

Pelatihan Pembuatan Pola dan Cetakan Pasir untuk Guru SMK

Widi Widayat¹, Sonika Maulana², Angga Septiyanto³, Rizqi Fitri N⁴

Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang

¹widiwidayat@mail.unnes.ac.id

²sonika@mail.unnes.ac.id

³ankgall19@gmail.com

⁴rizqi@mail.unnes.ac.id

Abstrak — Keterbatasan sarana dan prasarana menyebabkan SMK tidak menjalankan pembelajaran untuk kompetensi dasar tertentu. Di sekolah mitra (SMK 4), kompetensi dasar pengecoran logam yang berada pada mata pelajaran PDTM (Pekerjaan Dasar Teknik Mesin), tidak diajarkan dengan alasan yang sama. Tujuan kegiatan ini adalah membantu mitra untuk mempersiapkan dan mengembangkan pembelajaran pengecoran logam di sekolahnya. Target khusus atau prioritas pada kegiatan ini adalah melatih pembuatan pola dan cetakan untuk pengecoran cetakan pasir. Tujuan akan dicapai melalui pembekalan pengetahuan dan keterampilan menggunakan modul. Mitra yang diwakili beberapa guru dan siswa mengalami peningkatan pengetahuan tentang pengecoran dengan cetakan pasir. Mitra mampu memahami peralatan dan bahan yang dibutuhkan, serta fungsi alat dan bahan tersebut. Mereka mampu menjalankan proses pembuatan cetakan pasir menggunakan alat bahan yang disediakan. Setelah melaksanakan latihan dan berdiskusi, mitra menjadi yakin bahwa pembelajaran praktek pengecoran logam dapat dilaksanakan di sekolahnya.

Kata kunci — cetakan pasir, pelatihan, pengecoran, pola

I. PENDAHULUAN

Pembelajaran di SMK berkaitan erat dengan praktek. Mengingat porsi jam praktek yang dominan, sesuai karakter kurikulumnya. Dalam pelaksanaan pembelajaran praktek, sarana dan prasarana praktek menjadi variabel yang vital. Permasalahan yang banyak ditemui di SMK dalam hal pembelajaran praktek umumnya berkaitan dengan sarana dan prasarana. Hal tersebut dapat berupa keterbatasan, ketidaksesuaian, bahkan ketiadaan. Ada yang tidak memiliki ruang yang cukup untuk praktek, ada yang terbatas alatnya jika dibandingkan dengan jumlah siswanya, ada yang bahkan tidak memiliki peralatan praktek tertentu dan juga sekaligus tidak memiliki ruang. Ada kalanya yang terjadi adalah gabungan dari beberapa hal tersebut. Dampaknya, ada kompetensi dasar yang tidak diajarkan kepada siswa.

Salah satu mata pelajaran di SMK jurusan teknik mesin adalah PDTM (Pekerjaan Dasar Teknik Mesin) [1]. PDTM terdiri dari masing-masing 10 kompetensi dasar teori dan praktek yang meliputi K3, alat ukur dan pengukuran, penggunaan perkakas tangan, pemesinan, pengelasan, fabrikasi, serta pengecoran logam. Pada bagian pengecoran logam, kompetensi dasar yang akan dicapai adalah menerapkan pengecoran logam (KD 3.10) dan melakukan teknik pengecoran logam (KD 4.10) [1].

Dari semua kompetensi dasar pada mata pelajaran PDTM, ada satu yang tidak dilaksanakan dengan lengkap atau tidak sama sekali, yaitu

pengecoran logam. Dari beberapa sekolah yang pernah disurvei yaitu SMKN 4 Semarang, SMKN 7 Semarang, dan SMKN 3 Tegal, tidak adanya pembelajaran kompetensi dasar pengecoran logam berdasar alasan tidak adanya sarana dan prasarana praktek pengecoran. Hal ini tentu memprihatinkan, karena sebenarnya pembelajaran teknik pengecoran sangat memungkinkan dilaksanakan di sekolah-sekolah.

Sekolah melalui guru-guru jurusan teknik mesin menyampaikan bahwa mereka ingin mengaktifkan kembali praktek pengecoran logam bagi siswa-siswanya. Mereka sudah memiliki rencana meskipun belum dalam bentuk tertulis atau dokumen perencanaan. Untuk mewujudkannya diperlukan kelengkapan yang cukup baik meliputi peralatan, bahan, materi pembelajaran, dan pengampu.

Jurusan Teknik Mesin Unnes telah menyelenggarakan berbagai kegiatan berkaitan dengan pengecoran logam. Sesuai bisnis utamanya, kegiatan utamanya adalah pembelajaran praktek pengecoran logam dan kegiatan penelitian dosen maupun mahasiswa, selain itu juga terdapat kegiatan pelatihan bagi masyarakat.

Mitra perlu mengetahui seluk beluk pembelajaran praktek ini sebelum merancang, membangun, dan melaksanakan praktek pengecoran di sekolah masing-masing. Hal ini ditetapkan sebagai langkah awal untuk membuka kembali pengetahuan dan wawasan mitra melalui pelatihan pembuatan pola dan cetakan pasir pada pengecoran paduan aluminium. Alasannya adalah:

1. Pola dan cetakan adalah komponen penting dalam proses produksi pengecoran karena mempengaruhi kualitas produk coran.
2. Peleburan aluminium dapat dilakukan dengan teknik, peralatan, dan bahan yang sederhana
3. Pengecoran dengan cetakan pasir merupakan teknik yang sederhana, namun tetap banyak diterapkan di industri hingga saat ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Proses produksi pengecoran terdiri dari pekerjaan menggambar, menetapkan allowance, kerja pemesinan kayu dan logam, membuat cetakan, melebur dan menuang logam, serta finishing. Peralatan, bahan dan teknik yang digunakan sangat terjangkau. Pekerjaan gambar dan pemesinan sudah lazim tersedia di sekolah. Aluminium dan pasir cetak mudah diperoleh. Dapur pelebur aluminium dapat dibuat dengan mudah dari kowi baja dan bahan bakar minyak.

Pembekalan pengetahuan disertai praktek memberikan informasi penting tentang pengecoran dengan cetakan pasir, misalnya tentang cetakan. Terdapat beberapa parameter penting di dalam pengecoran dengan cetakan pasir. Kekuatan cetakan pasir dipengaruhi tingkat kepadatan pasir. Erosi dinding cetakan dapat diakibatkan oleh kurangnya kepadatan pada saat proses pemadatan [2]. Namun terdapat faktor lain yang berpengaruh seperti kadar air cetakan. Kelembapan yang berlebih menyebabkan logam cair menjadi lebih cepat membeku sehingga kemampuan alir logam menurun dan tidak mampu memenuhi rongga cetak. Jadi meskipun dapat menghasilkan rongga cetak dan cetakan, namun cetakan pasir menjadi mudah rusak karena ruang antar butir pasir dipenuhi oleh air, sehingga justru melemahkan ikatan. Umumnya kadar air yang digunakan antara 2-6%. Namun pada kadar 5%, menghasilkan cacat paling rendah [3].

Kesiapan mitra untuk melaksanakan pembelajaran praktek pengecoran meliputi 3 hal yaitu sarana dan prasarana, materi pembelajaran, dan penguasaan ketrampilan guru. Sarana dan prasarana dapat diwujudkan melalui beberapa cara. Secara kelembagaan, sekolah dapat menyiapkan sarana dan prasarana, namun sebenarnya dapat diwujudkan dengan cara lain, misalnya melalui proyek TA.

Terdapat banyak pilihan teknik pengecoran logam yang memungkinkan sekolah untuk memilih jenis teknik pengecoran yang terjangkau baik dari sisi biaya maupun kemampuan teknis. Jenis logam dan jenis cetakan atau teknik pengecoran dapat dijadikan sebagai dasar

pemilihan. Logam non ferro merupakan pilihan utama karena titik leburnya rendah. Aluminium misalnya memiliki titik lebur sekitar 600 hingga 700 °C. Aluminium merupakan material yang menarik karena mempunyai titik lebur yang relatif rendah sehingga material ini mudah dan murah didaur ulang (*recyclable*). Selain itu aluminium cenderung tidak terdegradasi selama proses daur ulang [4]. Peleburan hingga temperatur tersebut dapat ditangani dengan dapur pelebur sederhana yaitu dapur krusibel. Dapur krusibel memiliki konstruksi, komponen dan cara kerja yang sangat sederhana dengan biaya yang relatif murah. Dapur ini dapat menggunakan bahan bakar minyak (minyak tanah, solar, oli bekas) atau gas. Dengan karakteristiknya tersebut, dapur ini sangat memungkinkan dijadikan sebagai proyek TA siswa.

Materi pelatihan meliputi perencanaan pengecoran berupa gambar pola dan cetakan, pembuatan pola dan cetakan, proses peleburan dan penuangan, serta finishing. Materi ini sesuai dengan kompetensi dasar menerapkan pengecoran logam (KD 3.10) dan melakukan teknik pengecoran logam (KD 4.10) sehingga, materi pelatihan yang diberikan kepada mitra dapat diadopsi sebagai materi pembelajaran di SMK. Melalui pelatihan ini tiga kebutuhan utama kesiapan mitra dapat tercapai. Artinya setelah mengikuti pelatihan, mitra siap untuk menyiapkan dan menerapkan pembelajaran praktik pengecoran logam.

III. METODE

Pelaksanaan pembelajaran pengecoran logam di SMK menuntut adanya 1. kesiapan sarana dan prasarana, 2. kesiapan materi pembelajaran, dan 3. kesiapan SDM yang terampil. Apabila ketiga hal tersebut telah siap, maka pembelajaran akan dapat dilaksanakan. Permasalahan tersebut tentu meliputi banyak faktor yang tidak bisa diselesaikan semuanya melalui kegiatan ini. Untuk itu dilakukan penentuan persoalan prioritas.

Tabel 1. Sarana dan prasarana untuk pembelajaran pengecoran logam

No	Sarana & prasarana	Keterangan
1	Dapur pelebur	Tidak ada
2	Perkakas tangan	Ada
3	Perkakas mesin	Ada
4	Aluminium (skrap)	Mudah diperoleh
5	Bahan bakar (solar)	Mudah diperoleh
6	Bahan pola (kayu)	Mudah diperoleh
7	Bahan cetakan (pasir cetak)	Mudah diperoleh

Tabel 2. Pekerjaan pada proses produksi pengecoran logam

No	Proses/pekerjaan	Mapel yang berkaitan
1	Menggambar BK	Gambar Teknik Manufaktur
2	Menggambar pola	
3	Menggambar cetakan	
4	Membuat pola	Teknik Pemesinan
5	Membuat cetakan	-
6	Melebur dan menuang	-
7	Finishing	Teknik Pemesinan

Berdasarkan tabel 1, nampak bahwa terdapat banyak hal dan kegiatan yang termasuk dalam pekerjaan pengecoran logam. Namun sebenarnya sebagian besar sudah tidak menjadi masalah lagi. Perkakas tangan, perkakas mesin dan kelengkapannya sudah tersedia di sekolah. Sementara itu bahan yang dilebur (skrap aluminium), bahan bakar, bahan pola (kayu), bahan cetakan (pasir), dan kelengkapan lain merupakan bahan-bahan yang mudah didapat dan relatif terjangkau harganya. Jadi untuk pemenuhan sarana pembelajaran pengecoran logam hanya dapur pelebur saja yang masih perlu dipersiapkan.

Jika dilihat daftar pekerjaan atau proses yang harus dilalui (Tabel 2), sebagian juga sudah tidak menjadi masalah karena merupakan materi pada mapel lain. Pekerjaan menggambar sudah biasa dilakukan pada mapel menggambar. Pekerjaan membuat pola pada dasarnya adalah kerja pemesinan dengan mesin bubut, frais, dan bor. Pekerjaan ini sudah biasa dilakukan pada mapel teknik pemesinan. Begitu juga pekerjaan finishing yang dilakukan dengan proses pemesinan. Oleh karena itu hanya pekerjaan membuat cetakan, melebur, dan menuang saja yang belum pernah dikerjakan atau ditemui di mapel lain. Meskipun pembuatan pola pada dasarnya adalah pekerjaan pemesinan, namun jenis, fungsi, dan teknik pembuatannya adalah materi baru yang belum ada di mapel lain. Dari sekian banyak jenis pola, ditentukan jenis yang akan dilatihkan adalah pola belah dengan alas dan pola belah tanpa alas untuk benda kerja silinder pejal bertingkat. Jenis pola ini memiliki tingkat kesulitan rendah hingga sedang dan sudah mewakili banyak proses pembuatan pola.

Pemilihan proses pengecoran melibatkan banyak pertimbangan seperti jenis teknologi, bahan, kapasitas, tuntutan produk, proses lanjutan, hingga pertimbangan ekonomi. Namun dari sisi lain daur ulang aluminium juga memberi dampak baik kepada lingkungan, seperti: hemat energi, mengurangi limbah padat, mengurangi emisi gas rumah kaca (*greenhouse gas*) [5]. Pada pelatihan ini pilihan tersebut didasarkan pada kondisi sarana

dan prasarana yang ada, kemudahan proses, serta biaya. Ayoola [6] menyatakan jenis cetakan (permanen, semen, pasir, CO₂) tidak berpengaruh terhadap kekuatan coran pada regangan yang kecil.

Maka prioritas kegiatan ini adalah melatih keterampilan pembuatan pola dan pembuatan cetakan pasir. Mitra akan dibekali pengetahuan dan keterampilan yaitu pengetahuan tentang pola dan cetakan, serta keterampilan membuat pola dan cetakan. Sementara itu untuk melengkapi alur proses produksi pengecoran, kegiatan ini juga meliputi pengenalan dapur pelebur serta demonstrasi pekerjaan melebur dan menuang logam cair.

Setelah mengikuti kegiatan tersebut, diharapkan mitra mendapatkan tambahan pengetahuan dan keterampilan tentang proses produksi pengecoran logam. Selanjutnya diharapkan mitra menggunakan pengetahuan dan keterampilan tersebut serta modul yang digunakan selama pelatihan untuk mengembangkan pembelajaran pengecoran logam di sekolahnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modul yang digunakan pada pengabdian di jurusan Teknik Mesin SMK N 4 Semarang berfungsi sebagai materi referensi dan panduan dalam proses pengecoran menggunakan cetakan pasir. Materi yang tercakup di dalamnya meliputi: bahan baku untuk pembuatan pola, jenis-jenis pola, *allowances* dan penerapannya, perencanaan pola, langkah-langkah pembuatan pola, peralatan pembuatan cetakan, serta langkah-langkah pembuatan cetakan pasir.

Sebagai pelengkap dalam penyampaian materi, disertakan pula alat, bahan, dan perlengkapan yang digunakan. Selain itu disertakan pula beberapa obyek yang tidak dilatihkan namun diperkenalkan seperti inti, cetakan inti, cetakan permanen, dan pola lilin. Pengenalan ini sebagai penambah wawasan peserta dan memudahkan peserta dalam memahami materi yang disampaikan, terutama ketika membandingkan pengecoran cetakan pasir dengan teknik pengecoran lainnya.

A. Pre Test dan post test

Pre test dilaksanakan untuk mengetahui kondisi awal peserta, yaitu pengetahuan peserta terhadap materi yang akan disampaikan pada pelatihan. *Pre test* berisi soal tentang dasar-dasar proses pembuatan pola dan cetakan. *Pre test* dan *post test* masing-masing berisi 15 soal pilihan ganda yang harus diselesaikan dalam waktu 7,5 menit. (Lampiran Soal *Pre Test*). Peserta diminta untuk

mengerjakan soal tersebut dengan berpikir cepat. Jika ada soal yang belum terjawab, maka peserta dapat meninggalkannya terlebih dahulu dan mengerjakan soal berikutnya.

Peserta melaksanakan *post test* setelah selesai melaksanakan praktek. Jumlah soal sama dengan *pre test* namun dengan soal yang divariasikan. Peserta mengerjakan dengan waktu yang sama dengan *pre test*.



Gambar 1. Pre test

B. Penyampaian Materi Pola dan Cetakan

Pada sesi ini tim pengabdian mengawali materi dengan menyampaikan apa yang dimaksud dengan pengecoran menggunakan metode cetakan pasir, apa yang dimaksud pola, bahan baku, serta jenis pola apa saja yang mampu untuk digunakan dalam pengecoran metode cetakan pasir maupun metode lainnya. Selanjutnya materi yang disampaikan mengenai fungsi alat, bahan, aksesoris tambahan yang lazim digunakan pada proses pengecoran logam metode cetakan pasir. Materi terakhir yang disampaikan adalah mengenai apa yang dimaksud dengan *shrinkage allowance*, *machining allowance* dan *draft*.



Gambar 2. Penyampaian Materi

Untuk memudahkan peserta lebih memahami tentang pengecoran dengan cetakan pasir disampaikan pula materi singkat mengenai pengecoran metode pola lilin dan metode cetakan permanen. Materi tersebut digunakan untuk membandingkan beberapa jenis teknik pengecoran, kekurangan dan kelebihan masing-masing teknik tersebut, dan proses produksinya.

C. Praktek pembuatan cetakan

Setelah mendapatkan materi teori tentang pola dan cetakan, peserta mengamati pembuatan

cetakan yang didemonstrasikan oleh instruktur. Pekerjaan yang dipraktekkan meliputi menyiapkan peralatan kerja dan bahan, mengolah dan menyiapkan pasir cetak, menguji pasir cetak secara manual, membuat cetakan, dan memeriksa cetakan.

Peserta juga berkesempatan menirukan proses yang telah didemonstrasikan instruktur. Peserta melakukan praktek dengan bantuan instruktur.



Gambar 3. Demonstrasi pembuatan cetakan



Gambar 4. Peserta berlatih

D. Penilaian

Penilaian *pre test* dan *post test* dilakukan saat peserta mengikuti kegiatan praktik. Dengan demikian pada akhir kegiatan, hasilnya sudah dapat diketahui. Hasil tersebut juga disampaikan kepada peserta. Hasil tes ini digunakan untuk memberi gambaran kondisi pengetahuan peserta sebelum dan sesudah pelatihan. Selain itu juga untuk memberikan gambaran tingkat penyerapan pengetahuan peserta dan keefektifan penyampaian materi.

E. Diskusi

Tahapan pelaksanaan pelatihan telah dilaksanakan. Hasil pelaksanaan pelatihan dievaluasi. Modul yang disusun telah dapat digunakan untuk menyampaikan materi teori kepada peserta. Peserta dapat mengikuti dan memahami dengan mudah dan baik. Hal ini terlihat dari hasil *post test*. Mayoritas mengalami kenaikan skor. Peserta terlihat antusias dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang menambah pemahaman mereka. Bahasan penting

yang perlu penekanan adalah tentang pola dan rangka cetak. Agar pola bisa berfungsi dengan baik, maka rancangan pola perlu dipersiapkan dengan benar.

Tabel 1. Skor test

No	Nama	Skor Pre test	Skor Post test	Perubahan (%)
1	Achmad S	33,3	80	140
2	Ruli	60	86,7	45
3	Isa Ismail	60	86,7	45
4	Bilal P.	20	33,3	67
5	Hambali	20	20	-
6	Abdillah Vaza A.	26,7	60	125
7	M. Ismail	40	33,3	(17)
8	Arif Irwani	40	46,7	17
9	Muhtar	60	73,3	22
10	Sunaryo	40	60	50

Nampak bahwa 80% peserta mengalami peningkatan skor. Hanya satu yang mengalami penurunan dan satu konstan. Kenaikan skor antara 17 hingga 140%. Namun demikian skor terakhir hanya 6 peserta yang skornya lebih atau sama dengan 60. Meskipun terdapat peningkatan pemahaman namun belum sepenuhnya mewakili kecukupan pemahaman. Hal ini disebabkan sebagian peserta belum pernah sama sekali mendapat materi pengecoran baik.

Pada saat praktik, peserta mendapatkan kesempatan melaksanakan pembuatan cetakan. Kekurangan yang terjadi berkaitan dengan kebiasaan. Hal ini wajar karena beberapa tahapan proses pembuatan cetakan memerlukan keterampilan yang terlatih, termasuk ketika melakukan pengukuran. Peserta harus mampu memperkirakan kelembapan pasir yang cukup. Selain itu juga harus mampu memadatkan pasir cetak dengan tepat. Kepadatannya tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Kemampuan tersebut akan tercapai seiring dengan pengalaman praktiknya.

Pada akhir sesi pelatihan, peserta menyampaikan pendapat bahwa praktik pengecoran ini sangat mungkin diterapkan di sekolah. Semua kebutuhan praktik sangat terjangkau baik dari segi harga, kemudahan memperolehnya, kebutuhan ruang praktek, serta peralatan dan bahan yang digunakan. Jika dapur pelebur dianggap sebagai komponen yang tersulit untuk diwujudkan, praktek pengecoran mair tetap bisa dilaksanakan dalam bentuk praktik pembuatan pola dan cetakan.

Ketua Jurusan menyatakan bahwa, jika praktek ini akan dilaksanakan, sebagian besar kebutuhan

peralatan telah tersedia di Jurusan Teknik Mesin. Proses pemesinan bubut, frais, dan bor bisa dilakukan di Jurusan Teknik Mesin. Sedangkan proses pemesinan yang spesifik seperti *planer* misalnya, bisa dilakukan dengan meminjam fasilitas mesin *planer* di jurusan teknik bangunan.

V. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan kondisi sebelum, selama dan setelah pelatihan, serta pernyataan-pernyataan peserta serta Ketua Jurusan Teknik Mesin, maka disimpulkan bahwa tujuan dari pelaksanaan program ini telah tercapai. Melalui tes singkat, terlihat skor peserta mengalami peningkatan. Dari sisi ketrampilan, peserta telah mampu menggunakan peralatan dan bahan yang disediakan untuk membuat cetakan. Interaksi peserta menunjukkan antusiasme terhadap materi. Tercapainya tujuan tersebut juga mendukung cita-cita pihak sekolah (Jurusan Teknik Mesin) untuk mewujudkan pembelajaran pengecoran logam di sekolah.

B. Saran

Dalam rangka mewujudkan cita-cita sekolah khususnya Jurusan Teknik Mesin, tim pengabdian menyarankan agar Jurusan Teknik Mesin dalam waktu dekat mengambil langkah jangka pendek berupa mengkader guru pengampu praktek pengecoran logam dan melaksanakan praktek yang paling sederhana yaitu pembuatan pola dan cetakan (tanpa pengecoran). Langkah jangka pendek akan menjadi batu loncatan untuk mewujudkan praktek pengecoran yang lebih lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah mendanai kegiatan ini melalui skema Pengabdian Kepada Masyarakat Bagi Dosen tahun 2019.

REFERENSI

- [1] "Lampiran Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor : 330/D.D5/Kep/Kr/2017 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Muatan Nasional (A), Muatan Kewilayahan (B), Dasar Bidang Keahlian (C1), Dasar Program Keahlian (C2), dan Kompetensi Keahlian (C3)". Tanggal : 09 Juni 2017.
- [2] P. Beeley, *Foundry Technology*, Oxford: Butterworth Heinemann, 2001.
- [3] S. Shahria, Md. Tariquzzaman, Md. H. Rahman, Md. Al Amin, Md. A.Rahman, "Optimization of

- Molding Sand Composition for Casting Al Alloy”, *International Journal of Mechanical Engineering and Applications*, Vol. 5, No. 3, pp. 155-161, 2017.
- [4] M. J. F. Gandara, “Aluminium: The Metal Choice”, *Materials and Technology*, 47(3), pp. 261-265, 2013.
- [5] J. Cui, H. J. Roven, “Recycling of Automotive Aluminium”, *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, Vol. 20, pp. 2057-2063, 2010.
- [6] W. A. Ayoola, S. O. Adeosun, O. S. Sanni, and A. Oyetunji. “Effect of Casting Mould on Mechanical Properties of 6063 Aluminum Alloy”. *Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 7, No. 1, pp. 89 – 96, 2012.