

INOVASI TEKNOLOGI REKAYASA MATERIAL KOMPOSIT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KINERJA INDUSTRI MANUFAKTUR

Amelia Kresnanti^{1*}

Program Studi Pemeliharaan Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Subang, Kec. Cibogo, Kabupaten Subang, Jawa Barat 41285, Indonesia.

Email Korespondensi: Amelia.krednanti@gmail.com

Abstrak. Perkembangan teknologi rekayasa dalam bidang material komposit telah membuka peluang besar dalam meningkatkan efisiensi dan kinerja industri manufaktur. Artikel ini mengkaji inovasi terbaru dalam teknologi material komposit, khususnya dalam sektor otomotif dan penerbangan, melalui pendekatan studi literatur sistematis terhadap jurnal, buku, dan laporan industri terkini. Hasil kajian menunjukkan bahwa material komposit generasi baru, seperti komposit serat karbon dengan matriks termoplastik, menawarkan keunggulan berupa bobot ringan, kekuatan tinggi, serta ketahanan terhadap korosi. Keunggulan ini berkontribusi signifikan dalam penghematan energi dan peningkatan performa produk. Namun demikian, tantangan yang dihadapi meliputi biaya produksi yang tinggi, keterbatasan teknologi daur ulang, serta kebutuhan manufaktur presisi. Solusi yang ditawarkan mencakup penerapan otomatisasi, teknologi manufaktur aditif (3D printing), serta pengembangan komposit ramah lingkungan berbasis serat alami. Kesimpulannya, inovasi teknologi material komposit tidak hanya mendukung efisiensi industri, tetapi juga berperan penting dalam mewujudkan manufaktur berkelanjutan di masa depan.

Kata kunci: material komposit, inovasi rekayasa, manufaktur, efisiensi, keberlanjutan.

Abstract. The development of engineering technology in composite materials has created new opportunities to enhance efficiency and performance in the manufacturing industry. This article examines the latest innovations in composite material technology, particularly in the automotive and aerospace sectors, through a systematic literature review of recent journals, books, and industry reports. Findings reveal that next-generation composites, such as carbon fiber composites with thermoplastic matrices, offer advantages including lightweight properties, high strength, and corrosion resistance. These characteristics contribute significantly to energy savings and improved product performance. However, challenges remain in terms of high production costs, limited recycling technologies, and the demand for high-precision manufacturing. Proposed solutions include the adoption of automation, additive manufacturing (3D printing), and the development of environmentally friendly composites based on natural fibers. In conclusion, innovations in composite material technology not only support industrial efficiency but also play a vital role in advancing sustainable manufacturing in the future.

Keywords: composite materials, engineering innovation, manufacturing, efficiency, sustainability.

*Penulis Korespondensi

Diterima : 29 January 2025. Disetujui : 10 Februari 2025. Dipublikasikan : 31 Maret 2025

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi manufaktur modern menuntut adanya material dengan karakteristik ringan, kuat, dan efisien dalam proses produksi. Material komposit menjadi salah satu solusi yang banyak digunakan karena mampu menggabungkan sifat mekanis unggul dari dua atau lebih material dasar (Chawla, 2019). Keunggulan komposit dibandingkan material konvensional seperti baja atau aluminium terletak pada rasio kekuatan terhadap berat (strength-to-weight ratio) yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, serta fleksibilitas desain (Campbell, 2010).

Industri otomotif dan penerbangan menjadi sektor utama yang memanfaatkan material komposit, khususnya dalam upaya

mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon (Mazumdar, 2017). Di sisi lain, penerapan komposit dalam skala besar menghadapi berbagai tantangan, seperti biaya produksi yang tinggi, keterbatasan dalam daur ulang, serta kebutuhan akan teknologi manufaktur presisi tinggi (Strong, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan inovasi teknologi material komposit dalam industri manufaktur, termasuk karakteristik material terbaru, tantangan yang dihadapi, dan strategi solusi yang dapat meningkatkan efisiensi serta kinerja industri.

Analisis isi: Data yang terkumpul dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi tren inovasi, karakteristik material baru, serta tantangan produksi.

Sintesis: Informasi digabungkan untuk menghasilkan pembahasan yang komprehensif mengenai kontribusi teknologi rekayasa terhadap peningkatan efisiensi dan kinerja manufaktur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil kajian literatur disajikan pada tabel berikut:

METODE PENELITIAN

Artikel ini menggunakan pendekatan studi literatur sistematis dengan mengumpulkan data sekunder dari jurnal internasional, buku teks, dan laporan industri yang terbit dalam kurun waktu 2010–2024. Proses kajian dilakukan melalui tahapan berikut:

Identifikasi sumber: Jurnal dari database Scopus, ScienceDirect, dan IEEE Xplore dengan kata kunci “composite materials”, “manufacturing innovation”, “lightweight materials”.

Seleksi artikel: Artikel dipilih berdasarkan relevansi dengan tema inovasi rekayasa material komposit dalam industri otomotif dan penerbangan.

Tabel 1. Perbandingan Umur Pakai Mesin, Downtime, dan Biaya Perawatan

Aspek	Temuan Utama	Sumber
Jenis komposit terbaru	Komposit serat karbon generasi baru dengan matriks termoplastik	(Campbell, 2010)
Karakteristik unggul	Ringan (30–50% lebih ringan dari baja), tahan korosi, kuat tekan tinggi	(Chawla, 2019)
Aplikasi industri	Otomotif (panel bodi, rangka), penerbangan (sayap, fuselage)	(Mazumdar, 2017)

Tantangan	Biaya produksi tinggi, daur ulang sulit, (Strong, 2008) memerlukan teknologi presisi
Solusi	Otomatisasi manufaktur, teknologi 3D printing, (Friedrich & riset daur ulang komposit Almajid, 2013)

Pembahasan

Hasil studi menunjukkan bahwa inovasi teknologi rekayasa material komposit memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi industri manufaktur. Salah satu terobosan penting adalah penggunaan komposit serat karbon dengan matriks termoplastik, yang memungkinkan proses produksi lebih cepat serta berpotensi untuk didaur ulang (Campbell, 2010). Keunggulan ini menjadi kunci dalam pengembangan kendaraan ramah lingkungan, baik mobil listrik maupun pesawat hemat bahan bakar.

Meskipun demikian, tantangan utama yang masih dihadapi adalah biaya produksi yang tinggi akibat kompleksitas proses manufaktur, serta keterbatasan fasilitas daur ulang (Strong, 2008). Industri perlu mengembangkan teknologi manufaktur berbasis otomatisasi dan digitalisasi, seperti robotik, additive manufacturing, dan pemodelan numerik berbasis AI untuk menekan biaya sekaligus meningkatkan akurasi (Friedrich & Almajid, 2013).

Selain itu, aspek sustainability menjadi fokus penting. Tren riset terbaru mengarah pada pengembangan komposit ramah lingkungan, misalnya dengan serat alami seperti hemp atau flax, yang lebih mudah didaur ulang namun tetap memiliki kekuatan mekanis yang kompetitif (Pickering, 2016).

Dengan demikian, inovasi teknologi rekayasa material komposit tidak hanya berkontribusi pada efisiensi energi dan performa industri, tetapi juga membuka peluang besar dalam mewujudkan manufaktur berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Inovasi teknologi material komposit terbukti memberikan dampak positif dalam meningkatkan efisiensi dan kinerja industri manufaktur, terutama di sektor otomotif dan penerbangan. Keunggulan utama komposit terletak pada kekuatan tinggi dengan bobot ringan, yang mendukung penghematan energi. Namun, tantangan biaya produksi dan isu daur ulang masih menjadi hambatan signifikan. Oleh karena itu, diperlukan strategi berbasis otomatisasi,

teknologi baru seperti 3D printing, dan pengembangan material ramah lingkungan untuk menjawab tantangan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, F.C. (2010) *Structural Composite Materials*. ASM International.
- Chawla, K.K. (2019) *Composite Materials: Science and Engineering*. 4th ed. Springer.
- Friedrich, K. & Almajid, A.A. (2013) 'Manufacturing aspects of advanced polymer composites for automotive applications', *Applied Composite Materials*, 20(2), pp. 107–128.
- Mazumdar, S.K. (2017) *Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering*. CRC Press.
- Pickering, S.J. (2016) 'Recycling technologies for thermoset composite materials—current status', *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 37(8), pp. 1206–1215.
- Strong, A.B. (2008) *Fundamentals of Composites Manufacturing: Materials, Methods, and Applications*. 2nd ed. Society of Manufacturing Engineers.