

Pelatihan Dasar Teknik Pengelasan SMAW Bagi Santri Pondok Pesantren Quantum Idea

Komarudin¹⁾, Marysca Shyntia Dewi²⁾, Amin Tahmid³⁾

^{1,2} Universitas Dian Nusantara, Jakarta Indonesia ³Pondok Pesantren Quantum Idea Bekasi, Indonesia

Email: komarudin@undira.ac.id¹, marysca.shintya.dewi@dosen.undira.ac.id²

Abstract: *This community service program aimed to improve vocational competence and occupational safety awareness among students of Quantum Idea Islamic Boarding School, Bekasi, through basic Shielded Metal Arc Welding (SMAW) training. The program used a participatory practice-based method consisting of needs observation, activity socialization, theoretical instruction, guided welding practice, mentoring, and evaluation. The training materials covered basic SMAW concepts, welding equipment, electrodes, current setting, personal protective equipment, and basic occupational health and safety procedures. The results showed that the participants understood the basic stages of SMAW welding, recognized welding hazards, applied personal protective equipment more consistently, and performed basic welding practice in 1F and 2F positions under instructor supervision. The mentoring process also encouraged students to view welding skills as a practical competence for facility maintenance and small-scale entrepreneurship in the pesantren environment.*

Abstrak : *Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kompetensi vokasional dan kesadaran keselamatan kerja siswa Pondok Pesantren Quantum Idea, Kota Bekasi, melalui pelatihan dasar teknik pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW). Metode kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif berbasis praktik yang meliputi observasi kebutuhan, sosialisasi, pembelajaran teori, praktik pengelasan terbimbing, pendampingan, dan evaluasi. Materi pelatihan mencakup konsep dasar SMAW, penggunaan mesin las, jenis elektroda, pengaturan arus, alat pelindung diri, serta prosedur keselamatan dan kesehatan kerja. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta mampu memahami tahapan dasar pengelasan SMAW, mengenali potensi bahaya kerja, menggunakan alat pelindung diri dengan lebih disiplin, serta melakukan praktik pengelasan dasar pada posisi 1F dan 2F dengan pendampingan instruktur. Pendampingan juga mendorong peserta melihat keterampilan pengelasan sebagai bekal pemeliharaan fasilitas pesantren dan peluang usaha mandiri skala kecil.*

Keywords : *Keterampilan Vokasional; Keselamatan Kerja; Pesantren; Pegelasan SMAW*

PENDAHULUAN

Pondok pesantren memiliki peran penting dalam pembentukan karakter, kedisiplinan, dan kemandirian peserta didik. Peran tersebut perlu diperkuat dengan pendidikan keterampilan yang sesuai dengan perkembangan dunia kerja. Laporan bersama UNESCO, World Bank, dan ILO menunjukkan bahwa sistem pendidikan dan pelatihan vokasional perlu lebih responsif terhadap kebutuhan pasar kerja, perubahan teknologi, dan tuntutan keterampilan praktis (UNESCO, World Bank, & ILO, 2023). Dalam konteks tersebut, penguatan keterampilan teknis di lingkungan pesantren dapat menjadi strategi pengembangan sumber daya manusia yang relevan dengan kebutuhan masyarakat.

Kebutuhan terhadap keterampilan teknik semakin penting karena sektor industri manufaktur, konstruksi, jasa perbaikan, dan usaha mikro berbasis produksi membutuhkan tenaga kerja yang mampu menguasai pekerjaan praktik. BPS (2024) mencatat bahwa Indonesia memiliki sekitar 30 ribu perusahaan industri manufaktur skala menengah dan besar. Data ini menunjukkan bahwa kebutuhan terhadap keterampilan kerja berbasis teknik masih terbuka, termasuk keterampilan pengelasan yang banyak digunakan dalam fabrikasi, perawatan sarana, dan pembuatan konstruksi sederhana.

Pondok Pesantren Quantum Idea di Kota Bekasi memiliki potensi dalam mengembangkan program keterampilan bagi santri. Observasi awal menunjukkan bahwa peserta didik memiliki minat terhadap keterampilan berbasis industri, tetapi akses terhadap pelatihan teknik pengelasan, fasilitas praktik, dan pemahaman keselamatan kerja masih terbatas. Kondisi tersebut menjadi dasar pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) agar santri tidak hanya memperoleh pengetahuan agama dan akademik, tetapi juga memiliki bekal vokasional yang dapat digunakan untuk bekerja, berwirausaha, atau membantu pemeliharaan fasilitas pesantren.

Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* atau SMAW merupakan salah satu metode pengelasan busur listrik yang banyak digunakan dalam pendidikan vokasi dan praktik bengkel karena peralatannya relatif sederhana, biaya operasionalnya dapat dijangkau, serta aplikasinya luas untuk sambungan logam. Pengembangan modul pembelajaran SMAW terbukti layak digunakan dalam pembelajaran teknik pengelasan di sekolah vokasi karena membantu peserta memahami materi dan prosedur praktik secara lebih terarah (Safriwardy et al., 2022). Selain itu, pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah teknologi pengelasan logam juga terbukti meningkatkan hasil belajar praktik dan keterlibatan peserta didik (Rahim et al., 2024).

Di sisi lain, pekerjaan pengelasan memiliki risiko keselamatan yang perlu dikelola sejak awal pelatihan. Risiko tersebut meliputi percikan api, panas, radiasi cahaya busur, sengatan listrik, asap las, dan cedera mata. Penelitian tentang risiko keselamatan kerja pada pekerja las menunjukkan bahwa pelatihan K3, penggunaan alat pelindung diri, dan pengawasan praktik berperan penting dalam menurunkan potensi bahaya kerja (Magoha et al., 2024; Murugan & Sathiya, 2024). Oleh karena itu, pelatihan pengelasan bagi santri harus mengintegrasikan aspek keterampilan teknis dan keselamatan kerja.

Kegiatan PkM ini dirancang untuk menjawab permasalahan mitra melalui pelatihan dasar teknik pengelasan SMAW dan pengenalan keselamatan kerja. Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan pemahaman peserta mengenai pengelasan dasar, membangun kebiasaan penggunaan alat pelindung diri, melatih keterampilan dasar pengelasan pada posisi 1F dan 2F, serta membuka wawasan peserta mengenai peluang kemandirian ekonomi berbasis keterampilan teknik.

METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Pondok Pesantren Quantum Idea, Jatisampurna, Kota Bekasi, pada tahun 2026. Khalayak sasaran kegiatan adalah siswa pesantren yang memiliki minat pada keterampilan teknik dasar. Mitra kegiatan berperan menyediakan peserta dan mendukung koordinasi pelaksanaan, sedangkan tim pengabdian berperan menyusun materi, menyediakan instruktur, memandu praktik, dan melakukan evaluasi kegiatan.

Pendekatan kegiatan menggunakan *Participatory Action Research* (PAR) yang dipadukan dengan pelatihan berbasis praktik. Pendekatan ini dipilih karena kegiatan tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga melibatkan peserta dalam praktik langsung, diskusi, refleksi, dan evaluasi. Model praktik dan proyek dalam pendidikan vokasi mendukung pembentukan keterampilan teknis karena peserta belajar melalui pengalaman kerja nyata, umpan balik instruktur, dan pengulangan prosedur kerja (Nilsook et al., 2021; Syahril et al., 2022).

Tahapan kegiatan terdiri atas observasi kebutuhan, sosialisasi, pelatihan teori, praktik terbimbing, pendampingan, dan evaluasi. Observasi kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kondisi awal mitra, minat peserta, serta kesiapan sarana praktik. Sosialisasi dilakukan untuk menjelaskan manfaat keterampilan pengelasan dan pentingnya keselamatan kerja. Pelatihan teori memuat materi dasar SMAW, peralatan las, elektroda, pengaturan arus, jenis sambungan dasar, serta penggunaan alat pelindung diri.

Praktik terbimbing dilakukan dengan pengawasan instruktur. Peserta dikenalkan pada persiapan area kerja, pemeriksaan mesin las, pemasangan kabel massa, pemasangan elektroda, pengaturan arus, posisi tubuh, penyalaan busur, pembuatan jalur las, dan pemeriksaan hasil pengelasan. Praktik difokuskan pada posisi dasar 1F dan 2F agar peserta memiliki pengalaman awal yang aman dan terarah. Evaluasi dilakukan melalui observasi sikap kerja, kedisiplinan penggunaan APD, ketepatan prosedur, dan kualitas hasil praktik dasar.

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan PkM

Tahap	Kegiatan	Materi Utama	Luaran
1	Observasi kebutuhan	Identifikasi masalah mitra, minat peserta, dan kesiapan sarana	Peta kebutuhan pelatihan
2	Sosialisasi	Manfaat keterampilan pengelasan dan pengenalan risiko kerja	Peserta memahami tujuan kegiatan
3	Pelatihan teori	SMAW, mesin las, elektroda, arus, APD, dan K3	Pemahaman dasar pengelasan
4	Praktik terbimbing	Persiapan alat, penyalaan busur, posisi 1F dan 2F	Pengalaman praktik dasar
5	Evaluasi dan refleksi	Observasi prosedur, APD, hasil las, dan diskusi peserta	Umpan balik perbaikan program

Adapun alur pelaksanaan pelatihan dasar pengelasan SMAW bagi peserta kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Tahap pertama diawali dengan observasi awal untuk mengidentifikasi kebutuhan mitra, kesiapan peserta, serta kondisi awal pelaksanaan pelatihan. Tahap kedua adalah sosialisasi K3 yang bertujuan mengenalkan risiko kerja, penggunaan alat pelindung diri, dan prosedur operasional standar dalam kegiatan pengelasan. Tahap ketiga adalah pemberian teori SMAW, meliputi pengenalan mesin las, elektroda, pengaturan arus, serta posisi dasar pengelasan. Setelah peserta memahami materi dasar, kegiatan dilanjutkan dengan praktik terbimbing. Pada tahap ini, peserta melakukan latihan pengelasan posisi 1F dan 2F dengan pendampingan instruktur. Tahap terakhir adalah evaluasi, yaitu pengamatan terhadap hasil praktik peserta dan refleksi kegiatan. Alur ini menunjukkan bahwa pelatihan dilaksanakan secara bertahap, mulai dari identifikasi kebutuhan, penguatan pengetahuan, praktik langsung, hingga penilaian hasil keterampilan peserta.



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian
Sumber gambar: Diolah oleh tim pengabdian, 2026

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan koordinasi antara tim pengabdian dan pihak Pondok Pesantren Quantum Idea. Koordinasi ini menghasilkan kesepakatan mengenai kebutuhan pelatihan, sasaran peserta, alur kegiatan, serta penekanan pada keselamatan kerja. Tahap awal menunjukkan bahwa peserta memiliki ketertarikan pada pekerjaan teknik, tetapi belum memiliki pengalaman memadai dalam membaca prosedur kerja pengelasan dan menggunakan APD. Temuan awal ini memperkuat urgensi pelatihan dasar yang dimulai dari pengenalan risiko kerja sebelum peserta menyentuh peralatan las.

Sesi sosialisasi dan pengenalan K3 menekankan bahwa keterampilan pengelasan tidak dapat dipisahkan dari sikap kerja aman. Peserta dikenalkan pada potensi bahaya, seperti percikan api, panas,

radiasi cahaya busur, asap las, cedera mata, dan sengatan listrik. Materi ini relevan dengan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 tentang K3 lingkungan kerja serta Permenakertrans Nomor Per.02/Men/1982 tentang kualifikasi juru las di tempat kerja. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peserta mulai memahami alasan penggunaan helm las, sarung tangan, apron, sepatu tertutup, dan posisi kerja yang aman.

Pelatihan teori membantu peserta mengenal komponen utama proses SMAW. Peserta mempelajari fungsi mesin las, kabel elektroda, kabel massa, penjepit elektroda, elektroda, dan benda kerja. Peserta juga diberi penjelasan mengenai pengaturan arus, stabilitas busur, jarak elektroda, sudut elektroda, serta pentingnya membersihkan permukaan benda kerja. Materi ini penting karena kesalahan dasar pada pengaturan arus dan posisi elektroda dapat memengaruhi bentuk jalur las, penetrasi, dan keamanan proses.



Gambar 2. Dokumentasi Sosialisasi K3 dan Pengenalan Teknik Pengelasan
Sumber gambar: Dokumentasi tim PkM, 2026

Pada sesi praktik, peserta melakukan latihan secara bertahap. Instruktur memberikan demonstrasi, kemudian peserta mencoba prosedur dengan pengawasan langsung. Praktik dimulai dari memegang elektroda, menyalakan busur, menjaga jarak busur, membuat jalur lurus, dan melakukan sambungan dasar pada posisi 1F dan 2F. Hasil observasi menunjukkan bahwa peserta mulai mampu mengikuti tahapan kerja dengan lebih teratur setelah memperoleh contoh langsung dan koreksi instruktur. Temuan ini sejalan dengan penelitian Abubakar dan Widiyanti (2026) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis mentoring dapat meningkatkan akurasi prosedur, rasa percaya diri, dan performa praktik SMAW peserta didik vokasi.

Kegiatan juga memperlihatkan bahwa praktik langsung lebih mudah dipahami peserta dibandingkan penjelasan teori saja. Peserta dapat melihat hubungan antara pengaturan arus, sudut elektroda, kecepatan gerak, dan bentuk hasil las. Pembelajaran seperti ini sesuai dengan karakter pendidikan vokasi yang menekankan pengalaman kerja nyata. Studi Rahim et al. (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek pada teknologi pengelasan logam dapat memperkuat hasil belajar karena peserta terlibat dalam pekerjaan teknis secara langsung.

Dari sisi keselamatan kerja, peserta mulai menunjukkan perubahan perilaku. Sebelum praktik, peserta diarahkan untuk memeriksa APD, memastikan area kerja bersih dari benda mudah terbakar, dan mengikuti instruksi pengoperasian mesin. Perubahan ini penting karena banyak kasus risiko kerja pada pengelasan dipengaruhi oleh rendahnya kesadaran terhadap bahaya dan kurangnya penggunaan APD secara konsisten (Koirala et al., 2025; Magoha et al., 2024). Dengan demikian, pelatihan K3 dalam kegiatan ini tidak hanya berfungsi sebagai materi tambahan, tetapi menjadi fondasi utama sebelum praktik.

Dampak kegiatan juga terlihat pada wawasan kemandirian peserta. Peserta mulai memahami bahwa keterampilan pengelasan dapat digunakan untuk membuat produk sederhana, memperbaiki fasilitas pesantren, dan membuka peluang usaha bengkel las skala kecil. Hasil ini sejalan dengan kegiatan pengabdian sejenis yang menunjukkan bahwa pelatihan pengelasan SMAW dapat meningkatkan keterampilan teknis masyarakat dan membuka peluang kewirausahaan berbasis produksi (Muknizar et al., 2023; Pasaribu et al., 2024).



Gambar 3. Dokumentasi semua partisipan kegiatan
Sumber gambar: Dokumentasi tim PkM, 2026

Secara umum, kegiatan ini memberikan tiga hasil utama. Pertama, peserta memperoleh pemahaman dasar mengenai peralatan, bahan, dan prosedur pengelasan SMAW. Kedua, peserta menunjukkan peningkatan kesadaran keselamatan kerja melalui penggunaan APD dan kepatuhan terhadap instruksi praktik. Ketiga, peserta memperoleh pengalaman awal melakukan pengelasan dasar yang dapat dikembangkan melalui pelatihan lanjutan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pesantren dapat menjadi ruang strategis untuk pengembangan keterampilan vokasional jika didukung oleh kurikulum praktik, instruktur, sarana, dan kerja sama berkelanjutan.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Observasi Kegiatan

Aspek	Kondisi Awal	Hasil Setelah Pelatihan	Indikator Keberhasilan
Pengetahuan SMAW	Peserta belum memahami fungsi alat dan tahapan kerja	Peserta mampu menjelaskan fungsi alat utama dan urutan kerja dasar	Peserta dapat menyebutkan alat, bahan, dan langkah kerja
Keselamatan kerja	Penggunaan APD belum menjadi kebiasaan	Peserta lebih disiplin menggunakan APD sebelum praktik	APD digunakan saat simulasi dan praktik
Keterampilan praktik	Peserta belum memiliki pengalaman pengelasan dasar	Peserta mampu mencoba jalur las dan sambungan dasar posisi 1F dan 2F	Peserta mengikuti instruksi dan menghasilkan sambungan dasar
Kemandirian	Peserta belum melihat peluang ekonomi dari pengelasan	Peserta memahami peluang perawatan fasilitas dan usaha kecil	Muncul minat terhadap praktik lanjutan dan produk sederhana

Sumber tabel: Hasil observasi kegiatan PkM, 2026

Tabel 3 menunjukkan rekomendasi tindak lanjut program pelatihan dasar pengelasan SMAW di Pondok Pesantren Quantum Idea. Rekomendasi ini disusun untuk menjaga keberlanjutan program dan meningkatkan dampak kegiatan bagi peserta maupun mitra. Pelatihan SMAW tingkat lanjut menjadi langkah penting agar peserta tidak hanya memahami teknik dasar, tetapi juga mampu meningkatkan kualitas sambungan, menguasai variasi posisi kerja, dan melakukan pemeriksaan hasil las secara lebih baik. Program ini dapat melibatkan Balai Latihan Kerja, industri lokal, dan program studi teknik sebagai mitra pendukung.

Selain pelatihan lanjutan, asesmen berbasis kompetensi perlu dilakukan untuk mengukur capaian peserta secara lebih terstruktur. Asesmen ini dapat menilai kemampuan peserta dalam mengikuti prosedur kerja, menerapkan K3, menggunakan alat pelindung diri, serta menghasilkan praktik pengelasan sesuai standar dasar. Keterlibatan instruktur tersertifikasi dan lembaga vokasi diperlukan agar proses penilaian memiliki acuan yang jelas.

Rekomendasi lain adalah pembentukan unit praktik produktif pesantren. Unit ini dapat digunakan untuk membuat produk sederhana, seperti rak, pagar kecil, meja kerja, atau peralatan pendukung

pesantren. Kegiatan tersebut dapat melatih keterampilan peserta secara berkelanjutan dan membantu perawatan fasilitas pesantren. Dengan dukungan pondok pesantren, UMKM, dan bengkel las lokal, program ini berpotensi berkembang menjadi kegiatan produktif yang mendukung kemandirian santri.

Tabel 3. Rekomendasi Tindak Lanjut Program

Rencana Lanjutan	Tujuan	Mitra Potensial
Pelatihan SMAW tingkat lanjut	Meningkatkan kualitas sambungan, posisi kerja, dan pemeriksaan hasil las	BLK, industri lokal, program studi teknik
Asesmen berbasis kompetensi	Mengukur capaian peserta dengan indikator prosedur, K3, dan hasil praktik	Instruktur tersertifikasi dan lembaga vokasi
Unit praktik produktif pesantren	Membuat produk sederhana dan mendukung perawatan fasilitas pesantren	Pondok pesantren, UMKM, bengkel las lokal

Sumber tabel: Rekomendasi tim pengabdian, 2026.

KESIMPULAN

Pelatihan dasar teknik pengelasan SMAW di Pondok Pesantren Quantum Idea memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas sumber daya manusia santri melalui penguatan keterampilan teknis dan kesadaran keselamatan kerja. Peserta memperoleh pemahaman mengenai peralatan pengelasan, prosedur dasar SMAW, penggunaan APD, dan praktik pengelasan pada posisi dasar. Kegiatan ini juga membangun kesadaran bahwa keterampilan pengelasan dapat mendukung pemeliharaan fasilitas pesantren dan membuka peluang usaha produktif. Kegiatan ini menunjukkan bahwa pelatihan vokasional berbasis praktik sesuai diterapkan di lingkungan pesantren apabila disusun secara bertahap, diawali dengan K3, dilanjutkan dengan teori dasar, praktik terbimbing, dan evaluasi. Pengembangan program lanjutan perlu diarahkan pada peningkatan level keterampilan, asesmen berbasis kompetensi, penyediaan sarana praktik, serta kemitraan dengan balai latihan kerja atau industri lokal agar manfaat kegiatan dapat berkelanjutan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Dian Nusantara melalui Lembaga Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (LRPM) atas dukungan pelaksanaan kegiatan. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Pondok Pesantren Quantum Idea sebagai mitra kegiatan, mahasiswa yang membantu pelaksanaan teknis, serta seluruh peserta yang mengikuti pelatihan dengan aktif sampai tahap evaluasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, G. R. I., & Widiyanti, W. (2026). Mentor-based learning to enhance SMAW welding outcomes in vocational entrepreneurship education. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 10(3), 2263-2268. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v10i3.2164>
- Ahmad, S. T., Watrianthos, R., Samala, A. D., Muskhir, M., & Dogara, G. (2023). Project-based learning in vocational education: A bibliometric approach. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 15(4), 43-56. <https://doi.org/10.5815/ijmeecs.2023.04.04>
- Badan Pusat Statistik. (2024). Direktori Industri Manufaktur 2024. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/10/31/d62c6b92104bd1455c030bb5/direktori-industri-manufaktur-2024.html>
- Badan Pusat Statistik. (2026). Proporsi tenaga kerja pada sektor industri manufaktur (persen), 2025. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTIXNyMy/proporsi-tenaga-kerja-pada-sektor-industri-manufaktur--persen-.html>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hamdani, A., & Suherman, A. (2021). Self-design project based learning: An alternative learning model for vocational education. *Journal of Technical Education and Training*, 13(3), 67-78. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.03.007>
- Jalinus, N., Syahril, Haq, S., & Kassymova, G. K. (2023). Work-based learning for the engineering field in vocational education: Understanding concepts, principles and best practices. *Journal of Engineering Researcher and Lecturer*, 2(1), 9-17. <https://doi.org/10.58712/jerel.v2i1.22>
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. <https://peraturan.go.id/id/permenaker-no-5-tahun-2018>
- Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. (1982). Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.02/Men/1982 tentang Kualifikasi Juru Las di Tempat Kerja. https://temank3.kemnaker.go.id/page/perundangan_detail/69/f4ab25383d246f3ffe982768240c8f30
- Koirala, B., Rijal, B., KC, S., Nepal, S., Khadka, A., Karki, A., Joshi, S., Basnet, S., Adhikari, U., Neupane, R., & Karki, J. K. (2025). Occupational health risks and safety awareness among welders in Nepal, a qualitative study. *BMJ Open*, 15(10), e103965. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2025-103965>
- Magoha, L., Nyanza, E. C., Asori, M., & Thomas, D. S. K. (2024). Informal welders' occupational safety and environmental health risks in northwestern Tanzania. *PLOS Global Public Health*, 4(2), e0002923. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002923>
- Muknizar, Abu, R., Mallisza, D., Afdal, Zulkarnain, Selviyanti, V., & Weriza, J. (2023). PKM optimalisasi keterampilan pengelasan (las listrik) pemuda Nagari III Aur Melintang Kecamatan IV Nagari Aur Melintang Kabupaten Padang Pariaman. *Journal of Community Service*, 4(2), 140-

146. <https://doi.org/10.56670/jcs.v4i2.94>
- Murugan, S. S., & Sathiya, P. (2024). Analysis of welding hazards from an occupational safety perspective. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, 66(3), 63-74. <https://doi.org/10.31276/VJSTE.2023.0007>
- Nilsook, P., Chatwattana, P., & Seechaliao, T. (2021). The project-based learning management process for vocational and technical education. *Higher Education Studies*, 11(2), 20-29. <https://doi.org/10.5539/hes.v11n2p20>
- Pasaribu, M. N. H., Eswanto, & Harahap, M. (2024). Pelatihan keterampilan pengelasan las listrik busur manual bagi masyarakat di Desa Bandar Bayu, Serdang Bedagai-Sumatera Utara. *IRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (IRAJPKM)*, 2(1), 7-12. <https://doi.org/10.56862/irajpkm.v2i1.104>
- Rahim, B., Ambiyar, Waskito, Fortuna, A., Prasetya, F., Andriani, C., Andriani, W., Sulaimon, J., Abbasinia, S., Luthfi, A., & Salman, A. (2024). Effectiveness of project-based learning in metal welding technology course with STEAM approach in vocational education. *TEM Journal*, 13(2), 1481-1492. <https://doi.org/10.18421/TEM132-62>
- Safriwardy, F., Nasrah, S., & Wansah, Z. (2022). Development of learning modules for welding techniques of Shield Metal Arc Welding (SMAW) on manual arc welding engineering subjects at vocational schools. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 4(2), 146-153. <https://doi.org/10.29103/ijevs.v4i2.8385>
- Sudjimat, D. A., Nyoto, A., & Romlie, M. (2021). Implementation of project-based learning model and workforce character development for the 21st century in vocational high school. *International Journal of Instruction*, 14(1), 181-198. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14111a>
- Syahril, Nabawi, R. A., Safitri, D., & Kiong, T. T. (2022). The effectiveness of project-based learning on 4Cs skills of vocational students in higher education. *Journal of Technical Education and Training*, 14(3), 29-37. <https://doi.org/10.30880/jtet.2022.14.03.003>
- UNESCO. (2022). Transforming technical and vocational education and training for successful and just transitions: UNESCO strategy 2022-2029. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/transforming-technical-and-vocational-education-and-training-successful-and-just-transitions-unesco>
- UNESCO, World Bank, & International Labour Organization. (2023). Building better formal TVET systems: Principles and practice in low- and middle-income countries. World Bank. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099071123130516870>