



Original Article

Pembuatan Perangkat Elektroplating untuk Praktik di SMK Muhammadiyah 1 Moyudan Sleman

Arianto Leman Soemowidagdo^{*a}, Didik Nurhadiyanto^a, Fredy Surahmanto^a, Muhammad Khoirul Alim^b

a Department of Mechanical Engineering Education, Faculty of Engineering, Yogyakarta State University, Yogyakarta, Indonesia

b Department of Motorcycle Engineering, Muhammadiyah 1 Moyudan Vocational High School, Sleman, Indonesia

Article Info

Keywords:
Manufacturing, Device,
Electroplating, Practice, SMK

ABSTRACT

[The Electroplating Devices Manufakturing for Practice at SMK Muhammadiyah 1 Moyudan Sleman] SMK Muhammadiyah 1 Moyudan which located on Jl. Klangon-Tempel Km 4.5 Gedongan, Sumberagung, Moyudan, Sleman, DIY have Motorcycle Engineering and Business and Light Vehicle Engineering programs. In both programs, electroplating practice has not been held since the absence of devices. The Mechanical Engineering Education Department service team of Yogyakarta State University which have expertise in developing equipment for practice, took the initiative to make a device for electroplating practice. The Four-D method was applied to create an electroplating practice device. The PAR method was applied to train teachers and education staff to perform the electroplating process. The electroplating devices equipped with 6 vessels so that able to accommodate the processes of hot degreasing, pickling, nickel strike and shiny nickel plating, and rinsing. The device is also equipped with a digital rectifier, temperature-controlled heater, aerator, and nickel anode in a titanium basket. Teachers and education staff have understood the theory of electroplating and are able to perform nickel plating with electroplating methods. However, learning modules are needed to improve the usefulness of electroplating practice devices.

© 2023 JPV: Jurnal Pengabdian Vokasi Universitas Diponegoro.

1. Pendahuluan

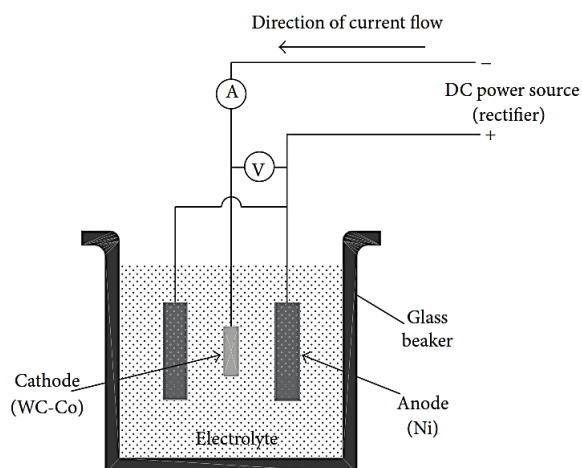
Sekolah sebagai instansi pendidikan berperan penting dalam menghasilkan sumber daya manusia (SDM) yang unggul dan berkualitas [1]. Sekolah menengah kejuruan (SMK) adalah intitusi pendidikan kejuruan (vokasi) yang didesain untuk membekali pengetahuan, keterampilan, dan sikap sehingga siswa mampu menjadi tenaga kerja masa depan, bekerja pada profesi tertentu, atau membuka lapangan pekerjaan [2]. Sejalan dengan itu, maka pendidikan vokasi di Indonesia ditekankan pada pembelajaran praktis [3]. Oleh karena itu, pembelajaran praktik yang sesuai kebutuhan industri harus banyak dilaksanakan di SMK [4]. Proses pembelajaran yang efektif ditentukan oleh motivasi siswa dalam belajar, sarana prasarana pendukung, dan lingkungan yang kondusif [5]. Alat praktik merupakan salah satu sarana pendukung yang penting. Alat praktik dapat menumbuhkan motivasi siswa dalam belajar dan menciptakan suasana belajar yang kondusif.

SMK Muhammadiyah 1 Moyudan (Musamo) adalah sekolah dengan nomor pokok sekolah nasional (NPSN) 20401176, berlokasi di Jl. Klangon-Tempel Km 4,5 Gedongan, Sumberagung, Moyudan, Sleman, DIY. SMK yang berdiri dengan akta nomor 3082/N.585/DIY.65/77 tanggal 1 September 1977 ini memiliki lahan seluas 9.816 m² dengan luas bangunan 84.000 m². Dua diantara 5 program keahlian. yang ada adalah Teknik dan Bisnis Sepeda Motor (TBSM) dan Teknik Kendaraan Ringan (TKR). SMK Musamo juga memiliki beberapa unit produksi dan jasa (UPJ), yaitu UPJ Fajar Motor dibidang bengkel sepeda motor, UPJ Prima Komputer dibidang servis laptop/komputer, UPJ sekolah yang melayani kebutuhan alat tulis dan makanan untuk siswa, UPJ Musamo Auto Servis dibidang servis mobil, UPJ Surya Boga produsen minuman kunir jalak, dan UPJ Mentari Edutel melayani penginapan, *tour and travel*. UPJ Fajar Motor, Prima Komputer, dan UPJ sekolah menempati gerai di depan SMK Musamo, sedang UPJ lainnya menempati gerai di dalam lingkungan sekolah. Terdapat 3 gerai di depan sekolah belum dimanfaatkan sebagai UPJ.

^{*} Corresponding author.

E-mail: arianto_ls@uny.ac.id

Hasil obesrvasi dan wawancara menunjukkan bahwa program keahlian TBSM dan TKR SMK Musamo membutuhkan peralatan untuk praktik pelapisan elektroplating. Lebih jauh, kompetensi guru dan tenaga kependidikan (tendik) terkait proses elektroplating juga perlu mendapat perhatian. Keberadaan perangkat alat untuk elektroplating tersebut ditujukan untuk meningkatkan kompetensi, baik guru, tendik, dan siswa. Harapan lebih jauh, perangkat tersebut dapat dikembangkan menjadi UPJ, sehingga bermanfaat bagi masyarakat sekitar. Pembuatan perangkat elektroplating ini diikuti juga dengan pelatihan untuk meningkatkan kompetensi guru dan tendik program TBSM dan TKR. Dimensi perangkat elektroplating yang dibuat tidak terlalu besar, namun mampu mengakomodasi 9 tahap proses elektroplating, yaitu: *hot degreasing*, *rinsing*, *pickling*, *rinsing*, *activating*, *nikel strike*, *rinsing*, *nikel shiny*, dan *rinsing* [6]. Perangkat tersebut memiliki *rectifier* (penyearah arus) digital serta pemanas yang dapat dikontrol pada proses *hot degreasing* dan *nikel shiny*.



Gambar 1. Skema elektroplating [7]

Elektroplating telah diterapkan pada industri kecil untuk meningkatkan mutu produk seperti ketahanan korosi [8], kekerasan [9], maupun tujuan dekoratif [10]. Keunggulan proses elektroplating adalah proses sederhana, selektifan tinggi, dan *throwing power* yang baik [11]. Proses ini berlangsung di dalam larutan elektrolit yang dialiri arus listrik melalui sebuah anoda menuju benda kerja yang bertindak sebagai katoda [12]. Proses ini melibatkan arus listrik, elektroda (anoda dan katoda), larutan elektrolit, dan benda kerja [13]. Keempat komponen ini disusun membentuk rangkaian seperti tampak pada Gambar 1 [7]. Anoda dihubungkan pada kutub positif dan katoda dihubungkan ke kutub negatif. Keduanya direndam dalam suatu larutan elektrolit. Arus bermuatan positif mengalir dari anoda ke katoda, sedang aliran elektron atau muatan negatif mengalir arah sebaliknya sehingga pengendapan terjadi pada katoda (benda kerja).

Proses elektroplating yang sederhana ini telah banyak didesiminasikan, baik pada masyarakat umum

[14], pelaku indsturi kecil [10], maupun pendidikan [15], [16]. Pengembangan alat elektroplating juga telah dilakukan untuk mendukung kebutuhan Pendidikan, baik untuk simulasi proses [17] maupun untuk praktik di laboratorium [18].

Proses elektroplating secara garis besar terdiri atas tiga tahap yaitu *pre-treatment*, pelapisan dan *post-treatment*. Setiap tahapan berpengaruh terhadap hasil pelapisan. Sebelum tahap *pre-treatment*, komponen dibersihkan secara mekanis dengan penggerindaan, pengikiran atau pengamplasan. Tahap *pre-treatment* merupakan penyiapan komponen secara kimiawi yang meliputi *hot degreasing*, *pickling*, dan *activating*. *Hot degreasing* adalah merendam komponen dalam larutan KOH pada suhu 60 °C untuk membersihkan permukaan komponen dari sisa-sisa minyak atau lemak [6]. *Pickling* adalah merendam komponen dalam larutan HCl, sedangkan *activating* untuk mengaktifasi permukaan komponen dengan direndam dalam larutan H₂SO₄. Tahap kedua adalah proses pelapisan, yaitu mengendapkan logam pelapis dengan teknik eletrolisa seperti tampak pada Gambar 1. Pada proses nikelin, yaitu melapiskan nikel pada permukaan komponen dibutuhkan dua kali proses elektrolisa. Pertama menggunakan larutan *nikel strike* (HCl 76 gr + NiCl₂ 270 gr per 1 liter air) dan kedua menggunakan larutan *nikel shiny* (NiSO₄ 270gr + NiCl₂ 76gr + H₃BO₃ 37,5gr + Brightener 4cc per 1 liter air). Tahap ketiga adalah *post-treatment*, yaitu membersihkan komponen yang telah di lapisi.

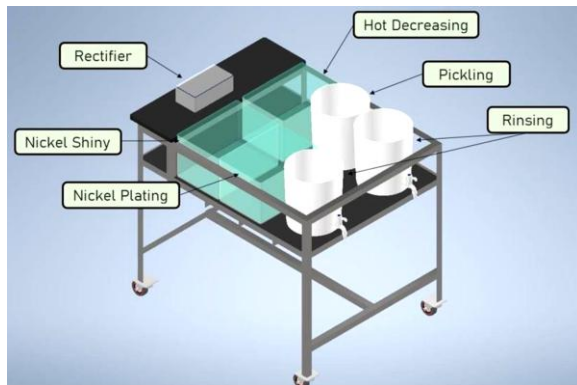
Bagaimanapun, perangkat elektroplating yang telah diterapkan pada pelaku industri maupun pendidikan hanya untuk proses pelapisan saja. Proses pembersihan secara kimiawi belum diakomodasi dalam satu perangkat yang terintegrasi. Berbekal keahlian dan pengalaman yang dimiliki, tim pengabdian Departemen Pendidikan Teknik Mesin (DPTM) Fakultas Teknik Universitas Yogyakarta (FT UNY) mendesain ulang dan membuat perangkat untuk praktik elektroplating mengacu pada perangkat yang telah dikembangkan oleh Apriliyanto et al. (2021). Perangkat untuk praktik elektroplating didesain menjadi lebih kompak namun tetap mampu mengakomodasi semua tahapan proses sehingga memenuhi kebutuhan SMK Musamo Hal ini ditujukan agar mudah dalam penyimpanan terkait keterbatasan ruangan. Perangkat praktik elektroplating tersebut didesain hanya memiliki 6 bak saja.

2. Metode

Perangkat alat untuk praktik elektroplating dibuat dengan metode *Four-D* [19]. Perangkat yang pernah dibuat sebelumnya [6], didesain ulang untuk memenuhi kebutuhan praktik di SMK Musamo. Perangkat didesain hanya memiliki 6 bak sehingga dimensinya kompak seperti tampak pada Gambar 2.

Perangkat alat elektroplating didesain hanya memiliki 2 bak untuk proses bilas (*rinsing*). Satu bak untuk proses bilas setelah *hot degreasing* dan *pickling* yang dapat dilakukan secara bergantian, sedang satu

bak lainnya digunakan untuk proses bilas setelah proses pelapisan nikel *strike* dan nikel *shiny* yang bisa dilakukan secara bergantian. Proses pelapisan elektroplating pada program keahlian TBSM dan TKR hanya dilakukan pada logam yang bersifat penghantar listrik. Oleh sebab itu, proses aktivasi dihilangkan karena hanya dilakukan pada benda atau komponen yang sulit menghantarkan listrik.



Gambar 2. Desain alat elektroplating

Khalayak sasaran program ini adalah guru, tendik, dan siswa dari program keahlian TBSM dan TKR SMK Musamo. Pelatihan penggunaan perangkat elektroplating bagi khalayak sasaran dilakukan dengan metode *participatory action research* (PAR) [20]. Pada metode ini khalayak sasaran berpartisipasi aktif dan didampingi dalam melakukan proses pelapisan elektroplating. Pelatihan dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu pertama bagi guru dan tendik, dan kedua bagi siswa. Guru dan tendik yang telah menguasai proses elektroplating diharapkan mampu mengajarkan kepada siswa-siswa dimasa yang akan datang. Hal ini merupakan keberlanjutan program pengabdian ini.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perangkat elektroplating

Pembuatan perangkat elektroplating diawali dengan membuat desain yang sesuai kebutuhan SMK Musamo. Pengembangan desain dilakukan oleh tim pengabdian dan diterjemahkan oleh para mahasiswa yang terlibat dalam bentuk gambar kerja. Perangkat praktik elektroplating dibuat di SMK Musamo memanfaatkan peralatan yang tersedia. Pengerjaan oleh mahasiswa yang terlibat bersama siswa di bawah koordinasi guru yang diberi tanggungjawab. Pengerjaan dimulai dengan pembuatan rangka dari besi profil siku (30x30x3) mm. Rangka yang telah dirakit dengan teknik pengelasan, kemudian dibersihkan dengan pengamplasan. Rangka diberikan perlindungan terhadap korosi yang dipicu oleh larutan-larutan kimia untuk proses elektroplating dengan melapiskan resin pada permukaan rangka. Kertas tisu gulung digunakan sebagai penguat lapisan resin. Teknik pelapisannya adalah menutup seluruh permukaan rangka dengan kertas tisu gulung kemudian cairan resin yang telah dicampur *hardener* dioleskan menggunakan kuas sampai membasahi

kertas tisu sehingga resin mudah menempel kuat pada rangka. Teknik ini murah, mudah, dan sederhana untuk diaplikasikan. Teknik ini menjadi hal baru yang menambah wawasan khalayak sasaran. Proses pelapisan dilanjutkan dengan pengecatan untuk memberi tampilan yang menarik. Proses ini dilakukan setelah cairan resin mengering dan mengeras.

Rangka alat elektroplating yang telah selesai dibuat kemudian diseting dengan enam buah bak, *rectifier*, serta pemanas dan pengontrol suhunya. Tiga buah bak untuk persiapan permukaan, yaitu proses *hot degreasing*, *pickling*, dan pembilasan. Tiga buah bak lain untuk proses pelapisan nikel *strike*, nikel *shiny*, dan *rinsing*. Jika dibutuhkan, bak untuk *rinsing* cukup satu saja, sedang bak *rinsing* satunya digunakan untuk larutan *activating*. Dengan demikian setting perangkat praktik elektroplating ini lebih fleksibel. Sumber listrik arus searah diperoleh dari sebuah *rectifier* digital yang dapat diatur keluaran tegangan dan arusnya secara digital, sehingga lebih mudah dioperasikan (Gambar 3). Lebih jauh, pengaturan secara digital menjamin ketepatan tegangan dan arus yang dibutuhkan saat proses pelapisan elektroplating. *Rectifier* dengan pengaturan digital mampu mengalirkan tegangan maksimal 12 Volt dan arus maksimal 12 Ampere.

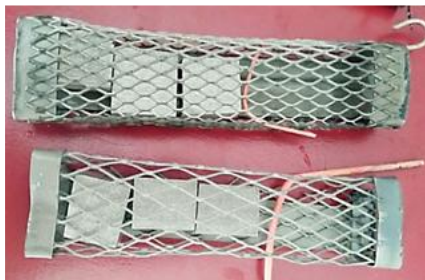


Gambar 3. Rectifier digital

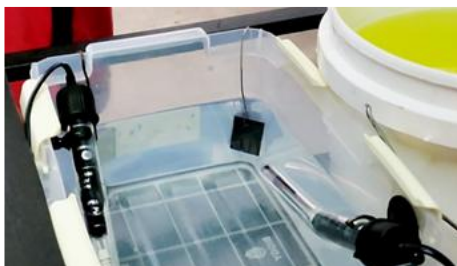
Bak-bak penampung larutan *hot degreasing*, nikel *strike* dan nikel *shiny* menggunakan kontainer berbahan dasar polimer (plastik). Kontainer-kontainer ini mudah diperoleh di toko swalayan dengan harga yang sangat terjangkau. Lebih dari itu, kontainer-kontainer ini dilengkapi dengan penutup, sehingga dapat ditutup saat perangkat tidak dipergunakan. Hal ini sebagai langkah pengamanan terhadap larutan yang korosif dan mencegah penguapan larutan. Dinding kontainer yang rata juga memudahkan pemasangan alat pemanas pada proses *hot degreasing* dan nikel *shiny*. Hal ini juga bertujuan untuk memberi gambaran bagi guru dan siswa SMK Musamo bahwa perangkat elektroplating mudah dibuat, murah biaya pembuatannya, dan mudah perawatannya. Gambar 4 memperlihatkan perangkat elektroplating yang telah dibuat. Tampak bahwa perangkat tersebut memiliki roda sehingga mudah dipindah tempatkan. Hal ini ditujukan untuk memberi kemudahan dalam penyimpanan saat tidak digunakan.



Gambar 4. Perangkat elektroplating untuk praktik



Gambar 5. Kepingan nikel pada anoda



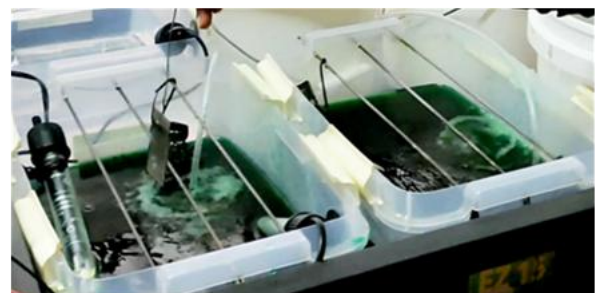
Gambar 6. Pemanas pada bak *hot degreasing*

Elektroda positif (anoda) pada bak nikel *strike* dan nikel *shiny* berupa keping nikel berukuran 20 mm x 20 mm x 10 mm yang ditempatkan pada wadah dari titanium [6]. Tiap wadah berisi 3 keping nikel dengan total luas permukaan 0,48 dm² (Gambar 5). Wadah titanium menghubungkan arus listrik pada tiap keping nikel namun tidak terpengaruh kontaminasi lapisan nikel karena kemampuan titanium dalam melepaskan partikel ion jauh lebih rendah. Anoda dan katoda (benda yang akan dilapis) digantung pada kawat kuningan.

Alat pemanas yang digunakan pada proses *hot degreasing* (Gambar 6) dan nikel *shiny* adalah dapat diperoleh di toko asesoris akuarium dengan harga yang terjangkau. Pemanas ini tidak memerlukan pengontrol suhu maupun termokopel tambahan untuk sensor pengukur panas. Pada bagian pangkal alat pemanas tersebut sudah terdapat alat pengatur suhu yang dapat disetel sesuai keperluan, sehingga arus listrik akan terputus atau tersambung secara otomatis sesuai dengan suhu yang dikehendaki. Penggunaan alat pemanas model ini menjadikan setting perangkat elektroplating lebih sederhana, mudah dioperasikan, mudah dibuat, dan mudah dirawat. Rangkaian

kelistrikan alat elektroplating secara keseluruhan juga lebih sederhana sehingga memudahkan penyettingan alat saat akan digunakan untuk proses pelapisan.

Perangkat praktik elektroplating diuji coba dan divalidasi terlebih dahulu sebelum diimplementasikan. Hal ini untuk memastikan perangkat berfungsi dan bekerja baik. Uji coba akan dilakukan oleh mahasiswa-mahasiswa DPTM FT UNY. Uji coba dilakukan dengan variasi luas permukaan yang akan dilapis dan terhadap variasi arus dan tegangan. Uji coba, meliputi penyiapan peralatan, penyiapan benda uji, larutan elektroplating, dan sistem pemanas larutan. Pada saat proses pelapisan elektroplating pada bak nikel *strike* dan nikel *shiny*, larutan diaduk menggunakan aerator seperti yang biasa dipergunakan pada akuarium (Gambar 7). Tujuan pengadukan ini agar ion-ion larutan elektrolit di sekitar benda kerja bersirkulasi, sehingga proses pelapisan berlangsung lebih baik [21]. Perangkat elektroplating ini digunakan sebuah aerator yang memiliki dua output udara. Dengan demikian konstruksi alat menjadi lebih ringkas dan sederhana. Gambar 8 memperlihatkan hasil uji coba elektroplating pada pelat kuningan berukuran 2 mm x 20 mm x 100 mm. Pelat diampas dengan *waterproof sandpaper grit 5000* dan proses *pickling* dengan 10% HCl selama 3, 5, dan 7 menit. Proses elektroplating dengan arus 3A, tegangan 12V selama 3 menit pada suhu 60 °C. Tampak lapisan nikel yang baik dan merata pada permukaan kuningan. Bagaimanapun, kehalusan permukaan hasil akhir pelapisan sangat ditentukan oleh persiapan mekanis, yaitu proses pengamplasan.



Gambar 7. Pengadukan larutan elektrolit.

Kiri: nikel *shiny*, kanan: nikel *strike*



Gambar 8. Hasil uji coba pelapisan dengan proses *pickling* 10% HCl selama 3 menit; atas: 3 menit; tengah: 5 menit; dan bawah: 7 menit

3.2. Pelatihan bagi guru dan tendik

Perangkat elektroplating yang telah di uji coba kemudian serah terimakan ke SMK Musamo dan ditermima oleh kepala SMK Musamo didampingi Ketua Program Kompetensi TBSM (Gambar 9). Dalam kesempatan itu diadakan demo penggunaan perangkat elektroplating. Tim pengabdian menjelaskan beberapa hal terkait keselamatan kerja, perawatan dan penyimpanan perangkat praktik elektropating tersebut. Hal ini penting karena pada saat praktik, guru dan siswa akan bekerja menggunakan larutan-larutan kimia yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja.



Gambar 9. Serah terima perangkat untuk praktik elektroplating



Gambar 10. Penjelasan teori elektroplating



Gambar 11. Guru dan tendik tampak antusias mengikuti praktik elektroplating

Setelah serah terima, kegiatan berikutnya adalah pelatihan bagi guru dan tendik yang diikuti oleh 15 orang peserta (Gambar 10). Materi pelatihan meliputi pengantar teori proses elektroplating, menghitung luas permukaan benda kerja, arus, tegangan, dan lama perendaman yang merupakan parameter pada proses elektroplating. Pelatihan dilanjutkan dengan praktik pelapisan nikel pada benda kerja. Praktik diawali dengan pembersihan mekanis, yaitu mengamplas benda kerja. Pengamplasan didampingi oleh mahasiswa yang

membantu kegiatan pengabdian. Praktik dilanjutkan dengan pengenalan bagian-bagian dan fungsi setiap alat pada perangkat untuk elektroplating. Peserta pelatihan dijelaskan cara mengoperasikan dan menyeting *rectifier*, alat pemanas, dan pemasangan benda pada bak elektroplating. Praktik pelapisan dilakukan secara bergantian karena ukuran bak elektroplating yang terbatas. Gambar 11 memperlihatkan guru dan tendik SMK Musamo melakukan pelapisan nikel dengan proses elektroplating.

3.3. Perangkat elektroplating untuk praktik siswa

Kegiatan selanjutnya adalah praktik pelapisan bagi siswa menggunakan perangkat elektroplating. Kegiatan ini melibatkan 20 orang siswa. Praktik dimulai dengan penjelasan teori elektroplating yang meliputi pengantar proses elektroplating, menghitung luas permukaan benda kerja, arus, tegangan, dan lama perendaman (Gambar 12). Setelah penjelasan secara teori, kegiatan dilanjutkan dengan praktik pelapisan nikel. Para siswa antusias mengikuti praktik tersebut, karena sebelumnya belum pernah melakukan proses elektroplating. Pada kegiatan praktik bagi siswa ini tidak dilakukan tes sebelum dan setelah praktik karena kegiatan ini berfokus pada pembuatan perangkat untuk praktik elektroplating sesuai kebutuhan SMK Musamo. Bagaimanapun, keberadaan perangkat untuk praktik elektroplating ini dapat memotivasi siswa dalam pembelajaran [5]. Hal ini sejalan dengan pengabdian yang telah dilakukan oleh Muti'ah dkk [15].

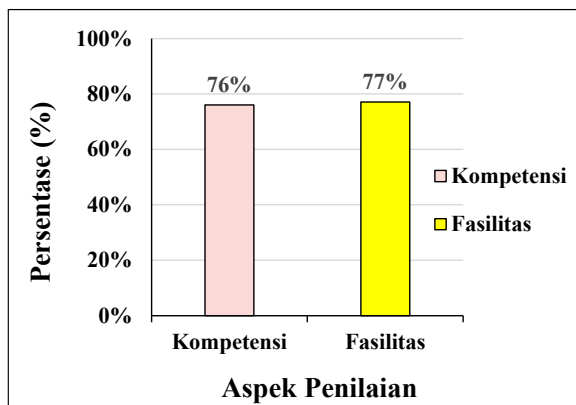


Gambar 12. Penjelasan teori elektroplating bagi siswa

3.4. Evaluasi kegiatan

Pada akhir kegiatan guru dan tendik diminta mengisi angket untuk mengetahui kebermanfaatan perangkat elektroplating yang dibuat untuk SMK Musamo. Angket tersebut meliputi dua aspek, yaitu kompetensi yang dapat diakomodasi dan keberadaan perangkat praktik sebagai sarana pembelajaran. Angket diberikan melalui aplikasi *google form*, kemudian dianalisis secara deskriptif. Berdasar hasil analisis angket pada Gambar 13, tampak bahwa perangkat praktik elektroplating bermanfaat untuk meningkatkan kompetensi siswa dan sebagai sarana pembelajaran, yaitu masing-masing di atas 75%. Bagaimanapun, kebermanfaatan ini tidak terlalu tinggi

karena belum tersedia modul pembelajaran. Ini cukup menyulitkan peserta pelatihan dalam memahami proses pelapisan dengan metode elektroplating. Modul pembelajaran perlu dikembangkan sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari perangkat untuk praktik elektroplating sehingga dapat digunakan dengan baik pada proses pembelajaran sesuai dengan tujuan pembuatannya. Hal ini telah dinyatakan oleh Burhan dan Soemowidagdo [22].



Gambar 13. Kebermanfaatan perangkat elektroplating untuk sarana praktik

4. Kesimpulan

Perangkat untuk praktik elektroplating di SMK Muhammadiyah 1 Moyudan telah dibuat dengan metode *Four-D*. Perangkat tersebut mempunyai 6 bak untuk mengakomodasi proses-proses: *hot degreasing*, *pickling*, pelapisan nikel *strike* dan nikel *shiny*, dan *rinsing*. Perangkat ini dilengkapi *rectifier* digital, pemanas dengan pengontrol suhu, *aerator*, dan anoda nikel dalam wadah titanium. Guru dan tendik telah memahami teori pelapisan elektroplating dan mampu melakukan pelapisan elektroplating. Kebermanfaatan perangkat elektroplating perlu ditingkatkan dengan mengembangkan modul pembelajaran.

Daftar Pustaka

- [1] D. A. Puryono, "Pelatihan Pembuatan Video Pembelajaran untuk Guru SD Kristen Terang Bagi Bangsa Pati Menggunakan Kinemaster," *Jurnal Pengabdian Vokasi*, vol. 1, no. 4, pp. 242–247, Nov. 2020.
- [2] F. Y. Hermanto, Sutirman, B. Hidayati, and M. Sholikah, "The Need of Practical Teaching In Vocational High School of Automation and Office Management Program," *Jurnal Pendidikan Vokasi*, vol. 9, no. 3, pp. 238–248, Nov. 2019.
- [3] M. K. Anam, Samsudi, and E. Suprpto, "The Effect of Using a PLTS Trainer Kit with IoT Control on the Competence to Build Smart Buildings," *Journal of Vocational Career Education*, vol. 8, no. 1, pp. 29–38, 2023.
- [4] Sutirman, Muhyadi, and H. D. Surjono, "Problems in Learning of Electronic Filing at Vocational School in Yogyakarta Special Region, Indonesia," *Journal of Education and Practice*, vol. 8, no. 5, pp. 94–99, 2017.
- [5] B. Astuti *et al.*, "Upaya Peningkatan Ketrampilan Guru MGMP Fisika SMK Kabupaten Klaten dalam Penyusunan Media Pembelajaran Interaktif Melalui Pelatihan dan Pendampingan," *Abdimasku*, vol. 7, no. 3, pp. 1281–1290, Sep. 2024.
- [6] W. Apriliyanto *et al.*, "Kinerja Alat Elektroplating untuk Praktik di SMK," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 105–111, Oct. 2021.
- [7] H. A. Wahab, M. Y. Noordin, S. Izman, and D. Kurniawan, "Quantitative Analysis of Electroplated Nickel Coating on Hard Metal," *The Scientific World Journal*, vol. 2013, no. 631936, pp. 1–6, 2013.
- [8] R. Candra, U. Budiarto, and H. Yudo, "Pengaruh Temperatur dan Tegangan Listrik pada proses Elektroplating Lapisan Seng Terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon Rendah A36," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 12, no. 2, pp. 1–7, Apr. 2024.
- [9] T. A. Rizki, Fakhriza, Saifuddin, and A. Fathier, "Pengaruh Waktu dan Temperatur Proses Elektroplating Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Permukaan Baja ASTM A36," *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 103–106, Sep. 2023.
- [10] E. Triyono, S. S. Rahayu, V. S. A. Budiarti, B. Sumiyarso, and Amrul, "Penerapan Teknologi Elektroplating Pada Industri Kecil Knalpot di Purbalingga," *Jurnal DIANMAS*, vol. 8, no. 2, pp. 101–106, Sep. 2018.
- [11] D. Landolt, "Electrodeposition Science and Technology in Last Quarter of Twentieth Century," *Journal of Electrochemical society*, vol. 149, no. 3, pp. 9–20, 2002.
- [12] M. Saleim, A. M. Ahmed, and A. F. El Adl, "Electroplating in Steel in Presence of Isopropanol-Water Mixture," *Int J Electrochem Sci*, vol. 9, no. 2, pp. 2016–2028, Feb. 2014.
- [13] V. Kayadoe and Y. T. Filindity, "Kondisi Optimum Elektroplating Baja Karbon Rendah Menggunakan Logam Seng (Zn)," *Science Map Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 44–54, Jun. 2020.
- [14] N. Mulyaningsih, "Penerapan Teknologi Lapis Listrik Bagi Warga Desa Balesari," *Civitas Ministerium*, vol. 1, no. 1, pp. 45–55, 2017.
- [15] Muti'ah, Sukib, and J. Siahaan, "Demonstrasi Cara Penyepuhan Logam untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Kimia Siswa SMAN 1 Batulayar, Lombok Barat," *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 104–110, Feb. 2018.

- [16] M. K. Usman and A. N. Akhmadi, "Upaya Peningkatan Pengetahuan Pelapisan Logam di SMK ASTRINDO," *Jurnal PkM: Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 4, no. 6, pp. 671–676, Nov. 2021.
- [17] I. M. Sudana, I. A. A. Arsani, and I. G. N. S. Waisnawa, "Alat Simulasi Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating," *Jurnal Logic*, vol. 14, no. 3, pp. 190–198, Nov. 2014.
- [18] Langgeng, H. S. Pratama, and K. L. Sodiwiryo, "Alat Elektroplating Berbasis Pengatur Waktu Untuk Pelapisan Chrome di Laboratorium Pelapisan Logam," *Otopro*, vol. 19, no. 2, pp. 65–70, May 2024.
- [19] J. R. Johan, T. Iriani, and A. Maulana, "Penerapan Model Four-D dalam Pengembangan Media Video Keterampilan Mengajar Kelompok Kecil dan Perorangan," *Jurnal Pendidikan West Science*, vol. 1, no. 6, pp. 372–378, Jun. 2023.
- [20] U. Umayyah, Idris, and M. H. Ubaidillah, "PAR (Participatory Action Research): Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Lingkungan Desa Kunjorowesi," *Jurnal Abdidas*, vol. 4, no. 6, pp. 562–573, 2023.
- [21] N. Mulyaningsih, F. A. R. Majid, K. Suharno, and I. Taufik, "Pengaruh Penambahan Pompa dan Filter Air pada Alat (Elektroplating) terhadap Nilai Kekerasan," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 20–24, Sep. 2019.
- [22] B. A. Zulfahmi and A. L. Soemowidagdo, "Implementing A Module On Aluminium Casting Practices At A State Vocational High School SMKN 2 Wonosari," in *Journal of Physics: Conference Series 1273*, IOP Publishing, 2019, pp. 1–8.