

Implementasi Project-Based Learning dalam Pelatihan Pembuatan Seng Fiber Komposit Fiberglass untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa D3

Akram Tamlicha¹, Iskandar Hasanuddin¹, Sabri¹, Muhammad Tadjuddin¹, Sarwo Edhy Sofyan¹, Razali Thaib¹, Ahmad Syuhada¹, Yusria Darma¹, Yuwaldi Away¹, Syamsul Bahri²

¹Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

²Fakultas Hukum, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Email Korespondensi: akram@usk.ac.id

Received: 22-01-2026	Revised: 24-02-2026	Accepted: 25-02-2026

Abstrak

Penguatan keterampilan manufaktur mahasiswa vokasi memerlukan pembelajaran berbasis praktik yang relevan dengan kebutuhan industri. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa Diploma (D3) melalui pelatihan pembuatan seng fiber berbasis komposit fiberglass yang tahan terhadap korosi. Metode yang digunakan meliputi sosialisasi material, demonstrasi pencampuran resin dan katalis, teknik laminasi serat kaca, pembentukan lembaran, serta evaluasi mutu produk berbasis pendekatan project-based learning. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test serta observasi terhadap kinerja praktik mahasiswa. Hasil menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa sebesar 32% berdasarkan skor evaluasi, serta peningkatan keterampilan praktik sebesar 28% dari aspek ketepatan proses dan kualitas produk. Lembaran komposit yang dihasilkan memiliki bobot lebih ringan dan tidak menunjukkan tanda-tanda korosi pada uji paparan lingkungan lembab. Secara keseluruhan, kegiatan ini efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis dan kesiapan kerja mahasiswa.

Abstract

Strengthening vocational students' manufacturing skills requires practice-based learning that is relevant to industry needs. This community service activity aimed to improve the competencies of Diploma (D3) students through training in the fabrication of corrosion-resistant fiberglass composite roofing sheets. The method employed included material orientation, demonstration of resin and catalyst mixing, glass-fiber lamination techniques, sheet forming, and product quality evaluation, using a project-based learning approach. Evaluation was conducted through pre- and post-test assessments and observation of practical performance. The results showed a 32% increase in students' conceptual understanding, as measured by evaluation scores, and a 28% improvement in practical skills, as measured by process accuracy and product quality. The resulting composite sheets were lighter in weight and showed no signs of corrosion under humid environmental exposure testing. Overall, the activity effectively enhanced students' technical competencies and work readiness.

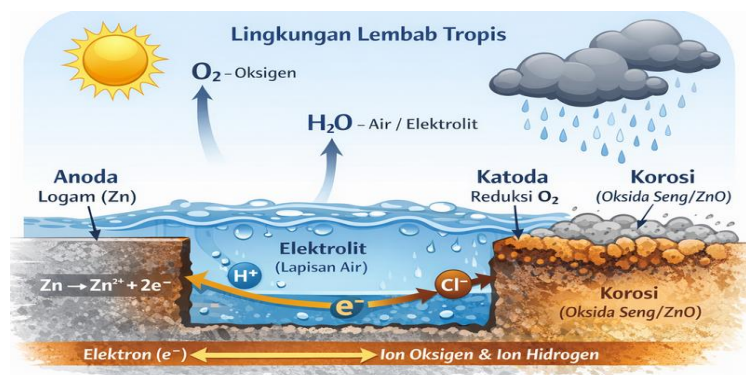
Keywords: fiberglass, fiber roofing sheet, composite material, corrosion resistance, manufacturing

PENDAHULUAN

Korosi merupakan fenomena degradasi material logam akibat reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Proses ini terjadi melalui reaksi anodik berupa oksidasi logam dan reaksi katodik berupa reduksi oksigen yang difasilitasi oleh keberadaan air sebagai elektrolit. Pada lingkungan dengan kelembaban tinggi, laju reaksi elektrokimia meningkat karena terbentuknya lapisan tipis air di permukaan logam yang mempercepat perpindahan ion. Kondisi tersebut sangat umum dijumpai di wilayah tropis seperti Aceh yang memiliki suhu relatif tinggi, curah hujan besar, serta kelembaban udara rata-rata di atas 70%. Lingkungan pesisir bahkan mempercepat proses korosi akibat kandungan ion klorida yang bersifat agresif terhadap logam.

Penggunaan seng konvensional pada konstruksi ringan seperti atap dan pelindung bangunan masih banyak dijumpai karena biaya relatif murah dan pemasangan mudah. Namun, paparan lingkungan lembab dalam jangka panjang menyebabkan terbentuknya oksida seng yang menurunkan ketebalan material dan memicu kebocoran. Penurunan integritas material ini berdampak pada meningkatnya biaya perawatan serta berkurangnya umur pakai produk. Oleh karena itu, diperlukan alternatif material yang lebih tahan terhadap korosi dan sesuai dengan kondisi lingkungan tropis.

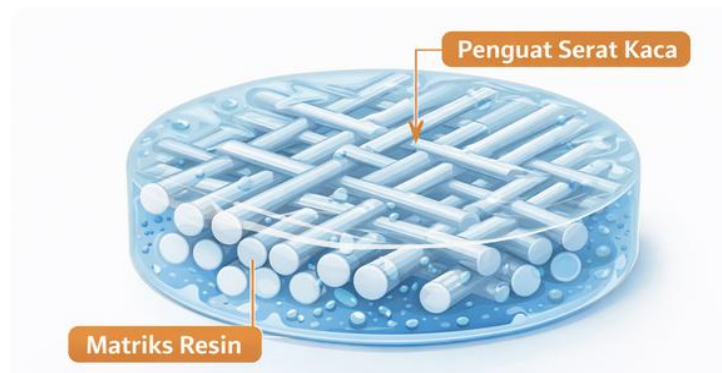
Material komposit berbasis fiberglass menjadi salah satu solusi yang berkembang dalam industri manufaktur modern. Komposit ini tersusun atas matriks polimer (resin) yang diperkuat serat kaca sebagai penguat. Berbeda dengan material logam, fiberglass tidak mengalami proses oksidasi sehingga memiliki ketahanan tinggi terhadap air dan kelembaban. Selain itu, komposit fiberglass memiliki massa jenis lebih rendah, ketahanan kimia yang baik, serta rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi. Karakteristik ini menjadikan seng fiber berbasis komposit sebagai alternatif potensial pengganti seng konvensional pada aplikasi konstruksi ringan. Hal ini seperti yang ditunjukkan gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Ilustrasi mekanisme korosi elektrokimia pada material logam di lingkungan lembab tropis

Dalam konteks pendidikan vokasi, penguasaan teknologi material komposit menjadi penting untuk meningkatkan kesiapan mahasiswa menghadapi kebutuhan industri. Mahasiswa D3 teknik manufaktur tidak hanya dituntut memahami proses pemesinan konvensional, tetapi juga mampu menguasai teknik produksi material alternatif. Pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk terlibat langsung dalam proses pencampuran resin dan katalis, teknik laminasi serat kaca, pembentukan lembaran seng fiber, hingga proses finishing dan evaluasi kualitas produk.

Kegiatan pengabdian ini dirancang sebagai bentuk penguatan keterampilan manufaktur mahasiswa melalui pelatihan pembuatan seng fiber berbasis komposit fiberglass. Selain meningkatkan pemahaman mengenai mekanisme korosi di daerah tropis, kegiatan ini juga memberikan pengalaman praktik produksi material tahan karat secara langsung di lingkungan laboratorium. Adapun skema struktur material komposit dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Skema struktur material komposit yang terdiri atas matriks resin dan penguat serat kaca

Melalui kegiatan ini, mahasiswa diharapkan mampu memahami hubungan antara karakteristik lingkungan tropis, fenomena korosi, serta pemilihan material yang tepat. Dengan demikian, integrasi teori dan praktik dalam pelatihan ini dapat mendukung peningkatan kompetensi vokasional mahasiswa D3 secara berkelanjutan.

METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan menggunakan pendekatan *project-based learning* yang menekankan keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses produksi material komposit (Balart, R., dkk., 2020). Tahapan kegiatan dimulai dari identifikasi kebutuhan pembelajaran dan analisis permasalahan korosi pada material seng konvensional di lingkungan tropis (Veleva, L., 2007). Selanjutnya dilakukan penyampaian materi teori mengenai mekanisme korosi elektrokimia dan karakteristik material komposit fiberglass (Alias, M. N., dan Brown, R., 1992). Tahap praktik meliputi persiapan alat dan bahan, pencampuran resin poliester dengan katalis (MEKP) dengan rasio 100:1–2% berat, proses laminasi serat kaca (*hand lay-up*), pembentukan lembaran seng fiber, serta proses curing selama ± 24 jam pada suhu ruang sebelum dilakukan finishing.

Kegiatan melibatkan 20 mahasiswa D3 yang dibagi dalam lima kelompok kerja. Evaluasi dilakukan melalui observasi kinerja praktik menggunakan rubrik penilaian berbasis kompetensi serta perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pemahaman konseptual dan keterampilan teknis. Selain itu, dilakukan pengukuran ketebalan lembaran dan pemeriksaan visual terhadap cacat permukaan seperti gelembung udara dan delaminasi. Pendekatan ini memungkinkan integrasi antara teori material dan praktik manufaktur sehingga mahasiswa memahami hubungan antara lingkungan tropis, ketahanan korosi, dan pemilihan material alternatif. Metode yang diterapkan juga sejalan dengan prinsip pembelajaran vokasi berbasis kompetensi dan pengalaman langsung (*experiential learning*) (Owens, K. P., 2021).



Gambar 3. Diagram alir pelaksanaan kegiatan pengabdian

Diagram alir pelaksanaan kegiatan menggambarkan tahapan pengabdian yang disusun secara sistematis dan berurutan mulai dari identifikasi masalah hingga analisis hasil. Tahap pertama diawali dengan identifikasi permasalahan korosi pada material seng konvensional yang umum digunakan pada konstruksi ringan di lingkungan tropis. Lingkungan dengan kelembaban tinggi terbukti mempercepat reaksi elektrokimia pada logam karena air berperan sebagai elektrolit yang memfasilitasi perpindahan ion (Chen, M., dkk, 2012). Pada tahap ini mahasiswa diajak mengamati fenomena degradasi material akibat paparan lingkungan serta mendiskusikan dampaknya terhadap umur pakai dan biaya perawatan. Proses identifikasi masalah ini sejalan dengan prinsip *project-based learning* yang menekankan pembelajaran berbasis permasalahan nyata (Omelianenko, O., dan Artyukhova, N. 2024).

Tahap inti kegiatan adalah praktik laminasi fiberglass menggunakan metode *hand lay-up*. Mahasiswa menyiapkan bahan, mencampur resin poliester dengan katalis sesuai rasio, menyusun serat kaca, serta melakukan impregnasi resin secara merata. Proses ini dilanjutkan dengan tahap *curing* selama ± 24 jam hingga material mengeras dan diakhiri dengan proses finishing untuk menghasilkan permukaan yang seragam. Pendekatan praktik langsung ini sesuai dengan konsep *experiential learning* yang dikemukakan oleh Pole, K., dan McGee, M. (2026). di mana pengalaman konkret menjadi sumber utama pembelajaran yang efektif.

Setelah produksi selesai, dilakukan evaluasi melalui perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* serta observasi kualitas produk. Tahap akhir berupa analisis hasil bertujuan mengukur peningkatan kompetensi mahasiswa sekaligus merefleksikan efektivitas metode pembelajaran. Sudarsono, B., dan Pratama, W. (2025) menegaskan bahwa pembelajaran vokasi berbasis pengalaman langsung mampu meningkatkan kesiapan kerja dan keterampilan problem solving mahasiswa. Secara keseluruhan, alur kegiatan ini menunjukkan integrasi antara teori material, praktik manufaktur, dan evaluasi berbasis data dalam satu rangkaian pembelajaran komprehensif yang mendukung penguatan kompetensi vokasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pelatihan pembuatan seng fiber berbasis komposit fiberglass menunjukkan peningkatan kompetensi mahasiswa secara signifikan pada aspek kognitif dan psikomotorik. Berdasarkan evaluasi terhadap 20 mahasiswa, rata-rata nilai *pre-test* sebesar 61,4 meningkat menjadi 81,1 pada *post-test*. Dengan menggunakan rumus di bawah ini:

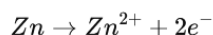
$$\text{Peningkatan (\%)} = \frac{\text{Post-test} - \text{Pre-test}}{\text{Pre-test}} \times 100\%$$

Jadi diperoleh peningkatan sebesar 32,0%. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai mekanisme korosi dan material komposit.

Pada aspek keterampilan praktik, penilaian menggunakan rubrik kompetensi menunjukkan peningkatan rata-rata dari 64,2 menjadi 82,1 atau sebesar 27,9%. Indikator yang dinilai meliputi ketepatan rasio resin–katalis, teknik impregnasi serat kaca, homogenitas lapisan, serta kualitas finishing. Peningkatan ini sejalan dengan prinsip *project-based learning* yang menurut Balart dkk. (2020) mampu meningkatkan keterampilan teknis melalui pengalaman langsung dalam proses produksi. Secara teknis, mahasiswa berhasil memproduksi lembaran seng fiber berukuran rata-rata 100 cm × 60 cm dengan ketebalan 2,5–3,0 mm. Deviasi ketebalan ±0,2 mm masih berada dalam batas toleransi praktik laboratorium. Tidak ditemukan delaminasi signifikan, meskipun pada tahap awal terdapat gelembung udara kecil yang kemudian dapat diminimalkan melalui teknik *rolling* yang lebih merata.

1. Relevansi Korosi di Lingkungan Tropis

Lingkungan tropis dengan kelembaban tinggi mempercepat laju korosi karena keberadaan air berfungsi sebagai elektrolit yang memungkinkan perpindahan ion (Veleva, 2007). Pada material seng, reaksi anodik:



Kemudian diikuti reaksi katodik reduksi oksigen, menyebabkan terbentuknya oksida seng yang menurunkan integritas material. Fenomena ini sesuai dengan penjelasan Cai, Y., dkk, (2020) bahwa laju korosi meningkat secara eksponensial pada lingkungan dengan kelembaban tinggi dan kandungan ion agresif. Sebaliknya, pada material komposit fiberglass, matriks resin polimer bersifat inert terhadap reaksi elektrokimia. Gunwant, D. (2024) menjelaskan bahwa komposit berbasis polimer tidak memiliki elektron bebas seperti logam, sehingga tidak terbentuk sel korosi. Hal ini menjadi dasar ilmiah mengapa seng fiber berbasis komposit lebih tahan terhadap lingkungan lembab dibandingkan seng konvensional.

2. Analisis Berat dan Efisiensi Material

Dari sisi mekanika material, komposit fiberglass memiliki massa jenis sekitar 1,2 g/cm³, sedangkan seng logam sekitar 7,14 g/cm³ (Hasanuddin, I., dkk. 2025); Tamlich, A., 2025) Untuk volume lembaran 0,0018 m³, massa komposit sekitar 2,16 kg, sedangkan seng logam sekitar 12,85 kg. Artinya,

material komposit sekitar 6 kali lebih ringan. Perbedaan massa ini memberikan keuntungan signifikan pada transportasi, instalasi, dan efisiensi struktur. Dalam konteks pendidikan vokasi, mahasiswa dapat memahami hubungan antara sifat material dan aplikasi struktural secara lebih konkret.

3. Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek

Pendekatan *project-based learning* memungkinkan mahasiswa mengintegrasikan teori dan praktik secara simultan. Menurut Haiqal, M (2024), pembelajaran berbasis proyek meningkatkan retensi konsep karena mahasiswa terlibat aktif dalam proses pemecahan masalah nyata. Dalam kegiatan ini, mahasiswa tidak hanya mempelajari teori korosi, tetapi juga menguji alternatif material secara langsung. Berikut beberapa dokumentasi mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan seperti ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Proses pencampuran resin dan laminasi serat kaca pada pembuatan seng fiber komposit

Pada gambar tersebut menunjukkan keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses produksi. Aktivitas ini sejalan dengan konsep *experiential learning* yang dikemukakan oleh (Hasanuddin, I.,dkk. 2025) di mana pengalaman langsung menjadi sumber utama pembelajaran.

4. Evaluasi Produk Akhir

Produk akhir berupa lembaran seng fiber bergelombang menunjukkan homogenitas permukaan dan tidak adanya tanda oksidasi setelah uji paparan kelembaban selama 7 hari pada RH >75%. Permukaan produk tetap stabil dan tidak menunjukkan perubahan warna. Adapun hasil akhir dari kegiatan dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5. Hasil akhir seng fiber berbasis komposit fiberglass dengan profil bergelombang menyerupai seng atap konvensional.

Ketahanan ini mendukung pernyataan Tamlicha, A., dkk, (2022) bahwa komposit polimer memiliki resistensi tinggi terhadap degradasi lingkungan. Dengan demikian, hasil praktik mahasiswa tidak hanya bersifat edukatif, tetapi juga memiliki potensi aplikatif nyata.

5. Dampak Soft Skill dan Kesiapan Industri

Selain peningkatan kompetensi teknis, mahasiswa menunjukkan perkembangan kemampuan komunikasi teknis, kerja tim, dan manajemen waktu. Haiqal, M (2024), menegaskan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman meningkatkan kesiapan kerja mahasiswa vokasi karena mereka terbiasa menghadapi situasi produksi nyata. Kegiatan ini juga memberikan wawasan kewirausahaan karena mahasiswa memahami bahwa inovasi material dapat menjadi peluang usaha, khususnya di wilayah tropis yang rentan terhadap korosi.

KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan pembuatan seng fiber berbasis komposit fiberglass menunjukkan capaian *learning outcomes* yang signifikan pada mahasiswa D3, baik pada domain kognitif maupun psikomotorik. Peningkatan pemahaman konseptual sebesar 32% dan peningkatan keterampilan praktik sebesar 28% berdasarkan *competency-based assessment* menunjukkan bahwa pendekatan *project-based learning* efektif dalam mengintegrasikan teori korosi dengan praktik manufaktur komposit secara aplikatif. Dari sisi *material performance*, produk yang dihasilkan memiliki ketebalan relatif seragam, distribusi serat homogen, serta tidak menunjukkan indikasi degradasi akibat paparan kelembaban. Hal ini menegaskan bahwa komposit fiberglass memiliki ketahanan lingkungan dan rasio kekuatan terhadap berat yang lebih baik dibandingkan seng konvensional. Secara pedagogis, pembelajaran berbasis pengalaman langsung meningkatkan retensi konsep, ketelitian prosedural, dan kemampuan kolaboratif mahasiswa. Dengan demikian, kegiatan ini merepresentasikan model penguatan kompetensi vokasional yang relevan dengan pengembangan kurikulum berbasis capaian pembelajaran dan kebutuhan industri manufaktur modern.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada mahasiswa Program Studi D3 yang telah berpartisipasi aktif dalam kegiatan pelatihan pembuatan seng fiber berbasis komposit fiberglass. Apresiasi juga diberikan kepada Program Studi D3 atas dukungan akademik serta kepada pengelola Workshop Krueng Barona Jaya Engineering yang telah menyediakan fasilitas dan sarana praktik sehingga kegiatan dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada rekan dosen pendamping atas kontribusi dan kerja sama selama proses perencanaan hingga evaluasi kegiatan. Semoga kegiatan ini memberikan manfaat berkelanjutan bagi penguatan kompetensi mahasiswa vokasi.

REFERENSI

- Alias, M. N., & Brown, R. (1992). Damage to composites from electrochemical processes. *Corrosion*, 48(5), 373-378.
- Balart, R., Montanes, N., Quiles-Carrillo, L., Jordá, S., Sanchis, H., & Sanchis, R. (2020). Model design and calculation with polymeric and composite materials through project-based learning. In *EDULEARN20 Proceedings* (pp. 3979-3986). IATED.

- Cai, Y., Xu, Y., Zhao, Y., & Ma, X. (2020). Atmospheric corrosion prediction: a review. *Corrosion Reviews*, 38(4), 299-321.
- Chen, M., Zhang, Y., Xing, G., Chou, S. L., & Tang, Y. (2021). Electrochemical energy storage devices working in extreme conditions. *Energy & Environmental Science*, 14(6), 3323-3351.
- Gunwant, D. (2024). Moisture resistance treatments of natural fiber-reinforced composites: a review. *Composite Interfaces*, 31(8), 979-1047.
- Hasanuddin, I., Setiawan, I., Darma, Y., Tamlichia, A., Sofyan, S. E., Muhammad, I., ... & Syuhada, A. (2025). Penerapan Teknologi Komposit Hibrid Ramah Lingkungan dalam Pengembangan Jaloe Bruk sebagai Alat Tangkap Ikan Tradisional Aceh. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 5(3), 162-168.
- Haiqal, M., Gunawan, H., Darma, Y., Tamlichia, A., Hasanuddin, I., Sofyan, S. E., ... & Zulfetri, Z. (2024). Penerapan Precast Well Ring Bertingkat sebagai Alternatif Solusi untuk Meningkatkan Keamanan dan Kualitas Sumber Air Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Aceh*, 4(4), 199-206.
- Muchlis, Y., Ali, N., Akhyar, A., & Tamlichia, A. (2025). Computational Analysis of Pressure Distribution of Traditional Aceh Boat Hull Attributed to Speed Variations. *Journal of Maritime Research*, 22(1), 232-239.
- Omelianenko, O., & Artyukhova, N. (2024). Project-based learning: Theoretical overview and practical implications for local innovation-based development. *Economics and Education*, 9(1), 35-41.
- Owens, K. P. (2021, July). Competency-based experiential-expertise and future adaptive learning systems. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 93-109). Cham: Springer International Publishing.
- Pole, K., & McGee, M. (2026). Experiential learning. In *Teaching and Learning in Higher Education* (pp. 51-63). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Sudarsono, B., & Pratama, W. (2025). Designing an Industry-Oriented Problem-Based Learning Model to Enhance Vocational High School Students' Work Readiness. *JTP-Jurnal Teknologi Pendidikan*, 27(1), 1-16.
- Tamlichia, A., Rizal, S., Hasanuddin, I., Noor, M. M., & Nazaruddin, N. (2022). Finite Element Analysis of the Jaloe kayoh Boat Structure with Load Variations by Using E-Glass and Ramie Fiber Composite Materials. *Key Engineering Materials*, 930, 61-70.
- Tamlichia, A., Rizal, S., Hasanuddin, I., Noor, M. M., Ikramullah, I., & Nazaruddin, N. (2025, May). The effect of number of laminate layers on the ramie E-glass fiber hybrid composite for Jaloe kayoh material. In *Materials Science Forum* (Vol. 1149, pp. 47-54). Trans Tech Publications Ltd.
- Veleva, L., Meraz, E., & Acosta, M. (2007). Zinc corrosion runoff process induced by humid tropical climate. *Materials and Corrosion*, 58(5), 348-352.