

Peningkatan Kompetensi Otomasi Mesin Industri menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) untuk Guru Vokasi

Juli Sardi^{1*}, Habibullah¹, Fivia Eliza¹, Risfendra¹, Ayu Hendra¹ dan Herlin Setyawan²

¹Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Mahasiswa Doktoral Pendidikan Teknologi Kejuruan, Pascasarjana, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding Author: julisardi@ft.unp.ac.id

Abstract—The enhancement of teachers' competencies in industrial automation technology is urgently needed to address the challenges of Industry 4.0. This study aims to measure the effectiveness of the training program Industrial Machine Automation Using Human Machine Interface (HMI) in improving teachers' competencies at SMK Negeri 5 Solok Selatan. The research employed a One Group Pre-test Post-test Design method, with data analysis conducted using the Paired Sample T-Test. A total of 20 teachers participated in the training, which consisted of theoretical sessions, software simulations, and hands-on practice with HMI hardware. The results indicated a significant improvement in participants' competencies, with the average score increasing from 55 in the pre-test to 83.25 in the post-test ($p < 0.05$). The training effectively strengthened participants' conceptual understanding, programming skills, and troubleshooting abilities. Furthermore, the program was deemed relevant to the technological needs of vocational education, supporting the integration of automation technology into the vocational school curriculum. This study concludes that HMI training can serve as a strategic model for teacher competency development, contributing to improving vocational education quality. Recommendations include conducting advanced training sessions, enhancing collaboration with industry, and developing project-based curricula oriented toward modern technologies.

Keywords: *Human Machine Interface (HMI), Vocational Education, Teacher Competency, Industrial Automation, Technical Training.*

I. PENDAHULUAN

Dalam era Revolusi Industri 4.0, otomatisasi dan digitalisasi telah menjadi pilar utama dalam berbagai sektor industri. Perkembangan teknologi ini mendorong peningkatan keterampilan sumber daya manusia agar mampu beradaptasi dengan kebutuhan dunia kerja yang semakin dinamis. Salah satu komponen utama dalam otomatisasi industri adalah penggunaan Human Machine Interface (HMI), yang memungkinkan pengendalian dan pengawasan proses produksi secara real-time dan efisien. HMI tidak hanya menjadi alat untuk mengoperasikan mesin, tetapi juga menjadi media interaksi antara manusia dan sistem otomatis yang memerlukan pemahaman teknis yang mendalam [1]. Oleh karena itu, peningkatan kompetensi guru dalam bidang ini menjadi sangat krusial, terutama di tingkat pendidikan vokasi seperti Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran strategis dalam mencetak tenaga kerja terampil yang siap terjun ke dunia industri. Untuk mencapai tujuan tersebut, guru-guru SMK dituntut untuk memiliki kompetensi teknis yang relevan dan *up-to-date* dengan perkembangan teknologi terkini. Kualitas pendidikan vokasi sangat ditentukan oleh kemampuan guru dalam mengimplementasikan teknologi terbaru ke dalam kurikulum pembelajaran [2]. Dalam konteks SMK Negeri 5 Solok Selatan, kebutuhan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam bidang otomasi industri menjadi semakin mendesak mengingat wilayah ini mulai menunjukkan pertumbuhan industri kecil dan menengah yang membutuhkan tenaga kerja terampil di bidang teknik mesin dan otomasi [3].

Teknologi HMI merupakan salah satu elemen yang mulai banyak diterapkan di sektor industri, termasuk industri manufaktur dan energi. HMI memberikan kemampuan untuk memonitor dan mengontrol proses industri melalui antarmuka visual yang intuitif, yang memungkinkan operator untuk mengambil keputusan berdasarkan data real-time. Namun, pemanfaatan teknologi ini membutuhkan penguasaan perangkat keras seperti *programmable logic controller* (PLC), perangkat lunak khusus, dan kemampuan analisis data yang baik. Keterampilan HMI tidak hanya sebatas pengoperasian perangkat, tetapi juga mencakup pemrograman,

troubleshooting, dan integrasi sistem [4]. Hal ini menegaskan pentingnya pelatihan dan pendampingan teknis yang intensif bagi guru untuk memahami konsep-konsep tersebut secara komprehensif.

Pelaksanaan pelatihan HMI di SMK Negeri 5 Solok Selatan bertujuan untuk menjawab tantangan tersebut. Program ini dirancang sebagai bagian dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada transfer teknologi dan peningkatan kompetensi tenaga pendidik. Dalam konteks pendidikan vokasi, pengabdian masyarakat menjadi sarana untuk menjembatani kesenjangan antara perkembangan teknologi industri dengan proses pembelajaran di sekolah [5]. Program ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan pengetahuan teoritis, tetapi juga menitikberatkan pada keterampilan praktis yang dapat langsung diterapkan dalam pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) [6].

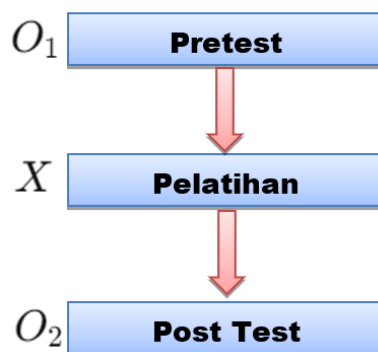
SMK Negeri 5 Solok Selatan dipilih sebagai lokasi kegiatan karena institusi ini memiliki jurusan teknik yang relevan dengan bidang otomasi mesin industri, tetapi masih menghadapi keterbatasan dalam hal sarana, prasarana, dan kemampuan guru dalam mengoperasikan teknologi modern. Berdasarkan survei awal, sebagian besar guru di sekolah ini belum memiliki pengalaman langsung dalam menggunakan HMI, meskipun teknologi ini telah menjadi standar di industri manufaktur. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memberikan pelatihan yang sesuai agar guru-guru tersebut dapat menyampaikan materi pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Kualitas pendidikan vokasi sangat erat kaitannya dengan relevansi kurikulum dan kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi terbaru [7].

Penggunaan HMI dalam pembelajaran diharapkan juga mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif bagi siswa. Dengan adanya antarmuka visual yang intuitif, siswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep teknis yang kompleks, seperti alur kerja mesin otomatis, pemrograman PLC, dan analisis data produksi. Penggunaan teknologi berbasis HMI dalam pembelajaran dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa secara signifikan. Oleh karena itu, pelatihan ini tidak hanya berfokus pada peningkatan kompetensi guru, tetapi juga pada upaya menciptakan lingkungan belajar yang kondusif dan relevan dengan kebutuhan industri [3].

Namun demikian, pelaksanaan program ini juga menghadapi beberapa tantangan, seperti keterbatasan waktu, ketersediaan perangkat, dan kemampuan awal peserta yang beragam. Untuk mengatasi tantangan tersebut, program ini dilaksanakan secara bertahap, dengan penekanan pada metode belajar yang adaptif dan kolaboratif. Selain itu, adanya dukungan dari pihak sekolah dan pemerintah daerah menjadi faktor penting dalam keberhasilan program ini. Sinergi antara institusi pendidikan, pemerintah, dan dunia usaha merupakan kunci dalam pengembangan pendidikan vokasi yang berkualitas.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan metode *One Group Pre-test Post-test Design*. Metode ini bertujuan untuk mengukur efektivitas pelatihan Otomasi Mesin Industri menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) dalam meningkatkan kompetensi guru SMK Negeri 5 Solok Selatan. Pendekatan ini melibatkan pengambilan data sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) intervensi pelatihan, sehingga memungkinkan pengukuran perubahan kompetensi peserta secara langsung. Desain dan alur pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar. 1. *One Group Pre-test Post-test Design*

Keterangan:

- O_1 : Pre-test (pengukuran kompetensi awal)
- X : Intervensi berupa pelatihan Otomasi Mesin Industri Menggunakan HMI
- O_2 : Post-test (pengukuran kompetensi setelah pelatihan)

Instrumen pre-test dan post-test dirancang untuk mengukur kompetensi guru dalam tiga aspek utama yang relevan dengan kompetensi Otomasi Mesin Industri menggunakan *Human Machine Interface* (HMI), yaitu : pemahaman konseptual, keterampilan pemrograman dasar, dan kemampuan troubleshooting. Instrumen ini terdiri dari soal tes tertulis. Indikator penilaian yang digunakan untuk soal tes tertulis ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Penilaian Tes Tertulis

| No | Aspek Kompetensi | Indikator Capaian | Jumlah Soal |
|--------------|---|--|-------------|
| 1 | Pemahaman Konseptual Otomasi Mesin Industri dan HMI | Menjelaskan fungsi dan peran HMI dalam sistem otomasi mesin industri | 4 |
| | | Mengidentifikasi komponen utama dalam perangkat otomasi industri dan HMI | 3 |
| | | Memahami prinsip kerja HMI dan integrasinya dengan PLC | 3 |
| 2 | Keterampilan Analisis Masalah | Mengidentifikasi penyebab umum masalah pada sistem otomasi mesin industri dan HMI | 4 |
| | | Menyusun langkah troubleshooting yang efektif | 3 |
| | | Menganalisis kasus yang melibatkan integrasi HMI dengan perangkat otomasi mesin industri | 3 |
| Total | | | 20 |

Subjek penelitian ini adalah guru-guru bidang elektro industri dan mekatronika dari SMK Negeri 5 Solok Selatan. Sebanyak 20 guru dipilih sebagai partisipan melalui teknik *purposive sampling*, berdasarkan ketersediaan dan relevansi latar belakang mereka dengan pelatihan yang akan dilaksanakan. Analisis data dilakukan menggunakan uji statistik *Paired Sample T-Test* untuk menguji signifikansi perbedaan skor antara pre-test dan post-test. Uji *Paired Sample T-Test* dilakukan untuk membandingkan rata-rata skor pre-test dan post-test. Hipotesis yang diuji adalah:

H₀: Tidak ada perbedaan yang signifikan antara skor pre-test dan post-test.

H_a: Terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pre-test dan post-test.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil penelitian ini disajikan berdasarkan analisis data yang diperoleh dari pre-test dan post-test kompetensi peserta pelatihan *Human Machine Interface* (HMI) di SMK Negeri 5 Solok Selatan. Sebanyak 20 guru yang berpartisipasi dalam pelatihan telah mengikuti proses evaluasi kompetensi sebelum dan sesudah pelatihan. Analisis data dilakukan menggunakan uji statistik *Paired Sample T-Test* untuk mengukur perbedaan signifikan antara skor pre-test dan post-test.

1. Deskripsi Data

Sebelum dilakukan analisis statistik, data skor pre-test dan post-test peserta disajikan untuk memberikan gambaran awal mengenai kompetensi mereka. Hasil distribusi penilaian pre-test dan post-test dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Nilai Pre-Test dan Post-Test

| Peserta | Skor Pre-Test | Skor Post-Test | Selisih Skor |
|---------|---------------|----------------|--------------|
| 1 | 50 | 80 | 30 |
| 2 | 55 | 85 | 30 |
| 3 | 60 | 85 | 25 |
| 4 | 45 | 75 | 30 |
| 5 | 55 | 80 | 25 |
| 6 | 60 | 85 | 25 |
| 7 | 50 | 78 | 28 |
| 8 | 55 | 83 | 28 |
| 9 | 65 | 90 | 25 |
| 10 | 50 | 80 | 30 |
| 11 | 55 | 85 | 30 |
| 12 | 60 | 88 | 28 |
| 13 | 50 | 80 | 30 |
| 14 | 55 | 82 | 27 |
| 15 | 60 | 88 | 28 |
| 16 | 55 | 85 | 30 |
| 17 | 45 | 75 | 30 |
| 18 | 60 | 90 | 30 |
| 19 | 55 | 83 | 28 |
| 20 | 60 | 88 | 28 |

Skor pre-test menunjukkan kompetensi awal peserta sebelum mengikuti pelatihan. Rata-rata skor pre-test adalah 55.6 (skala 0-100) dengan skor terendah 45 dan skor tertinggi 65. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki pemahaman dasar yang rendah tentang HMI dan otomasi industri. Setelah pelatihan, rata-rata skor post-test meningkat menjadi 83.25, dengan skor terendah 75 dan skor tertinggi 90. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kompetensi yang signifikan setelah pelatihan. Rata-rata selisih skor 28.25 menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam kompetensi peserta setelah pelatihan.

2. Uji Persyaratan Analisis

Uji normalitas dan homogenitas dilakukan sebagai uji persyaratan analisis. Uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa data distribusi skor pre-test dan post-test memenuhi asumsi normalitas. Pengujiannya menggunakan uji Shapiro-Wilk. Uji homogenitas bertujuan untuk melihat apakah data berasal dari kelompok atau arians yang sama. Hasil pengujian uji normalitas dan uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Persyaratan Analisis

| | Hasil Uji Normalitas | Hasil Uji Homogenitas |
|----------------|----------------------|-----------------------|
| Data Pre-Test | 0.088 | 0.716 |
| Data Post-Test | 0.307 | |

Hasil uji normalitas pada data pre-test dan post-test menunjukkan nilai signifikansi $\rho > 0.05$. maka dapat disimpulkan data pre-test dan post-test berdistribusi normal. Pada uji homogenitas juga menunjukkan hal yang sama, didapat nilai signifikansi $\rho > 0.05$, maka dapat disimpulkan data berasal dari kelompok atau varians yang sama.

3. Hasil Uji Hipotesis

Uji *Paired Sample T-Test* digunakan untuk menguji hipotesis, yaitu apakah terdapat perbedaan signifikan antara skor pre-test dan post-test. Hasil uji *Paired Sample T-Test* di tunjukan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesis

| Statistik | Nilai |
|------------------------|---------|
| Rata-Rata Pre-Test | 55 |
| Rata-Rata Post-Test | 83.25 |
| Rata-Rata Selisih | 28.25 |
| Standar Deviasi | 1.943 |
| Nilai t | -65.013 |
| Derajat Kebebasan (df) | 19 |
| Sig (2-Tailed) | < 0.01 |

Berdasarkan hasil analisis, nilai $\rho < 0.05$, sehingga H_0 ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pre-test dan post-test. Peningkatan rata-rata skor sebesar 28.25 menunjukkan bahwa pelatihan HMI memiliki efek yang sangat positif terhadap kompetensi peserta.

B. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan Otomasi Mesin Industri Menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) yang diberikan kepada guru SMK Negeri 5 Solok Selatan berhasil meningkatkan kompetensi peserta secara signifikan. Peningkatan ini tercermin dari perbedaan rata-rata skor pre-test dan post-test sebesar 28.259 poin, dengan hasil uji statistik *Paired Sample T-Test* menunjukkan nilai $\rho < 0.05$, sehingga H_0 ditolak. Berdasarkan hasil ini, pelatihan ini dapat dianggap efektif dalam meningkatkan kemampuan teknis guru di bidang otomasi industri. Peningkatan skor yang signifikan pada post-test menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil memenuhi tujuan utamanya, yaitu meningkatkan kompetensi guru dalam memahami dan mengoperasikan teknologi HMI. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pelatihan berbasis teknologi dapat secara efektif meningkatkan kompetensi teknis peserta [8], [9]. Dalam konteks pendidikan vokasi, pelatihan seperti ini berfungsi untuk menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoretis guru dengan perkembangan teknologi industri terkini [10].

Teknologi HMI, sebagai bagian integral dari otomatisasi industri, membutuhkan pemahaman menyeluruh tentang perangkat keras, perangkat lunak, dan kemampuan troubleshooting. HMI bukan hanya alat pengendali, tetapi juga platform interaksi manusia dengan sistem otomatis yang kompleks. Dalam penelitian ini, pelatihan yang dirancang mencakup pengenalan konsep dasar, simulasi perangkat lunak, hingga praktik langsung dengan perangkat keras [4]. Kombinasi teori dan praktik ini berkontribusi besar terhadap peningkatan kompetensi peserta, sebagaimana diindikasikan oleh skor post-test yang meningkat di semua aspek yang diukur.

Sebagai pendidik di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), guru memegang peran sentral dalam mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan dunia kerja. Teknologi HMI telah menjadi standar dalam industri manufaktur, energi, dan otomasi lainnya. Oleh karena itu, peningkatan kompetensi guru dalam bidang ini sangat penting untuk memastikan relevansi kurikulum SMK dengan kebutuhan dunia industri [11]. Hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis teknologi tidak hanya meningkatkan kompetensi guru, tetapi juga berdampak positif pada pembelajaran siswa [12]. Dengan kemampuan mengoperasikan dan memprogram HMI, guru dapat memperkenalkan siswa pada teknologi yang relevan, sehingga menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan aplikatif. Misalnya, siswa dapat belajar bagaimana mengintegrasikan PLC dengan HMI, memahami logika pemrograman, dan melakukan analisis data produksi yang merupakan keterampilan yang sangat diperlukan di dunia kerja.

Aspek keterampilan analisis, yang diukur melalui kemampuan troubleshooting, mengalami peningkatan signifikan berdasarkan hasil tes praktik. HMI sering kali digunakan untuk memantau, menganalisis, dan menyelesaikan masalah dalam sistem produksi. Penelitian ini menunjukkan bahwa setelah pelatihan, guru mampu menyusun langkah troubleshooting yang lebih sistematis dan efektif [13], [14]. Temuan ini menekankan pentingnya pelatihan praktis dalam membantu pengguna memahami kompleksitas sistem otomatisasi dan cara mengatasi masalah teknis secara efisien. Meskipun hasil penelitian menunjukkan keberhasilan pelatihan, terdapat beberapa tantangan yang dihadapi selama pelaksanaan. Salah satunya adalah keragaman tingkat kemampuan awal peserta. Beberapa peserta memiliki pengetahuan dasar yang lebih rendah dibandingkan yang lain, sehingga membutuhkan lebih banyak pendampingan selama pelatihan. Tantangan ini dapat diatasi dengan pendekatan pembelajaran adaptif, seperti pemberian modul tambahan bagi peserta yang memerlukan waktu lebih banyak untuk memahami materi [15].

Keterbatasan perangkat keras juga menjadi tantangan, mengingat jumlah perangkat yang tersedia tidak mencukupi untuk setiap peserta bekerja secara individu. Dalam situasi ini, simulasi perangkat lunak menjadi alternatif yang efektif, yang menunjukkan bahwa simulasi berbasis perangkat lunak dapat menggantikan praktik langsung dalam kondisi terbatas tanpa mengurangi efektivitas pembelajaran. Penelitian ini memiliki beberapa

keterbatasan yang perlu dicatat. Pertama, desain penelitian menggunakan metode *One Group Pre-test Post-test*, yang tidak melibatkan kelompok kontrol. Hal ini membatasi kemampuan untuk sepenuhnya mengisolasi pengaruh pelatihan terhadap peningkatan kompetensi peserta. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan desain eksperimen yang lebih kompleks, seperti *control group design*, untuk memberikan hasil yang lebih kuat. Kedua, durasi pelatihan yang relatif singkat mungkin belum cukup untuk mendalami semua aspek penggunaan HMI dalam konteks industri yang lebih luas. Pengembangan program pelatihan yang lebih komprehensif dengan durasi lebih panjang dan melibatkan kasus-kasus industri nyata dapat menjadi rekomendasi untuk pelatihan berikutnya.

IV. PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan Otomasi Mesin Industri Menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) untuk guru-guru SMK Negeri 5 Solok Selatan berhasil meningkatkan kompetensi mereka secara signifikan dalam aspek pemahaman konseptual, keterampilan pemrograman, dan kemampuan troubleshooting. Pelatihan ini dirancang untuk menjawab kebutuhan pendidikan vokasi yang relevan dengan perkembangan teknologi industri terkini. Dengan menggunakan pendekatan *One Group Pre-test Post-test Design*, penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan berbasis teori dan praktik dapat secara efektif menjembatani kesenjangan antara kemampuan teknis guru dan tuntutan teknologi di dunia industri. Guru yang telah dilatih diharapkan mampu mengintegrasikan teknologi HMI dalam pembelajaran berbasis proyek di kelas, sehingga menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, aplikatif, dan sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Meskipun pelatihan ini menunjukkan hasil yang positif, terdapat tantangan seperti keragaman tingkat kemampuan awal peserta dan keterbatasan perangkat yang digunakan selama pelatihan. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan pengembangan program pelatihan lanjutan yang lebih komprehensif, peningkatan kolaborasi dengan dunia industri untuk mendukung sarana dan prasarana, serta evaluasi berkelanjutan terhadap dampak pelatihan terhadap pembelajaran siswa. Sebagai langkah awal, pelatihan ini memberikan kontribusi nyata bagi penguatan pendidikan vokasi di SMK Negeri 5 Solok Selatan. Model pelatihan serupa dapat diimplementasikan di sekolah lain untuk meningkatkan kompetensi guru secara merata, sehingga mendukung terciptanya tenaga kerja yang kompeten dan siap menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0.

REFERENSI

- [1] M. I. Gunawan, "Sistem Kendali Otomatis Pada Mesin-Mesin Industri Untuk Peningkatan Efektivitas Dan Efisiensi Kerja," TEDC, vol. 9, no. 2, pp. 110–116, 2015.
- [2] J. Sardi and H. Habibullah, "Pelatihan Robot Line Follower untuk Guru dan Siswa SMK Negeri 1 Sungai Limau," *Suluh Bendang: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 22, no. 1, p. 94, Feb. 2022, doi: 10.24036/sb.02180.
- [3] Rosidah, M. Dwiheartanti, and N. S. Wijayanti, "Evaluasi Pendidikan Dan Pelatihan (Diklat) Guru SMK Di Daerah Istimewa Yogyakarta," *Jurnal Efisiensi-Kajian Ilmu Administrasi Edisi Agustus*, vol. 15, no. 2, pp. 33–42, 2018.
- [4] I. Dwisaputra, I. Pratiwi, Y. A. Rindri, G. Triami, and M. I. Kristianto, "Pelatihan HMI Dan PLC Di SMK Pada Jurusan Elektronika Industri: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat," *Dulang*, vol. 4, no. 2, 2024.
- [5] L. Qomariyah et al., "Pelatihan Peningkatan Kompetensi Guru-Guru SMK Jurusan Keteknik Kimiaan se-Jawa Timur dalam Bidang Unit Operasi Ekstraksi," *Sewagati*, vol. 7, no. 5, pp. 724–731, Jul. 2023, doi: 10.12962/j26139960.v7i5.566.
- [6] S. T. Ahmad, R. Watrionthos, A. D. Samala, M. Muskhair, and G. Dogara, "Project-based Learning in Vocational Education: A Bibliometric Approach," *International Journal of Modern Education and Computer Science*, vol. 15, no. 4, pp. 43–56, Aug. 2023, doi: 10.5815/ijmeecs.2023.04.04.
- [7] M. Yunus and M. Mitrohardjono, "Pengembangan Tehnologi Di Era Industri 4.0 Dalam Pengelolaan Pendidikan Sekolah Dasar Islam Plus Baitul Maal," *TAHDZIBI*, vol. 3, no. 2, pp. 129–138, 2020, doi: 10.24853/tahdzibi.3.2.129-138.
- [8] Nabillah Purba, Mhd Yahya, and Nurbaiti, "Revolusi Industri 4.0 : Peran Teknologi Dalam Eksistensi Penguasaan Bisnis Dan Implementasinya," *Jurnal Prilaku dan Strategi Bisnis*, vol. 9, no. 2, p. 2021, 2021.
- [9] L. Suryati, Ganefri, Ambiyar, A. Yulastri, and Fadhilah, "Penerapan Program Teaching Factory dalam Mempersiapkan Kompetensi Kewirausahaan Siswa pada Pendidikan Vokasi," *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 58–66, Mar. 2023, doi: 10.23887/jppp.v7i1.58257.

- [10] Hasan, M. Ilyas Hadikusuma, W. Heryawan, A. Riyanto, H. Irawan Suharto, and W. Yuniarto, “Pelatihan Otomasi Untuk Guru-Guru Smk Se-Kabupaten Sintang Dalam Rangka Peningkatan Kompetensi Bidang Otomasi Industri Di Sintang,” *Jurnal Kapuas*, vol. 3, no. 2, 2023.
- [11] Labusabab, A. Dalle, Nurhijrah, and A. Almas, “Pelatihan Pembuatan Interface Kontrol Menggunakan HMI Untuk Guru Teknik Elektronika di SMK Negeri 2 Makassar,” *INOVASI: Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 1, p. 2022, 2022.
- [12] Juli Sardi and Ali Basrah Pulungan, “Pelatihan Reparasi Dan Perawatan Alat Listrik Rumah Tangga Untuk Pemuda Pesisir,” *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2019.
- [13] T. Rezasyah, “Pelatihan Kesiapan Siswa SMK dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0. di SMK Global Mulia, Cikarang,” *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 2, p. 114, Apr. 2019, doi: 10.24198/kumawula.v1i2.20029.
- [14] W. Rohmah, D. E. Sari, and A. Wulansari, “Pembelajaran Berbasis Teaching Factory di SMK Negeri 2 Surakarta,” *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, vol. 29, no. 2, 2019.
- [15] A. Kautsar, G. Wiyono, M. Mulia, M. Iqbal, and M. Al-Fairusy, “Teaching Factory Model Development in Vocational High Schools,” *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, vol. 14, no. 4, pp. 6347–6360, Oct. 2022, doi: 10.35445/alishlah.v14i4.2461.