

Aplikasi Teknologi Komposit Bearing Berbahan Limbah Grajen Kayu Bengkirai-Limbah Serat Rami-Sylicone Carbon di Bengkel Triyasa Salatiga

Budi Basuki Subagio¹, Endro Wasito², Muhlasah Novitasari Mara³, Rizkha Ajeng Rochmatika⁴

^{1,2,3,4} Politeknik Negeri Semarang, Indonesia

Received : 20 November 2025, Revised : 5 Desember 2025, Published : 25 Februari 2026

Corresponding Author

Nama Penulis: Budi Basuki Subagio

E-mail: Budib.subagio@polines.ac.id

Abstrak

Program ini bertujuan mengembangkan suku cadang komposit berbahan limbah grajen kayu bengkirai, limbah serat rami, silicone carbon, dan resin epoxy untuk menghasilkan komponen bearing non-metal seperti rubber bearing dan bushing yang selama ini sulit diperoleh, langka, serta mahal karena produk impor. Teknologi ini diharapkan mampu menyediakan alternatif suku cadang dengan harga lebih terjangkau dan mendukung kemandirian industri lokal. Metode pembuatan dimulai dari pengumpulan limbah kayu bengkirai, limbah serat rami, silicone carbon, dan resin epoxy. Limbah diproses menjadi serat melalui pengikisan, pencelupan, dan pengeringan, kemudian dicampur dengan silicone carbon dan resin epoxy dengan perbandingan tepat agar komposisi merata. Campuran dipadatkan dan dibentuk sesuai kebutuhan, dilanjutkan proses pengeringan untuk memperkuat struktur. Setelah itu dilakukan pembaharan sebelum finishing menggunakan mesin grinding untuk mendapatkan presisi ukuran. Kesimpulan, Tim Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Semarang berhasil menghasilkan komposit bearing pengganti rubber bearing impor dengan memanfaatkan limbah kayu bengkirai, serat rami, silicone carbon, dan epoxy. Produk ini terbukti efektif diaplikasikan pada bengkel bubut Triyasa, serta berpotensi meningkatkan kemandirian industri lokal melalui pemanfaatan limbah menjadi bahan baku bernilai tambah.

Kata kunci - teknologi komposit, limbah kayu bengkirai, limbah rami, silicon carbon, suku cadang

Abstract

This program aims to develop composite spare parts made from bengkirai sawdust waste, ramie fiber waste, silicone carbon, and epoxy resin to produce non-metal bearing components such as rubber bearings and bushings, which have been difficult to obtain, scarce, and expensive due to import dependence. This technology is expected to provide a more affordable alternative and support local industrial self-reliance. The manufacturing method begins with the collection of bengkirai wood waste, ramie fiber waste, silicone carbon, and epoxy resin. The waste materials are processed into fibers through scraping, dipping, and drying, then mixed with silicone carbon and epoxy resin in precise proportions to obtain an even composition. The mixture is compacted and molded according to application needs, followed by drying to strengthen the structure. Machining is then carried out prior to finishing using a grinding machine to achieve dimensional precision. In conclusion, the Community Service Team of Politeknik Negeri Semarang successfully produced a composite bearing to replace imported rubber bearings by utilizing bengkirai wood waste, ramie fiber, silicone carbon, and epoxy. This product has been proven effective when applied at Triyasa lathe workshop and has the potential to enhance local industrial independence through the utilization of waste into value-added raw materials.

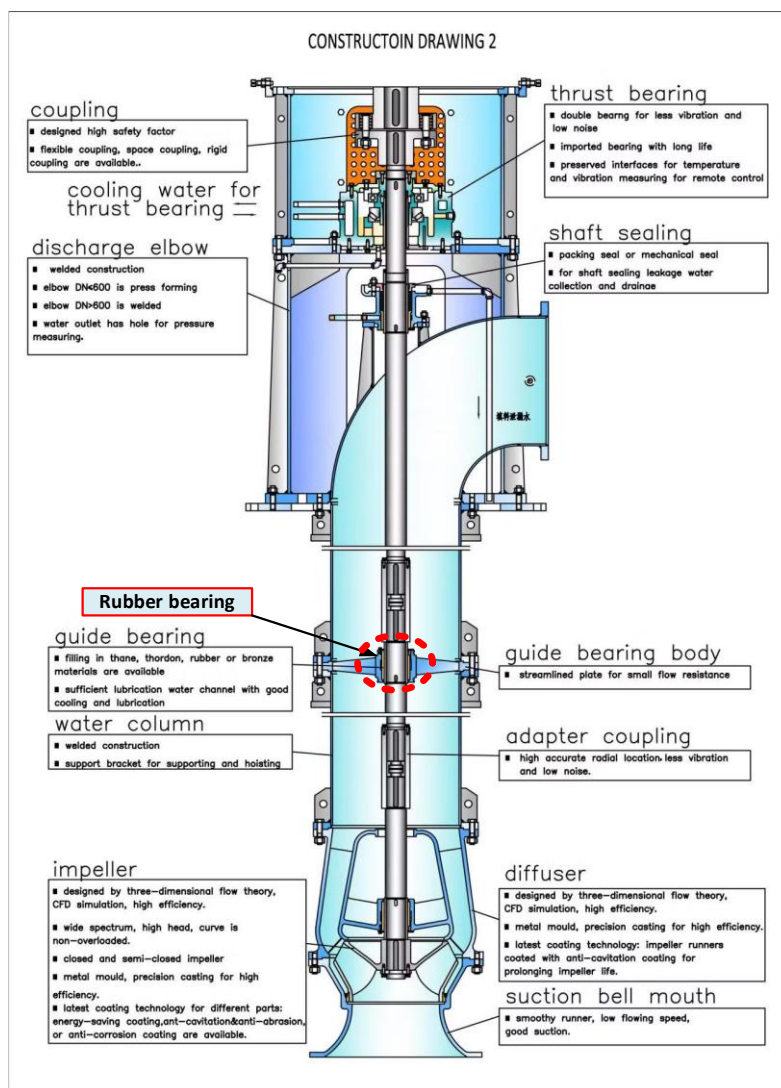
Keywords - composite technology, bengkirai wood waste, ramie waste, silicone carbon, spare parts

How To Cite : Subagio, B. B., Wasito, E., Mara, M. N., & Rochmatika, R. A. (2026). Aplikasi Teknologi Komposit Bearing Berbahan Limbah Grajen Kayu Bengkirai-Limbah Serat Rami-Sylicone Carbon di Bengkel Triyasa Salatiga. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 4(3), 4152–4160. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v4i3.794>
Copyright ©2026 Budi Basuki Subagio, Endro Wasito, Muhlasah Novitasari Mara, Rizkha Ajeng Rochmatika

PENDAHULUAN

Analisis situasi di Workshop Industri Triyasa Manunggal menunjukkan adanya kendala berupa suku cadang yang berkualitas dalam memenuhi permintaan konsumen terutama industri, dimana permintaan dari industri harus memenuhi standar atau setara suku cadang OEM. Salah satu contoh konsumen dari perusahaan PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) yang rata-rata pompa air laut milik mereka membutuhkan rubber bearing yang berfungsi agar poros pompa saat berputar tidak terjadi getaran.

Rubber bearing yang bersifat seperti bushing harus memiliki sifat yang keras, licin, tahan gesek dan ulet dan tidak boleh terbuat dari logam, karena jika terbuat dari logam akan menyebabkan poros pompa menjadi aus.



Gambar 1. Skema Pompa air laut milik PLTU

Selama ini komposit bearing yang terbuat dari bahan komposit diperoleh import dari luar negeri, yang mempunyai kualitas tahan gesek, licin dan ulet, sehingga mempunyai umur pakai yang lama (long service life).



Gambar 2. Pompa air laut milik PLTU yang selesai diservice di bengkel mitra

Selama ini komposit bearing yang terbuat dari bahan komposit diperoleh import dari luar negeri, yang mempunyai kualitas tahan gesek, licin dan ulet, sehingga mempunyai umur pakai yang lama (long service life).

Suku cadang berupa komposit bearing yang terbuat dari komposit dari luar negeri harganya sangat mahal dan memerlukan waktu pengiriman yang lama karena dikirim dari negara asal, salah satu contoh merk Thordon yang berasal dari Canada harganya Rp 8.500.000/pcs ukuran diameter luar 140 mm, <https://tokopedia.link/qcVm2GCe8Qb>

Pada saat ini Mitra Industri penyedia jasa perbaikan peralatan industry menghadapi dua permasalahan utama terkait material dalam memproduksi suku cadang komposit yang setara dengan suku cadang OEM. Permasalahan pertama adalah keterbatasan dalam mendapatkan material berkualitas tinggi. Seringkali, sulit untuk menemukan material dengan kualitas yang memadai untuk membuat komposit. Penggunaan material yang buruk dapat mengakibatkan kerusakan lebih lanjut pada mesin yang menggunakan atau ketahanan yang buruk terhadap pemakaian yang terus menerus seperti gesekan mekanis yang terus menerus dan kondisi lingkungan (Emda et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk memiliki akses yang mudah terhadap material berkualitas tinggi yang dapat memenuhi standar teknis yang sesuai dengan suku cadang originalnya.

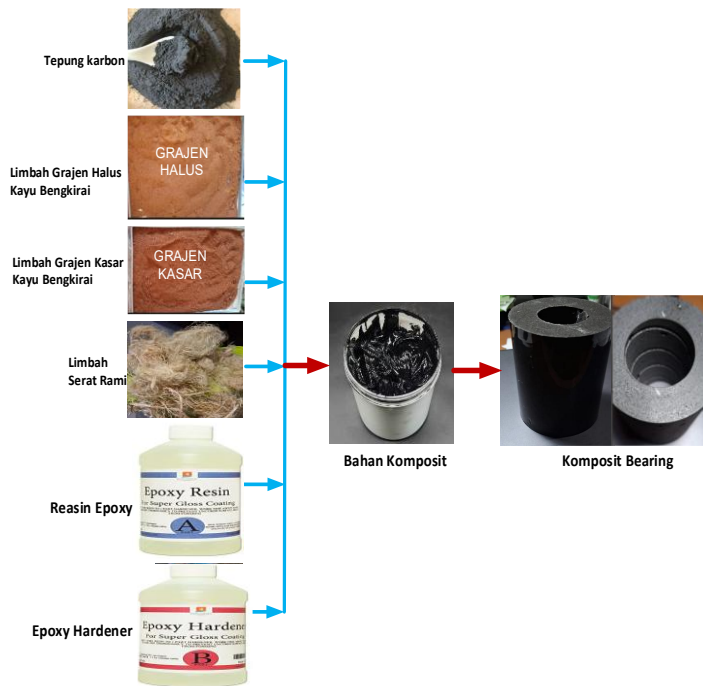
Permasalahan kedua yang dihadapi oleh Mitra Industri Triyasa Manunggal adalah meningkatnya kebutuhan akan material yang inovatif, murah, dan ramah lingkungan untuk menghasilkan suku cadang yang berkualitas original. Dalam beberapa kasus, mitra menghadapi tantangan untuk menemukan material yang tidak hanya efektif dalam biaya dan kualitas, tetapi juga memenuhi kriteria keberlanjutan sesuai dengan kebutuhan industry (Dirgantara et al., 2021).

Kegiatan pengabdian masyarakat dengan judul "Penerapan Teknologi Komposit Limbah Grajen Kayu Bengkirai – Limbah Serat Rami – Silicone Carbon untuk Membuat Rubber Bearing Poros Pompa Air Laut di Workshop Industri Triyasa Manunggal Kabupaten Salatiga" bertujuan untuk:

1. Menerapkan teknologi inovatif berbasis komposit yang memanfaatkan limbah grajen kayu bengkirai, limbah serat rami, dan silicone carbon sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan komposit bearing untuk poros pompa air laut.
2. Mengoptimalkan pemanfaatan limbah industri dan pertanian agar memiliki nilai tambah ekonomis serta sekaligus mengurangi permasalahan pencemaran lingkungan.
3. Menghasilkan material komposit bearing yang memiliki ketahanan tinggi terhadap gesekan, tekanan, dan korosi air laut, sehingga dapat memperpanjang umur pakai poros pompa serta menekan biaya perawatan dan penggantian.
4. Meningkatkan kemampuan dan kemandirian workshop industri Triyasa Manunggal dalam menguasai teknologi pembuatan komposit maju (advanced composite) untuk aplikasi industri.
5. Membangun sinergi antara perguruan tinggi dan dunia industri, sehingga terjadi transfer ilmu pengetahuan, teknologi, dan keterampilan yang dapat memperkuat daya saing industri lokal di Kabupaten Salatiga.

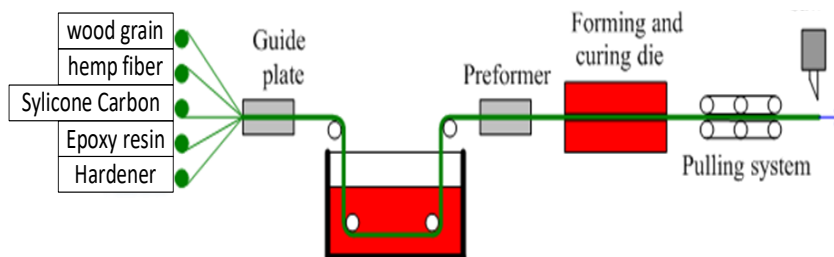
METODE

Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat kompetitif ini selesai dalam waktu 6 bulan. Susunan proses mixing komposit ditunjukkan pada gambar :



Gambar 3. Komposisi Komposit Bearing

Berikut merupakan metode proses pembuatan teknologi komposit limbah rami-semen-latek akrilik untuk menambal beton yang ditunjukkan seperti pada gambar 4.



Gambar 4. proses pembuatan teknologi komposit limbah grajen kayu-limbah serat rami-sylicone karbon dan resin epoxy

Proses pembuatan dan aplikasi teknologi komposit limbah grajen kayu-limbah serat rami-sylicone carbon dan resin epoxy untuk membuat komposit dimulai dengan pengumpulan bahan baku utama, yaitu limbah grajen kayu-limbah serat rami-sylicone carbon dan resin epoxy. Limbah-limbah tersebut kemudian diproses menjadi serat melalui proses pengikisan, pencelupan, dan pengeringan. Setelah serat kayu dan rami siap, langkah berikutnya adalah pencampuran serat kayu, serat rami dengan silicone carbon dan resin epoxy dalam takaran perbandingan yang tepat (Sumadiasa et al., 2021). Proses pencampuran ini dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan komposisi yang merata dan optimal. Campuran limbah grajen kayu-limbah serat rami-sylicone carbon dan resin epoxy kemudian dipadatkan dan dibentuk sesuai kebutuhan aplikasi, misalnya dalam bentuk cylinder atau bentuk lainnya. Proses pengeringan dilakukan untuk menghilangkan kelembaban dan menguatkan struktur komposit.

Setelah komposit limbah grajen kayu-limbah serat rami-sylicone carbon dan resin epoxy terbentuk, langkah selanjutnya adalah finishing. Sebelum difinishing dilakukan pembahanan agar

ukuran mendekati ukuran akhir. Setelah pembahanan dilanjutkan pekerjaan finishing menggunakan mesin grinding.

Pada akhirnya, perlu dilakukan pemeriksaan kualitas untuk memastikan bahwa hasil atau produk rubber bearing yang dibuat mempunyai kualitas yang sesuai dengan standar suku cadang OEM. Jika diperlukan, langkah-langkah tambahan seperti pembuatan packing yang eye catching dan aman dari gangguan mekanis saat pengiriman.

Evaluasi Pelaksanaan Program dan Keberlanjutan Program

Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Semarang (Polines) telah menunjukkan kinerja yang baik dalam mengembangkan road map pengabdian masyarakat di bidang teknologi yang langsung di implementasikan ke industri dan masyarakat selama satu tahun terakhir. Beberapa pencapaian yang dapat dijabarkan antara lain:

- a) Meningkatkan akses masyarakat terhadap teknologi melalui penyediaan publikasi dan acara diskusi terkait perkembangan terbaru di bidang tersebut.
- b) Melakukan pelatihan kepada masyarakat dengan mengajarkan keterampilan teknologi dan aplikasi di beberapa wilayah sekitar.
- c) Menyediakan konsultasi teknis bagi industri yang ingin menerapkan teknologi maju, serta membantu mereka dalam mengembangkan strategi dan rencana pengembangan teknologi.
- d) Menjalin kemitraan dan kerja sama dengan industri dan lembaga lainnya dalam mengembangkan teknologi.

Dalam satu tahun terakhir, lembaga pengabdian kepada masyarakat Polines telah berhasil mengembangkan road map pengabdian masyarakat di bidang teknologi maju baik teknologi informasi maupun teknologi material, yang merupakan panduan untuk mengembangkan proyek pengabdian masyarakat di bidang tersebut. Road map ini berisi tujuan jangka panjang dan jangka pendek, strategi pengembangan, serta langkah-langkah implementasi yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut.

Kelayakan Perguruan Tinggi

1. Kinerja Anggota Tim Pengabdian Masyarakat Satu Tahun Terakhir

Tim Pengabdian Masyarakat yang menjalankan kegiatan memiliki Rekam Jejak yang membantu dalam pelaksanaan kegiatan. Selama setahun terakhir telah melakukan kegiatan pengabdian pada masyarakat terkait pemanfaatan limbah serat rami untuk bahan campuran komposit penyambung/penambal beton lama dengan cor adukan baru. Pengabdian tahun lalu dilaksanakan Pada Kelompok Dasa Wisma Perumahan Tembalang Pesona Asri, Semarang.

Pada pelaksanaan kegiatan pengabdian pada masyarakat saat ini adalah suatu kegiatan berupa "Penerapan Teknologi Komposit limbah rami-semen-latek akrilik untuk menambal beton di Workshop Industri Triyasa Manunggal Kabupaten Salatiga".

2. Jenis Keahlian yang Diperlukan Mitra

Dalam mendukung keberhasilan kegiatan ini, diperlukan keahlian atau ketrampilan dari mitra. Jenis keahlian dan ketrampilan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a) Teknik pengolahan pembuatan komposit
- b) Ketrampilan untuk melakukan proses menghasilkan produk sendiri
- c) Pengetahuan dasar tentang proses pengolahan limbah grajen kayu bengkirai menjadi suatu produk komposit sampai tingkat memasarkannya.

3. Bidang Keahlian dan Tugas Anggota Tim

Tim pengabdian ini mempunyai latar belakang yang mendukung penyelesaian berbagai masalah yang ada di mitra. Kompetensi yang dimiliki meliputi bidang Teknik mengolah limbah, Telekomunikasi, mesin dan Manajemen.

Pemetaan kompetensi tim pengabdian terhadap kebutuhan mitra dapat dilihat pada tabel yang menunjukkan kebutuhan mitra, dibagi menjadi: pemanfaatan TIK, pembuatan sistem informasi manajemen dan pengelolaan pasar. Bidang kepakaran pengabdian dibagi menjadi teknik telekomunikasi, teknik informatika dan manajemen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luaran Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan pada tanggal 28 Agustus 2025. Kegiatan dihadiri oleh sekitar 20 orang yang terdiri dari tim pengabdian dan karyawan workshop. Tujuan pelaksanaan

kegiatan pengabdian pada masyarakat ini yaitu penerapan teknologi komposit limbah grajen kayu bengkirai yang keras dan tahan air, limbah serat rami yang ulet bahkan lebih ulet dari baja-dipadukan dengan silicone carbon yang sangat licin dengan menggunakan adhesive epoxy yang sudah terbukti tahan panas dan tahan kimia.



Gambar 5. Tim Pengabdian SKIM PMK, Prodi Telkom Polines Bersama karyawan Workshop Triyasa Manunggal

Bahan-bahan komposit

1. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat komposit :
 - a) Limbah serat rami, serat rami mempunyai sifat sangat ulet dan tahan kimia, serat rami difungsikan sebagai rangka penguat komposit agar tidak retak.
 - b) Limbah grajen kayu bengkirai kasar, berfungsi untuk keuletan dan tahan gesek karena bersifat keras
 - c) Limbah kayu bengkirai halus, berfungsi untuk merapatkan komposisi komposit
 - d) Silicon karbon berfungsi agar komposit bersifat licin , sehingga tidak mudah aus jika terkena gesekan
 - e) Epoxy berfungsi sebagai perekat semua bahan komposit
 - f) Hardener berfungsi untuk membuat sifat komposit menjadi kering dan keras

2. Pembuatan Bahan Komposit

Berikut rasio komposisi bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit, yaitu:

- a) Limbah serat rami dipotong-potong sekitar 3 cm, rasio perbandingan, 2 bagian
- b) Grajen kasar dan halus dijemur di bawah sinar matahari agar betul-betul kering
- c) Epoxy resin dicampur dengan hardener kemudian diaduk sampai menyatu homogen.
- d) Setelah Langkah no 3, maka silicon karbon dimasukkan kemudian diaduk sampai merata.
- e) Langkah terakhir grajen kayu bengkirai dimasukkan ke dalam campuran komposit



Gambar 6. Komposit hasil pembuatan

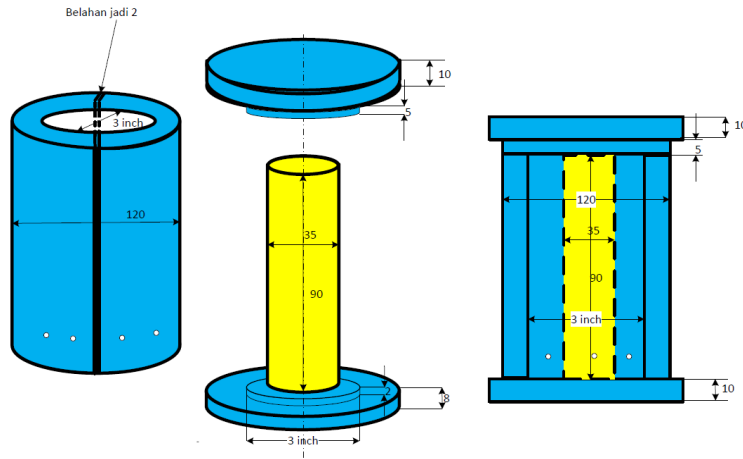
Langkah pembuatan Adukan Komposit :

Berikut rasio komposisi bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit, yaitu:

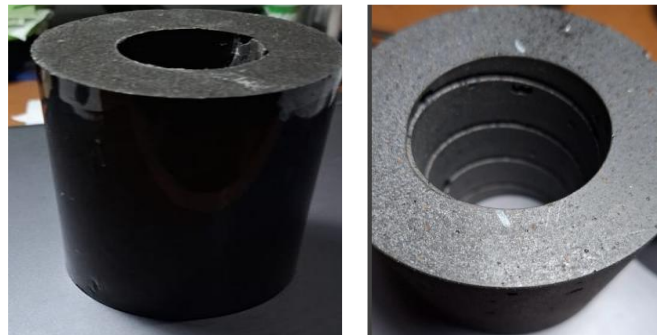
- Limbah serat rami dipotong-potong sekitar 3 cm, rasio perbandingan, 2 bagian
- Grajen kasar dan halus dijemur di bawah sinar matahari agar betul-betul kering
- Epoxy resin dicampur dengan hardener kemudian diaduk sampai menyatu homogen.
- Setelah Langkah no 3, maka silikon karbon dimasukkan kemudian diaduk sampai merata.
- Langkah terakhir grajen kayu bengkirai dimasukkan ke dalam campuran komposit

Moulder untuk komposit bentuk cylinder, ukuran produk yang dihasilkan L = 90, od = 75, id 35

Material moulder : blue nylon



Gambar 7. Bagian-bagian moulder lengkap



Gambar 8. Komposit bearing



Gambar 9. Tim Pengabdian menerangkan komposisi komposit bearing

KESIMPULAN DAN SARAN

Serangkaian kegiatan pengabdian masyarakat ini memberikan manfaat yaitu:

Tim Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Semarang berhasil mengembangkan komposit bearing pengganti rubber bearing buatan luar negeri menggunakan komposit limbah serat rami, limbah grajen kayu bengkirai, silikon karbon, dan epoxy, yang secara efektif menggantikan rubber bearing pada bengkel bubut Triyasa. Kegiatan ini menunjukkan potensi pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai tambah, meningkatkan kemampuan dan kapasitas bengkel, sehingga nantinya akan mendukung kemandirian industri lokal dalam penggunaan bahan baku.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa hormat dan syukur, kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Dr Garup Lambang Goro, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Semarang atas dukungan dan kepercayaannya sehingga program Pengabdian Kepada Masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik.

Kami juga menyampaikan apresiasi kepada ibu Dr. Ir. Kurnianingsih, S.T., M.T. sebagai Ketua P3M yang telah memberikan arahan dan fasilitasi dalam setiap tahapan pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih turut kami sampaikan kepada bapak Yusnan Badruzzaman, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang senantiasa memberikan dukungan, kesempatan, dan motivasi demi kelancaran pelaksanaan program.

Tidak lupa, kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada rekan-rekan tim kerja atas kerjasama, dedikasi, serta dukungan moril maupun materiil yang diberikan. Semoga sinergi dan kontribusi yang telah terjalin dapat terus membawa manfaat bagi masyarakat dan menjadi amal baik bagi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Acar, M., et al. (2025). Outdoor performance of wood-plastic composites enhanced with nano-graphene epoxy coating. *Bioresources Journal*.
- ACS Sustainable Chemistry Engineering (2016). Holey graphene-wood composites for moisture control / functional wood-graphene hybrids. *ACS Sustainable Chem. Eng.*
- Aligned/anisotropic Si-filled epoxy architectures (2023). Bioinspired, anisotropically thermoconductive silicon/epoxy composites. *Composites Science*.
- Beliu, H. N., Pell, Y. M., & Jasron, J. U. (2016). Analisa kekuatan tarik dan bending pada komposit widuri-polyester. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, 3(2), 11-20.
- Bressi, A. C., Amaro, L. P., Pizzo, B., Marino, A., Ciofani, G., & Greco, F. (2025). Laser-Induced Graphene from Wood-Based Composites: Integrating Circuits in Bioderived Furniture. *Advanced Sustainable Systems*, 9(9), e00565.
- Darmansyah, D., Togatorop, J. M., & Azwar, E. (2018). Sintesis Mekanik Komposit Epoxy Berpenguat Serat Tebu (Tinjauan Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending). *Prosiding Seniati*, 4(2), 149-156.
- Farajollahi, A., Rostami, M., Baharvand, M., Chandra, S., & Singh Bains, P. (2024). Exploring bending behavior of curved sandwich panels with three-dimensional printed, functionally graded cores. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 238(11), 2189-2200.
- Hidayati, A. S. D. S. N., Kurniawan, S., Restu, N. W., & Ismuyanto, B. (2016). Potensi ampas tebu sebagai alternatif bahan baku pembuatan karbon aktif. *Natural B*, 3(4), 311-317.
- High-efficiency graphene/epoxy composite coatings (2024). rGO and functionalized graphene fillers to boost thermal and barrier properties of epoxy coatings. (Science Direct article).
- Jovanović, S., Huskić, M., Kević, D., Yasir, M., & Haddadi, K. (2023). A review on graphene and graphene composites for application in electromagnetic shielding. *Graphene and 2D Materials*, 8(3), 59-80.
- Łukawski, D., et al. (2023). Functional materials based on wood, carbon nanotubes and graphene — a review. *Holzforschung / review*.
- Patent CN109627691B (carbothermal route). Preparation method using natural wood as template to produce porous SiC/epoxy composites (wood→carbon→SiC framework). Google Patents.

- Patent CN109627691B (carbothermal route). Preparation method using natural wood as template to produce porous SiC/epoxy composites (wood→carbon→SiC framework). Google Patents.
- Ramasubbu, R., et al. (2024). Mechanical properties of epoxy composites reinforced with natural fibers and silicon carbide filler. *Bioresources / experimental paper*.
- Rusdiana, D. (2008). Proses Manufaktur Pintu Kereta Api dari Bahan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Gelas dengan Core Kayu Sengon Laut (Metode Dry Vacuum).
- Shen, D., et al. (2017). Enhanced thermal conductivity of epoxy composites filled with silicon carbide nanowires. *Scientific Reports*.
- Sheshmani, S., Ashori, A., & Fashapoyeh, M. A. (2013). Wood plastic composite using graphene nanoplatelets. *International Journal of Biological Macromolecules*, 58, 1-6.
- Statistical Optimization of Graphene Nanoplatelet reinforcement in epoxy (2025). GNP/epoxy nanocomposite optimization (Box-Behnken). *Polymers (MDPI)*.
- Syahputra, A., & Yulianto, D. (2020). Pemanfaatan Limbah Serat Pohon Sagu Untuk Pembuatan Komposit. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 3(01), 22-31.
- Triono, A. (2015). Pemanfaatan Ampas Tebu sebagai Reinforcement pada Pembuatan Rem Komposit Berbahan Alami. *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol*, 3(1), 111-230.
- Vignesh, S., et al. (2024). Experimental investigation of epoxy/wood (peepal) composites fortified with silica and SiC nanoparticles. *Journal (Taylor & Francis)*.
- Wahyudi, W. (2021). *Analisa Kekuatan Material Komposit Berpenguat Serat Kulit Tebu Dengan Matriks Resin Polyester Di Tinjau Dari Kekuatan Bending Dan Impek* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Yudo, H., & Jatmiko, S. (2008). Analisa teknis kekuatan mekanis material komposit berpenguat serat ampas tebu (baggase) ditinjau dari kekuatan tarik dan impak. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 5(2), 95-101.