

Peningkatan Kompetensi Praktik Pengecoran Logam dengan Crucible Limbah Evaporation Boats di SMK Negeri 2 Salatiga

Rusiyanto¹, Rahmat Doni Widodo², Wara Dyah Pita Rengga³, Sudiyono⁴,
Deni Fajar Fitriyana⁵, Angga Septiyanto⁶, Kaleb Priyanto^{7*}

¹⁻⁷ Universitas Negeri Semarang

* kalebpriyanto@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi praktik pengecoran logam siswa SMK Negeri 02 Salatiga, khususnya pada mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Mesin (PDTM). Permasalahan utama yang dihadapi mitra adalah keterbatasan peralatan dan bahan praktik pengecoran logam. Solusi yang ditawarkan adalah penerapan praktik pengecoran logam non ferro menggunakan tungku berbahan bakar oli bekas dengan *crucible* berbahan dasar limbah *evaporation boats*. Tungku berbahan bakar oli bekas dipilih karena ramah lingkungan, biaya operasional rendah, dan mudah diaplikasikan di lingkungan sekolah. Sementara itu, *crucible* berbahan limbah *evaporation boats* memiliki keunggulan berupa ketahanan terhadap temperatur tinggi, kemampuan menjaga panas, harga yang terjangkau, serta daya tahan yang lebih baik dibandingkan *crucible* grafit. Teknik pengecoran logam non ferro dinilai sesuai untuk siswa SMK karena mudah dipahami dan diaplikasikan, baik dari aspek pengetahuan maupun keterampilan. Logam non ferro yang digunakan dalam kegiatan ini adalah aluminium, yang merupakan limbah hasil praktik pemesinan siswa dan dapat didaur ulang melalui proses pengecoran. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penggunaan *crucible* limbah *evaporation boats* pada tungku oli efektif mendukung praktik pengecoran logam, meningkatkan kompetensi siswa, serta menjadi alternatif solusi berkelanjutan dalam pembelajaran praktik pengecoran logam di SMK Negeri 02 Salatiga.

Kata Kunci: *crucible*, *evaporation boats*, limbah, pengecoran logam, SMK

Pendahuluan

Perkembangan teknologi manufaktur dan material yang semakin pesat menuntut adanya inovasi yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan kinerja teknis, tetapi juga pada keberlanjutan lingkungan melalui pemanfaatan limbah. Berbagai penelitian dan pengembangan telah dilakukan untuk mengoptimalkan material sisa industri agar memiliki nilai tambah dan fungsi baru yang bermanfaat. Salah satu hasil dari pengembangan tersebut adalah pemanfaatan limbah *evaporation boats* sebagai bahan dasar pembuatan *crucible* lokal (Nurrohmah dkk, 2020). *Evaporation boats*, yang umumnya digunakan dalam proses evaporasi bahan kimia, dapat dimanfaatkan kembali untuk membuat *crucible* dengan daya tahan lebih lama dan harga yang lebih terjangkau.

Dengan memanfaatkan bahan limbah ini, diharapkan siswa dapat melaksanakan praktik pengecoran logam non-ferro seperti aluminium, perak, dan kuningan dengan biaya rendah namun tetap berkualitas baik. Berdasarkan berbagai riset yang telah dikembangkan, *crucible* berbasis limbah *evaporation boats* menunjukkan ketangguhan dan daya tahan yang baik, sehingga berpotensi menjadi alternatif yang ekonomis, ramah lingkungan, dan aplikatif dalam proses peleburan logam (Habiby dkk, 2024).

Aplikasi hasil riset berupa *crucible* berbasis limbah *evaporation boats* memiliki dampak nyata bagi kepentingan masyarakat, khususnya di lingkungan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bidang teknik pemesinan (Yudiono dkk, 2022). *Crucible* tersebut dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran praktik pengecoran logam yang efektif dan sesuai dengan karakteristik pendidikan vokasional (Sulistiyawan dkk, 2022). Ketersediaan bahan baku praktik pengecoran logam yang melimpah, berupa tatal aluminium sisa proses permesinan, semakin mendukung penerapan pembelajaran ini. Melalui praktik pengecoran logam sebagai mata pelajaran pendukung kompetensi, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman konsep manufaktur secara terintegrasi, tetapi juga mendapatkan tambahan keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja.

SMK Negeri 2 Salatiga sebagai mitra Universitas Negeri Semarang dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat memiliki keinginan untuk meningkatkan kompetensi praktik peserta didik sekaligus memanfaatkan limbah sisa proses permesinan melalui kegiatan pengecoran logam. Namun demikian, beberapa kegiatan pembelajaran praktik yang selama ini dilaksanakan belum berjalan secara optimal, sehingga kompetensi praktik siswa belum tercapai secara maksimal. Keterbatasan peralatan dan bahan praktik menjadi permasalahan utama yang menghambat pelaksanaan pembelajaran praktik. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran praktik yang relevan dan mudah diaplikasikan untuk membantu guru dalam mengonkretkan konsep, meningkatkan motivasi belajar siswa, serta mendukung tercapainya kompetensi yang ditargetkan.

Pengecoran logam adalah salah satu proses manufaktur yang penting dalam dunia industri, khususnya di bidang teknik pemesinan. Proses ini digunakan untuk memproduksi komponen dengan bentuk yang kompleks, yang tidak dapat dihasilkan melalui proses lain (Priyambodo dkk, 2025). "Materi pengecoran logam pada program keahlian Teknik Pemesinan di SMK masih diberikan sebatas teori, hal ini belum sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kemendikbud Ristek nomor 024/H/KR/2022 yang menyatakan bahwa pengecoran logam merupakan salah satu konsentrasi keahlian pada program keahlian pemesinan di SMK/MAK." (Nurhadiyanto dkk, 2025). Di SMK Negeri 02 Salatiga, pengecoran logam menjadi salah satu kompetensi dasar yang diajarkan dalam mata pelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Mesin (PDTM). Namun, meskipun penting, kegiatan praktik pengecoran logam di sekolah ini terkendala oleh keterbatasan alat dan bahan yang memadai.

Teknologi pengecoran logam merupakan salah satu teknologi yang banyak digunakan di sektor industri, terutama industri besar dan industri otomotif, sehingga guru SMK perlu meningkatkan keterampilan dalam memahami teknologi ini (Abadi dkk, 2024). Pembelajaran praktik pengecoran logam memerlukan peralatan yang cukup mahal, salah satunya adalah tungku lebur (*furnace*) dan *crucible* (wadah untuk melelehkan logam). Di pasaran, *crucible* yang banyak digunakan adalah *crucible* grafit yang memiliki harga tinggi

dan daya tahan yang terbatas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan alternatif *crucible* yang terjangkau, mudah diaplikasikan, serta memiliki daya tahan minimal setara atau lebih baik dari *crucible* impor. Pemanfaatan tungku oli peleburan aluminium dengan dinding pelapis tungku dan *crucible* berbahan dasar limbah *evaporation boats* menjadi solusi yang efektif, ekonomis, dan aplikatif (Rusiyanto dkk, 2020). Peralatan tersebut sangat mendukung untuk kebutuhan pengecoran logam non-ferro seperti aluminium, sebagai salah satu mata pelajaran praktik di SMK Negeri 2 Salatiga.

Program pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi praktis siswa dalam pengecoran logam, mengoptimalkan penggunaan bahan limbah yang ada, dan meningkatkan efisiensi pembelajaran di SMK Negeri 02 Salatiga. Keterbatasan media pembelajaran yang dihadapi oleh mitra dapat diatasi dengan memanfaatkan bahan bekas sehingga dapat memfasilitasi siswa dalam mencapai kompetensi yang diharapkan (Priyanto dkk, 2024). Oleh karena itu, solusi yang diusulkan dalam kegiatan pengabdian ini adalah penggunaan tungku berbahan bakar oli bekas dan *crucible* berbahan dasar limbah *evaporation boats*.

Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan melalui beberapa tahapan metode yang saling berkesinambungan dan disusun secara sistematis sesuai dengan tujuan kegiatan. Metode yang diterapkan dirancang untuk menjawab permasalahan mitra secara bertahap, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga implementasi dan evaluasi hasil kegiatan (Kurniadi et al, 2025). Setiap tahapan memiliki peran penting dalam mendukung keberhasilan kegiatan pengabdian kepada masyarakat secara menyeluruh.

Tahapan awal dari kegiatan pengabdian masyarakat dimulai dengan sosialisasi kepada mitra. Sosialisasi bertujuan untuk menyampaikan maksud, tujuan, dan manfaat kegiatan pengabdian kepada masyarakat kepada mitra. Kegiatan sosialisasi juga digunakan sebagai sarana komunikasi awal antara tim pengabdian dan mitra untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi, khususnya terkait pelaksanaan praktik pengecoran logam yang belum optimal akibat keterbatasan peralatan. Melalui kegiatan ini, diharapkan terjalin pemahaman bersama dan interaksi yang baik antara tim pengabdian dan mitra sebagai dasar pelaksanaan kegiatan selanjutnya.

Tahap lanjutan setelah sosialisasi kepada mitra adalah pelaksanaan kegiatan pelatihan. Tujuan dari kegiatan pelatihan adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam praktik pengecoran logam (Priyanto dkk, 2022). Sebelum pelaksanaan pelatihan praktik, peserta diberikan pembekalan teori dasar pengecoran logam sebagai landasan pengetahuan, karena pemahaman teori merupakan titik awal dalam pelaksanaan praktik. Pelatihan yang diberikan meliputi pembuatan tungku peleburan logam dengan memanfaatkan oli bekas sebagai bahan bakar serta penggunaan *crucible* berbahan dasar limbah *evaporation boats*, yang dilaksanakan secara luring dengan menerapkan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3) agar kegiatan berlangsung aman dan efektif.

Tahap pendampingan dilakukan setelah kegiatan pelatihan. Pendampingan mitra ditujukan untuk memastikan seluruh rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat berjalan sesuai dengan perencanaan. Pendampingan dilakukan oleh tim pengabdian kepada mitra mulai dari persiapan alat dan bahan, proses pembuatan tungku peleburan, pembuatan *crucible*, hingga pelaksanaan praktik pengecoran logam non-ferro. Selain itu, pendampingan juga berfungsi untuk memfasilitasi mitra dalam mengatasi kendala yang muncul selama kegiatan berlangsung, sehingga hasil kegiatan dapat dicapai secara optimal dan berkelanjutan. Untuk mencapai tujuan tersebut, kegiatan pengabdian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan dan berkelanjutan. Setiap tahapan bertujuan untuk mempersiapkan, mengajarkan, dan mendampingi mitra agar dapat mengimplementasikan solusi yang diberikan secara mandiri.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat secara umum menunjukkan ketercapaian tujuan yang baik. Hal ini dapat dilihat dari keterlibatan mitra dalam setiap rangkaian kegiatan serta kemampuan mitra dalam mengikuti dan memahami materi yang disampaikan oleh tim pengabdian. Peningkatan kompetensi pengecoran logam melalui pemanfaatan *crucible* berbahan dasar limbah *evaporation boats* dirasakan sangat membantu mitra, khususnya dalam mendukung pelaksanaan pembelajaran praktik pengecoran logam di SMK Negeri 02 Salatiga yang sebelumnya terkendala keterbatasan peralatan.

Program pelatihan yang telah direncanakan dapat terlaksana secara menyeluruh, mulai dari pengenalan konsep dasar *crucible*, pemahaman fungsi dan karakteristik bahan, hingga praktik pengecoran logam non-ferro menggunakan tungku peleburan. Keberhasilan pelaksanaan seluruh tahapan pelatihan ini menunjukkan bahwa metode yang diterapkan telah sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik mitra. Sebelum kegiatan pengabdian dilaksanakan, mitra mengalami kesulitan dalam melaksanakan praktik pengecoran logam secara mandiri, namun setelah pelatihan, mitra memiliki pemahaman dan keterampilan yang lebih baik dalam mengoperasikan peralatan serta melaksanakan proses pengecoran logam secara aman dan efektif.

Keefektifan kegiatan pengabdian kepada masyarakat diukur melalui evaluasi *pretest* dan *posttest* yang diberikan kepada peserta. Hasil *pretest* menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemampuan awal siswa dalam praktik pengecoran logam sebesar 58, dan seluruh peserta belum memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan, yaitu 75. Setelah seluruh rangkaian kegiatan pengabdian dilaksanakan, hasil *posttest* menunjukkan peningkatan nilai rata-rata menjadi 79, dengan sebanyak 80% siswa telah mencapai nilai di atas KKM. Peningkatan nilai rata-rata sebesar 36% tersebut menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan siswa setelah mengikuti kegiatan pengabdian.

Peningkatan kompetensi siswa tersebut juga ditunjukkan secara visual melalui diagram batang perbandingan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*. Grafik tersebut memperlihatkan perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*, di mana nilai *posttest* lebih tinggi dibandingkan nilai *pretest*. Hal ini menegaskan bahwa penerapan metode pelatihan dan pendampingan menggunakan *crucible* berbahan limbah *evaporation boats*

serta tungku peleburan berbahan bakar oli bekas efektif dalam meningkatkan kompetensi praktik pengecoran logam non-ferro pada siswa SMK Negeri 02 Salatiga.



Gambar 1. Penjelasan penggunaan furnace evaporation boats



Gambar 2. Penyerahan crucible secara simbolis

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian ini berhasil meningkatkan kompetensi praktik pengecoran logam di SMK Negeri 02 Salatiga. Dengan menggunakan *crucible* berbahan dasar limbah *evaporation boats* dan tungku berbahan bakar oli bekas, siswa dapat melaksanakan praktik pengecoran logam dengan biaya yang terjangkau namun tetap efektif. Program ini juga membantu mitra untuk mengatasi permasalahan keterbatasan alat dan bahan yang selama ini menghambat proses pembelajaran.

Melalui pelatihan dan pendampingan yang diberikan, SMK Negeri 02 Salatiga kini memiliki kemampuan untuk melaksanakan pengecoran logam non-ferro secara mandiri.

Oleh karena itu, diharapkan kegiatan ini dapat terus diterapkan dan memberikan manfaat jangka panjang dalam pembelajaran teknik pengecoran logam di sekolah-sekolah lainnya.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan LPPM UNNES melalui skema DPA 2023 dengan Nomor: DPA-023.17.2.690645/2023.10, revisi 2, sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat bagi dosen Dana DPA LPPM UNNES Tahun 2023 Nomor: 440.12.4/UN37/PPK.10/2023

Referensi

- Habiby, M. N. A., Rusiyanto, R., & Widodo, R. D. (2024). The Potential of Evaporation Boats Waste as a Crucible Material for Casting: A Review. *Indonesian Journal of Engineering and Science*, 5(1), 035-044.
- Nurrohmah, S. I., Rusiyanto, R., Widodo, R. D., & Sumbodo, W. (2020). Pengaruh Thermal Shock dan Komposisi Grafit, Kaolin (Clay) terhadap Struktur Makro dan Ketahanan Impact Kowi Berbahan Dasar Limbah Evaporation Boats. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(2), 287-295.
- Sulistiyawan, A. L., Kriswanto, K., Widodo, R. D., Rusiyanto, R., Suyitno, S., Andika, R., & Harsandi, Z. P. (2022). Pengaruh Temperatur Tuang Pada Proses Pengecoran Sand Casting Terhadap Kekuatan Impak dan Cacat Coran Runner Turbin Cross-Flow Sudu 24. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 22(1).
- Yudiono, H., Rusiyanto, S. A., Sudiyono, A. P. W., Firdus, F. F., & Lailasari, A. N. (2022). Improving the 21st Century learning skills of a vocational teacher candidate through an industrial project approach. *World Trans. Eng. Technol. Educ*, 20(3), 214-219.
- Rusiyanto, R., Fitriyana, D. F., Widodo, R. D., Widayat, W., Triyanto, S., Ilham, M. S., ... & Sanubari, I. (2022). Pengaruh Durasi Pencampuran Terhadap Mechanical Properties Crucible Peleburan Aluminium. *Bookchapter Kimia Universitas Negeri Semarang*, (1), 39-64.
- Priyambodo, B. H., Winarto, F. E. W., Andani, A. T., Palmiyanto, M. H., & Priyanto, K. (2025). Characteristics of Hardness and Microstructure of Recycled Pistons Manufactured by Sand Casting Process. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 10(2).
- Priyanto, K., Kurniadi, N., Baihaqi, S. B. F., Gojandra, F. P. L., Kristiawan, R. B., Cahyanto, S. E., & Enita, S. (2024). Peningkatan Kompetensi di Bidang Otomasi Industri Bagi Siswa SMK Jurusan Teknik Pemesinan. *Panggung Kebaikan: Jurnal Pengabdian Sosial*, 1(4), 152-160.
- Kurniadi, N., Cahyanto, S. E., Ardiansyah, A., Sudarni, A. R., Priyanto, K., Nugroho, A. A., ... & Adiyasa, I. W. (2025). Enhancing competence in battery-based electric vehicle installation and programming at SMK Negeri Jambu. *Jurnal Pelayanan Masyarakat*, 2(3), 117-127.
- Priyanto, K., Haniel, H., & Hidayah, F. N. (2022). Peningkatan Kompetensi Otomasi Bagi Siswa Program Keahlian Teknik Mesin SMK YP Colomadu. *Abdi Masya*, 3(2), 55-61.