156–167, 2017, doi: 10.1016/j.ijfatigue.2016.10.013.
- [14] G. Lacidogna, G. Piana, and A. Carpinteri, "Damage monitoring of three-point bending concrete specimens by acoustic emission and resonant frequency analysis," *Eng. Fract. Mech.*, vol. 210, pp. 203–211, 2019, doi: 10.1016/j.engfracmech.2018.06.034.
- [15] N. Ilie, "ISO 4049 versus NIST 4877: Influence of stress configuration on the outcome of a three-point bending test in resin-based dental materials and interrelation between standards," *J. Dent.*, vol. 110, no. February, p. 103682, 2021, doi:

10.1016/j.jdent.2021.103682.

- [16] S. Xu, B. Liu, Y. Garbatov, W. Wu, and C. Guedes Soares, "Experimental and numerical analysis of ultimate strength of inland catamaran subjected to vertical bending moment," *Ocean Eng.*, vol. 188, no. July, p. 106320, 2019, doi: 10.1016/j.oceaneng.2019.106320.



UMKT
Program Studi
Teknik Mesin

Fakultas Sains dan Teknologi

Telp. 0541-748511 Fax:0541-766832

Website <http://mesin.umkt.ac.id>

email: mesin@umkt.ac.id



SURAT KETERANGAN ARTIKEL PUBLIKASI

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Agus Mujianto, S.T., M.T
NIDN : 1124088603
Nama : Wahyu Mutiara Ramadhan
NIM : 1911102442026
Fakultas : Sains dan Teknologi
Program Studi : S1 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa artikel ilmiah yang berjudul “Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Hybrid Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Serat Kaca” telah di submit pada jurnal TURBINE (Technology Urgency Breakthrough In Engineering) Pada tahun 2023. <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/turbine/submissions>.
<https://ejournal.umm.ac.id/index.php/turbine/authorDashboard/submission/26041>.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Samarinda, 24 Juli 2023

Mahasiswa

Wahyu Mutiara Ramadhan
NIM 1911102442026

Dosen Pembimbing Skripsi

Agus Mujianto, S.T., M.T
NIDN 1124088603