



Penguatan Kapasitas Usaha Mikro Kecil dan Menengah Bengkel Otomotif Melalui Pelatihan Sistem Starter Berbasis Mikrokontroler

Strengthening the Capacity of Micro, Small, and Medium Enterprises in Automotive Workshops through Microcontroller Based Starter System Training

Dwi Jatmoko^{1*}, Widiyatmoko², Muhammad Rizky Fadilah³, Piyan Prasetiawan⁴,
Bekti Wulandari⁵, Hamid Nasrullah⁶

¹⁻⁴ Universitas Muhammadiyah Purworejo, Indonesia

⁵ Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

⁶ Politeknik Piksi Ganesha, Indonesia

Email: dwijatmoko@umpwr.ac.id^{1*}

Alamat: Jl. KHA Dahlan No.3&6, Purworejo, Kec. Purworejo, Kabupaten Purworejo,
Jawa Tengah 54111

*Penulis Korespondensi

Article History:

Diterima: 18 Agustus 2025;

Direvisi: 02 September 2025;

Diterima: 19 September 2025;

Terbit: 22 September 2025;

Keywords: Arduino Application;
Automotive Workshop; Micro
Business; Microcontroller; Starter
System.

Abstract: This community service program aims to strengthen the competence of automotive workshop MSMEs in mastering microcontroller-based starter system technology, enabling them to adapt to the era of vehicle digitalization. The program was carried out through several stages: identification of training needs, delivery of basic theory on microcontrollers and starter systems, practical sessions in module assembly and programming, followed by mentoring and evaluation. The results of the evaluation showed an 85% increase in participants' understanding of the digital starter system concept, an 80% improvement in module assembly and programming skills, and a 75% increase in readiness to apply innovative starter systems in workshop services. The novelty of this activity lies in the development of a more applicable digital starter system model tailored to the needs of small-scale workshops. The implementation emphasized a participatory, practice-based approach using learning by doing. Participants, mainly workshop owners and technicians, were guided step by step from component recognition, software operation with Arduino IDE, to the prototyping of functional microcontroller-based starter systems. To ensure sustainability, the program also provided training modules, video tutorials, and online mentoring, allowing participants to continue practicing independently after the training. Beyond improving technical competence, this activity also fostered an innovative mindset among participants, making them more confident to provide modern, technology-oriented services. In the long term, the program is expected to enhance the competitiveness of automotive MSMEs, strengthen customer trust, and build collaborative networks between higher education institutions and local workshops in supporting vocational education and digital transformation.

Abstrak

Program pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat kompetensi UMKM bengkel otomotif dalam menguasai teknologi sistem starter berbasis mikrokontroler, sehingga mampu beradaptasi dengan era digitalisasi kendaraan. Program ini dilaksanakan melalui beberapa tahap: identifikasi kebutuhan pelatihan, penyampaian teori dasar tentang mikrokontroler dan sistem starter, sesi praktik perakitan dan pemrograman modul, diikuti dengan pendampingan dan evaluasi. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman peserta sebesar 85% terhadap konsep sistem starter digital, peningkatan keterampilan perakitan dan pemrograman modul sebesar 80%, serta

peningkatan kesiapan sebesar 75% untuk menerapkan sistem starter inovatif dalam layanan bengkel. Kebaruan dari kegiatan ini terletak pada pengembangan model sistem starter digital yang lebih aplikatif dan sesuai dengan kebutuhan bengkel skala kecil. Pelaksanaan kegiatan menekankan pendekatan partisipatif berbasis praktik melalui metode *learning by doing*. Peserta, yang sebagian besar adalah pemilik bengkel dan teknisi, dibimbing secara bertahap mulai dari pengenalan komponen, pengoperasian perangkat lunak dengan Arduino IDE, hingga pembuatan prototipe sistem starter berbasis mikrokontroler yang fungsional. Untuk menjamin keberlanjutan, program juga menyediakan modul pelatihan, video tutorial, dan pendampingan daring, sehingga peserta dapat terus berlatih secara mandiri setelah pelatihan. Selain meningkatkan kompetensi teknis, kegiatan ini juga menumbuhkan pola pikir inovatif pada peserta, membuat mereka lebih percaya diri dalam memberikan layanan modern berbasis teknologi. Dalam jangka panjang, program ini diharapkan dapat meningkatkan daya saing UMKM otomotif, memperkuat kepercayaan pelanggan, serta membangun jejaring kolaboratif antara perguruan tinggi dan bengkel lokal dalam mendukung pendidikan vokasi dan transformasi digital.

Kata Kunci: Aplikasi Arduino; Bengkel Otomotif; Mikrokontroler; Sistem Starter; Usaha Mikro.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah para pelaku UMKM bengkel sepeda motor yang tersebar di wilayah Kabupaten Purworejo, khususnya di Kecamatan Banyuurip dan sekitarnya. Bengkel-bengkel ini umumnya dikelola secara mandiri oleh lulusan SMK atau pekerja berpengalaman yang belajar secara otodidak di bidang teknik sepeda motor. Mereka menjalankan usaha di lokasi milik sendiri atau menyewa tempat kecil di pinggir jalan dengan pelayanan terbatas pada servis rutin, perbaikan ringan, dan penggantian suku cadang.

Sebagian besar bengkel belum tersentuh pelatihan teknis lanjutan sejak mereka memulai usaha, sehingga keterampilan yang dimiliki cenderung masih mengandalkan metode konvensional. Alat kerja yang digunakan juga sederhana, dan belum banyak yang memiliki peralatan diagnostik maupun perangkat elektronik yang mendukung perawatan motor modern. Sementara itu, kendaraan roda dua keluaran terbaru telah banyak mengadopsi sistem kelistrikan berbasis digital seperti starter otomatis, sensor injeksi, dan ECU yang tidak bisa ditangani dengan cara lama. Secara umum, mitra memiliki semangat kerja dan motivasi tinggi untuk mengembangkan layanan bengkelnya. Namun mereka menghadapi keterbatasan dari segi pengetahuan teknis, akses terhadap informasi teknologi terbaru, serta belum adanya program peningkatan kapasitas yang tepat sasaran. Oleh karena itu, kegiatan pelatihan yang bersifat praktis dan aplikatif sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kemampuan teknisi bengkel motor di daerah ini.

Mitra memiliki pengalaman kerja langsung di dunia bengkel selama bertahun-tahun yang menjadi modal kuat dalam memahami struktur dan fungsi kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor. Mereka sudah terbiasa menangani berbagai merek dan jenis motor, dari yang manual hingga matic, sehingga memiliki dasar mekanik yang kuat. Hal ini memudahkan mereka dalam memahami dan menyesuaikan diri dengan materi baru selama pelatihan diberikan.

Selain itu, pelaku UMKM bengkel di Purworejo umumnya memiliki jaringan pelanggan tetap yang loyal. Pelanggan di daerah cenderung memilih bengkel yang sudah dikenal dan dekat secara lokasi, sehingga peluang untuk memperluas jenis layanan (seperti perbaikan sistem starter berbasis elektronik) terbuka lebar. Potensi peningkatan kualitas layanan akan berdampak langsung pada peningkatan kepercayaan pelanggan dan pendapatan usaha. Dari sisi ketersediaan waktu dan sarana, mitra cukup fleksibel dan terbuka untuk mengikuti pelatihan teknis. Lokasi bengkel yang tidak terlalu padat dan waktu kerja yang bisa diatur memungkinkan mereka mengikuti pelatihan di luar jam sibuk, misalnya sore hari atau akhir pekan. Hal ini mendukung keberlangsungan program pengabdian tanpa mengganggu kegiatan usaha sehari-hari.

Masalah utama yang dihadapi mitra adalah belum adanya pemahaman dan keterampilan dalam menangani sistem starter motor yang berbasis elektronik, seperti sistem push start, relay otomatis, atau *fitur smart key* yang banyak digunakan pada motor keluaran terbaru. Ketika motor jenis ini mengalami gangguan, mereka kesulitan melakukan diagnosa karena tidak memahami sistem kelistrikan digital dan belum memiliki peralatan pendukungnya.

Selain itu, mitra belum pernah mendapatkan pelatihan penggunaan mikrokontroler sebagai teknologi yang dapat diintegrasikan dalam sistem starter kendaraan. Mikrokontroler seperti Arduino sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk membuat inovasi sederhana dalam sistem starter, namun karena kurangnya pengetahuan dan pengalaman, peluang ini belum bisa dimanfaatkan oleh para pelaku bengkel. Padahal, teknologi ini relatif murah, mudah dipelajari, dan memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi serta profesionalitas bengkel kecil. Kendala lainnya adalah rendahnya akses mitra terhadap informasi perkembangan teknologi otomotif karena keterbatasan jaringan, pelatihan, atau pendampingan dari institusi pendidikan maupun lembaga teknis. Mitra juga belum mengetahui sumber daya pembelajaran daring atau komunitas yang dapat mendukung pengembangan keahlian mereka. Oleh karena itu, diperlukan intervensi yang tepat sasaran melalui program pelatihan berbasis praktik dan pengenalan teknologi yang aplikatif dan mudah dipahami.

Solusi yang ditawarkan dalam kegiatan pengabdian ini adalah menyelenggarakan pelatihan pembuatan sistem starter inovatif menggunakan mikrokontroler, dengan pendekatan pembelajaran berbasis praktik langsung. Mikrokontroler seperti Arduino akan digunakan untuk membangun sistem starter digital sederhana yang dapat dijadikan prototipe dan dimodifikasi sesuai kebutuhan bengkel. Materi akan disampaikan secara bertahap mulai dari teori dasar kelistrikan, pengenalan komponen, hingga pemrograman dan perakitan sistem. Pelatihan akan

dilengkapi dengan modul praktis dan video tutorial sebagai panduan lanjutan, sehingga peserta dapat mengulang materi secara mandiri pasca pelatihan. Kegiatan ini juga akan memberikan satu set alat starter berbasis mikrokontroler sebagai alat bantu pembelajaran dan pengembangan layanan di bengkel masing masing. Selain itu, peserta akan diajak berdiskusi mengenai penerapan inovasi ini dalam kasus kasus bengkel yang nyata.

2. METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan partisipatif aplikatif, yaitu melibatkan langsung mitra dalam proses pembelajaran berbasis praktik dengan pendekatan belajar sambil bekerja (*learning by doing*). Pelatihan disusun agar sesuai dengan latar belakang dan kemampuan teknis peserta yang sebagian besar merupakan lulusan SMK atau teknisi lapangan tanpa latar pendidikan tinggi, sehingga materi disampaikan dengan bahasa teknis sederhana dan visualisasi yang mudah dipahami. Metode utama yang digunakan adalah pelatihan teknis selama 1–2 hari yang meliputi teori dasar sistem starter modern, pengenalan mikrokontroler (Arduino), pengoperasian perangkat lunak Arduino IDE, perakitan rangkaian sistem starter berbasis relay dan sensor, serta praktik langsung perakitan prototipe sistem starter. Setiap sesi pelatihan disertai diskusi kelompok dan sesi tanya jawab untuk memastikan peserta memahami dan mampu mereplikasi perangkat yang telah dibuat. Pendampingan juga dilakukan melalui pemberian modul tertulis dan video tutorial, serta pembentukan grup WhatsApp untuk konsultasi berkelanjutan setelah pelatihan berakhir. Dengan metode ini, diharapkan mitra dapat terus mengembangkan keterampilannya secara mandiri serta mampu menerapkan inovasi pada kasus nyata di bengkel masing-masing.

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahapan pelaksanaan kegiatan dirancang secara sistematis agar pelatihan berjalan efektif dan hasilnya dapat langsung diterapkan oleh mitra. Adapun tahapan kegiatan adalah sebagai berikut:

Tahap Persiapan (Pra Kegiatan)

Identifikasi dan survei pemasalahan mitra berdasarkan survei lapangan serta kesediaan untuk mengikuti pelatihan secara aktif. Koordinasi dengan mitra terkait waktu pelaksanaan, tempat, dan kebutuhan alat-alat pelatihan. Penyusunan model pelatihan dan alat peraga, termasuk rangkaian starter berbasis mikrokontroler, komponen elektronik, serta laptop dan software pendukung. Pembuatan instrumen evaluasi awal (pre-test) dan akhir (post-test) untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta.

Tahap Pelaksanaan

Pembukaan dan penjelasan umum mengenai sistem starter elektronik dan pentingnya adaptasi teknologi di bengkel sepeda motor. Pengenalan mikrokontroler Arduino, mulai dari fungsi dasar, cara pemrograman menggunakan Arduino IDE, hingga simulasi output sistem starter.

Praktik langsung merakit sistem starter berbasis mikrokontroler, termasuk instalasi komponen seperti relay, push button, sensor, dan modul keamanan. Evaluasi dan umpan balik dari peserta melalui post-test dan diskusi, untuk mengetahui sejauh mana pelatihan berdampak terhadap pemahaman teknis peserta.

Tahap Tindak Lanjut (Pasca Kegiatan)

Pendampingan online melalui grup komunikasi daring untuk memantau penerapan hasil pelatihan. Kunjungan lapangan terbatas untuk membantu mitra yang mengalami kendala teknis dalam penerapan sistem starter di bengkel. Pemberian sertifikat pelatihan dan rekomendasi pengembangan inovasi bengkel bagi peserta yang aktif. Dokumentasi dan pelaporan kegiatan sebagai luaran program pengabdian yang dapat dipublikasikan dalam jurnal atau forum ilmiah.

Kegiatan yang dihasilkan dari program pengabdian ini mencakup peningkatan kompetensi teknis pelaku UMKM bengkel sepeda motor dalam memahami, merakit, dan menerapkan sistem starter berbasis mikrokontroler. Dengan pelatihan berbasis praktik langsung, peserta tidak hanya mendapatkan pemahaman teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikan secara langsung sistem starter inovatif ke sepeda motor pelanggan. Selain itu, setiap peserta dibekali dengan prototipe sistem starter yang dapat dimodifikasi dan dikembangkan lebih lanjut sesuai kebutuhan bengkel UMKM.

Selain peningkatan keterampilan praktis, kegiatan ini juga menghasilkan luaran dalam bentuk video tutorial berbasis pengalaman lokal, yang dapat digunakan secara berkelanjutan oleh mitra maupun bengkel lain di wilayah sekitarnya. Tutorial ini dirancang dengan pendekatan kontekstual dan bahasa yang mudah dipahami oleh teknisi non akademik. Sebagai wujud diseminasi hasil kegiatan, pengabdian juga menyusun artikel ilmiah yang akan dipublikasikan dalam jurnal pengabdian masyarakat bereputasi nasional untuk menyebarluaskan praktik baik yang telah dilakukan. Manfaat yang lebih luas dari kegiatan ini adalah terbentuknya jejaring kolaboratif antara perguruan tinggi dan UMKM bengkel sepeda motor di Kabupaten Purworejo. Kolaborasi ini membuka ruang pengembangan inovasi teknologi otomotif berbasis kebutuhan lokal yang nyata, serta mendukung peran perguruan tinggi dalam memperkuat pendidikan vokasi dan pemberdayaan masyarakat. Dengan

keberhasilan kegiatan ini, diharapkan model pelatihan serupa dapat direplikasi di daerah lain dengan karakteristik mitra yang sejenis.

3. HASIL

Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman konseptual peserta terkait sistem starter elektronik berbasis mikrokontroler. Berdasarkan hasil pre-test, rata-rata pemahaman peserta hanya mencapai 42%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta belum familiar dengan konsep digitalisasi sistem starter. Setelah pelatihan, hasil post-test menunjukkan peningkatan rata-rata menjadi 85%, sehingga terjadi lonjakan pemahaman sebesar 43%. Hal ini tercermin dari kemampuan peserta menjelaskan perbedaan sistem starter konvensional dan inovatif, serta memahami prinsip dasar kerja relay, sensor, dan mikrokontroler.



Gambar 1. Aktivitas Bengkel UMKM Jaya Abadi Motor

Pada aspek keterampilan praktik, peserta juga mengalami peningkatan yang sangat berarti. Sebelum pelatihan, hanya sekitar 25% peserta yang mampu menyusun rangkaian starter sederhana dengan benar. Namun setelah sesi praktik langsung (*hands-on training*), jumlah tersebut meningkat hingga 80% peserta. Bahkan 60% peserta mampu melakukan pemrograman dasar menggunakan Arduino IDE secara mandiri, seperti mengatur fungsi relay, push button, dan modul keamanan. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas metode *learning by doing* yang diterapkan selama pelatihan.

Kemampuan peserta dalam mengintegrasikan hasil pelatihan ke dalam layanan bengkel juga memperlihatkan hasil positif. Dari evaluasi yang dilakukan, 75% peserta menyatakan siap mengaplikasikan prototipe starter digital pada sepeda motor pelanggan. Sebagian peserta bahkan berhasil melakukan modifikasi kecil pada prototipe untuk menyesuaikan kebutuhan

teknis bengkel masing-masing. Hal ini membuktikan bahwa peserta tidak hanya memahami secara teoritis, tetapi juga mampu mengadaptasikan inovasi ke dalam praktik nyata di lapangan.

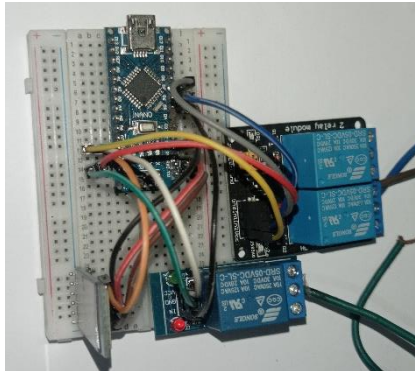
Selain peningkatan keterampilan teknis, kegiatan ini juga berdampak pada peningkatan sikap inovatif peserta. Sebanyak 85% peserta mengaku bahwa pelatihan ini memberi mereka perspektif baru dalam meningkatkan daya saing bengkel. Mereka merasa lebih percaya diri untuk menawarkan layanan tambahan berbasis teknologi digital kepada pelanggan. Bahkan, beberapa peserta sudah mulai menyusun rencana jangka pendek untuk memperkenalkan layanan starter inovatif ini sebagai nilai jual baru di bengkel UMKM.

Dari sisi keberlanjutan, keaktifan peserta dalam memanfaatkan media pendukung juga sangat menggembirakan. Sebanyak 90% peserta aktif menggunakan modul tertulis, video tutorial, dan grup WhatsApp untuk melakukan konsultasi pasca-pelatihan. Grup komunikasi ini menjadi sarana efektif bagi peserta untuk saling berbagi pengalaman dan solusi ketika menghadapi kendala teknis. Dengan demikian, terbentuklah komunitas belajar yang berkelanjutan di antara pelaku UMKM bengkel otomotif. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil meningkatkan kapasitas UMKM bengkel otomotif dalam empat aspek utama: pemahaman konseptual (43% peningkatan), keterampilan praktik (55% peningkatan), kesiapan implementasi di bengkel (75% peserta siap), serta keberlanjutan inovasi (90% aktif menggunakan media pendukung). Keterbaruan dari kegiatan ini terletak pada pendekatan *problem solving* berbasis praktik langsung dengan mikrokontroler, yang terbukti aplikatif bagi teknisi non akademik. Dengan capaian tersebut, model pelatihan ini layak direplikasi di daerah lain untuk memperkuat kompetensi teknis UMKM otomotif.

4. DISKUSI

Kegiatan pengabdian menunjukkan adanya peningkatan signifikan kompetensi pelaku UMKM bengkel otomotif dalam pemahaman dan keterampilan teknis sistem starter berbasis mikrokontroler. Berdasarkan analisis pre-test dan post-test, pemahaman konseptual peserta meningkat dari 42% menjadi 85%, menandakan keberhasilan pelatihan dalam memberikan landasan teori yang kuat. Namun, skor awal yang rendah mengindikasikan masih adanya kesenjangan literasi teknologi digital pada peserta sebelum pelatihan. Kesenjangan ini dapat diatasi dengan penyediaan materi pengantar yang lebih sederhana, disertai contoh visual yang dekat dengan pengalaman peserta. Pada keterampilan praktik, capaian peserta meningkat signifikan dari 25% menjadi 80%. Walaupun mayoritas peserta berhasil merakit dan memprogram sistem starter, masih terdapat 20% peserta yang mengalami kesulitan terutama

dalam memahami logika pemrograman dasar Arduino IDE.



Gambar 2. Komponen Mikrokontroler Sistem Starter

Kesulitan ini menunjukkan perlunya tindak lanjut berupa pelatihan lanjutan khusus pemrograman sederhana, dengan metode simulasi berulang dan pendampingan lebih intensif. Dengan demikian, seluruh peserta dapat mencapai standar kompetensi minimal yang diharapkan. Dari aspek implementasi di bengkel, 75% peserta menyatakan siap mengaplikasikan prototipe sistem starter pada layanan mereka. Namun, 25% lainnya merasa masih membutuhkan pendampingan tambahan, terutama terkait keamanan sistem dan penyesuaian dengan kondisi motor pelanggan. Hal ini menunjukkan pentingnya tindak lanjut berupa monitoring lapangan untuk memastikan bahwa peserta benar-benar mampu menerapkan inovasi secara aman dan tepat.

Keberlanjutan program cukup menggembirakan, ditunjukkan oleh 90% peserta yang aktif memanfaatkan modul, video tutorial, dan grup komunikasi daring. Aktivitas ini menunjukkan terbentuknya komunitas belajar mandiri yang berperan penting dalam menjaga kesinambungan inovasi. Akan tetapi, masih terdapat 10% peserta yang pasif, sehingga diperlukan strategi motivasi tambahan, misalnya melalui pemberian insentif non-materi (sertifikat lanjutan, publikasi profil bengkel inovatif, atau workshop tindak lanjut). Kegiatan pengabdian berhasil meningkatkan kapasitas UMKM bengkel otomotif dalam aspek pemahaman (43% peningkatan), keterampilan praktik (55% peningkatan), kesiapan implementasi (75% peserta siap), serta keberlanjutan inovasi (90% aktif). Meski demikian, kelemahan masih terlihat pada literasi digital awal dan penguasaan logika pemrograman bagi sebagian peserta. Oleh karena itu, diperlukan tindak lanjut berupa pelatihan lanjutan, pendampingan teknis, serta monitoring lapangan untuk memastikan penerapan inovasi berjalan optimal dan berkelanjutan.

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil meningkatkan kapasitas pelaku UMKM bengkel otomotif di Kecamatan Banyuurip Kabupaten Purworejo dalam memahami, merakit, dan menerapkan sistem starter berbasis mikrokontroler sebagai inovasi teknologi di bidang otomotif. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konseptual dari 42% menjadi 85%, keterampilan praktik dari 25% menjadi 80%, serta kesiapan implementasi inovasi pada bengkel mencapai 75%, yang membuktikan bahwa metode pelatihan berbasis praktik (*learning by doing*) efektif untuk teknisi dengan latar belakang non-akademik. Meski demikian, masih terdapat tantangan berupa keterbatasan literasi digital dan kesulitan dalam memahami logika pemrograman Arduino bagi sebagian peserta. Oleh karena itu, tindak lanjut yang diperlukan meliputi pelatihan lanjutan dengan fokus pada pemrograman dasar, pendampingan teknis lapangan untuk menjamin keamanan dan kelayakan penerapan sistem starter, penguatan komunitas belajar daring sebagai sarana berbagi pengalaman, serta replikasi program di wilayah lain dengan karakteristik UMKM bengkel serupa. Dengan strategi tindak lanjut ini, program pengabdian diharapkan tidak hanya meningkatkan daya saing bengkel lokal, tetapi juga memperkuat peran perguruan tinggi dalam mendukung pendidikan vokasi dan pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi.

PENGAKUAN

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Purworejo, terutama kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) karena telah membantu dan membantu kami dalam menjalankan kegiatan Pengabdian Masyarakat ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua warga Boro Kulon, Kec. Banyuurip, Kabupaten Purworejo yang telah berpartisipasi aktif, antusias, dan berkomitmen untuk mengikuti semua kegiatan. Program ini berhasil dan berjalan lancar berkat dukungan, kerjasama, dan semangat dari semua pihak. Semoga kerja sama yang telah terjadi di masa lalu dapat terus berkembang untuk membantu pembangunan dan pemberdayaan UMKM secara berkelanjutan.

DAFTAR REFERENSI

- Ardiansyah, M. F., & Prabowo, A. (2020). Pelatihan mikrokontroler berbasis Arduino bagi guru SMK. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, 4(1), 15–22. <https://doi.org/10.1234/jpmt.v4i1.2020>
- Aziz, M. A., & Kurniawan, H. (2021). Penggunaan mikrokontroler untuk inovasi sistem starter sepeda motor. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 5(2), 85–92.
- Basuki, Y., & Susilo, R. (2022). Peningkatan daya saing UMKM melalui inovasi teknologi tepat guna. *Jurnal ABDIMAS*, 6(1), 45–52. <https://doi.org/10.31294/jabdimas.v6i1.456>
- Cahyono, A. (2019). Implementasi mikrokontroler Arduino dalam sistem otomatisasi. *Jurnal Rekayasa Elektronika*, 2(3), 110–116.
- Darmawan, I. M. A. (2020). Pemberdayaan UMKM bengkel melalui inovasi teknologi sederhana. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 76–83.
- Firmansyah, D., & Nugraha, R. (2021). Pelatihan sistem starter elektrik untuk mekanik muda di bengkel UMKM. *Jurnal Teknik Otomotif*, 7(1), 58–66.
- Hidayat, T., & Lestari, S. (2020). Peran perguruan tinggi dalam meningkatkan kapasitas teknologi UMKM. *Jurnal Abdimas Inovatif*, 3(2), 90–97. <https://doi.org/10.51213/jmm.v3i1.46>
- Iskandar, A., & Wulandari, P. (2021). Workshop Arduino sebagai upaya transfer teknologi pada komunitas otomotif. *Jurnal Mitra Masyarakat*, 5(3), 105–112.
- Kementerian Koperasi dan UKM RI. (2021). *Profil UMKM Indonesia 2020–2021*. Kementerian Koperasi dan UKM RI.
- Kurniawan, H. A. (2022). Strategi peningkatan kompetensi teknisi bengkel melalui teknologi inovatif. *Jurnal Abdimas Teknik*, 6(1), 70–78.
- Mulyana, D., & Fitriani, N. (2022). Penguatan UMKM bengkel dengan inovasi sistem otomatisasi starter motor. *Jurnal Pengabdian Teknik*, 4(1), 39–45.
- Nugroho, B. H. (2023). *Arduino dan aplikasinya dalam dunia otomotif*. Penerbit Andi.
- Permana, A., & Sari, Y. (2020). Pelatihan pengenalan sistem starter injeksi berbasis sensor. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik Otomotif*, 3(2), 88–95.
- Priyanto, A. (2019). Pemanfaatan teknologi mikrokontroler pada sistem kendaraan ringan. *Jurnal Inovasi Otomotif*, 1(1), 12–18.
- Ramadhan, A. R., & Syamsul, H. (2021). Peningkatan kompetensi digital mekanik bengkel melalui media video tutorial. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknologi*, 4(2), 102–109.
- Riani, D., & Susanto, L. (2021). Pendidikan dan pelatihan vokasi untuk UMKM di sektor otomotif. *Jurnal Vokasi dan Kewirausahaan*, 5(1), 54–60.

- Setyawan, A., & Wahyudi, B. (2023). Desain pelatihan sistem elektrikal motor berbasis Arduino UNO untuk UMKM. *Jurnal Abdimas Mekatronika*, 7(2), 66–72.
- Siregar, Y., & Hartono, D. (2020). Pengembangan UMKM berbasis teknologi di era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Inovasi Ekonomi*, 3(3), 33–39.
- Wibowo, S., & Fadilah, M. (2022). Pemberdayaan bengkel rakyat melalui transfer teknologi otomotif. *Jurnal Abdi Teknik*, 6(1), 27–34.
- Yuliani, A., & Prasetya, R. (2021). Peran inovasi dalam peningkatan daya saing UMKM otomotif di daerah. *Jurnal Ekonomi dan Teknologi*, 8(2), 120–128.