



AgroTech Smart: Pelatihan Media Pembelajaran Irigasi Berbasis Mikrokontroler IoT ESP32 dengan Pendekatan *Project-Based Learning* di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia

Ervi Novitasari^{1*}, Khaidir Rahman², Amirah Mustarin³, Nunik Lestari⁴, Jusran⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Email: ervi.novitasari@unm.ac.id, khaidir.rahman@unm.c.id, amirah.mustarim@unm.ac.id, nunik.lestari@unm.ac.id, jusranrinding3@gmail.com

INFO ARTIKEL

Kata kunci:
ESP32;
Internet of Things (IoT);
Pendidikan vokasi;
Project-Based Learning (PjBL);
Sistem irigasi otomatis

ABSTRAK

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran merupakan aspek penting dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan, terutama di lingkungan pendidikan vokasi. Di era digital ini, integrasi teknologi seperti mikrokontroler berbasis *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi inovatif untuk pengembangan sistem pembelajaran yang selaras dengan kebutuhan industri. Program pengabdian masyarakat ini dirancang untuk memperkenalkan dan menerapkan media pembelajaran berupa sistem irigasi berbasis mikrokontroler IoT ESP32 di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia melalui pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL). Kegiatan dimulai dengan penyampaian materi dasar mengenai mikrokontroler ESP32, konsep dasar IoT, serta prinsip kerja sistem irigasi otomatis. Selain itu, guru juga diberikan pemahaman tentang penggunaan sensor untuk memantau kelembapan tanah dan pengendalian sistem irigasi secara mandiri. Setelah penyampaian materi, dilanjutkan dengan kegiatan kolaboratif berupa simulasi pengoperasian sistem irigasi otomatis, yang memungkinkan para guru untuk langsung mempraktikkan pengaturan dan pemantauan sistem melalui platform berbasis IoT yang terhubung dengan *smartphone*. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman dan keterampilan guru dalam mengoperasikan teknologi IoT berbasis mikrokontroler. Selain itu, evaluasi juga mencatat adanya peningkatan motivasi guru untuk mengintegrasikan pendekatan PjBL dalam proses pembelajaran mereka. Program ini diharapkan dapat menjadi model pembelajaran berbasis teknologi yang mampu mendorong peningkatan kualitas pendidikan vokasi. Lebih jauh, program ini bertujuan untuk mencetak generasi muda yang kompeten, siap menghadapi tuntutan industri modern, dan memiliki keterampilan dalam memanfaatkan teknologi untuk mendukung inovasi di bidang pertanian berbasis teknologi.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



* Email penulis korespondensi: ervi.novitasari@unm.ac.id
Diterima 10 Mei 2024; Disetujui 30 Juli 2024
Tersedia secara daring 30 Juli 2024
Dipublikasikan oleh *Lontara Digitech Indonesia*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi memiliki peran yang sangat penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang terampil dan siap kerja di berbagai sektor, termasuk agribisnis. Namun, SMK Pertanian di Indonesia masih menghadapi tantangan besar, yaitu keterbatasan akses terhadap teknologi pembelajaran modern yang sesuai dengan kebutuhan industri saat ini. Sebagian besar media pembelajaran yang digunakan masih mengandalkan metode tradisional yang kurang interaktif dan aplikatif, sehingga tidak dapat memberikan pengalaman belajar yang sesuai dengan tuntutan zaman. Hal ini menghambat upaya untuk menghasilkan lulusan yang siap menghadapi kebutuhan pasar kerja di era Revolusi Industri 4.0 (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020). Penerapan teknologi, seperti sistem irigasi berbasis mikrokontroler IoT ESP32, menawarkan peluang besar untuk meningkatkan pembelajaran di bidang pertanian. Teknologi ini memungkinkan guru untuk memperkenalkan konsep-konsep otomatisasi yang relevan, seperti pemantauan kelembapan tanah, dan pengaturan irigasi secara *real-time*. Pendekatan ini sangat relevan dengan tren global dalam pertanian cerdas (*smart farming*), yang mengintegrasikan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sektor pertanian (FAO, 2019). Di sisi lain, penggunaan teknologi ini juga mendukung pendekatan *Project-Based Learning (PjBL)*, yang menggabungkan teori dengan praktik dalam satu proyek nyata. Hal ini memungkinkan siswa untuk memahami aplikasi teknologi secara langsung dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga memfasilitasi pengembangan keterampilan praktis yang diperlukan di dunia kerja (Hosseini et al., 2021).

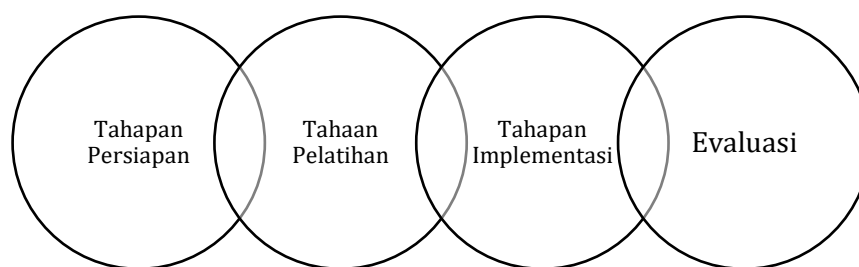
Manfaat dari pelatihan dan sosialisasi teknologi ini tidak hanya dirasakan oleh siswa, tetapi juga oleh guru. Banyak guru di SMK Pertanian yang belum terbiasa menggunakan teknologi berbasis mikrokontroler, termasuk IoT ESP32, dalam konteks pembelajaran. Oleh karena itu, program pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas guru agar mereka dapat mengintegrasikan teknologi ini dalam proses pembelajaran mereka. Dengan keterampilan baru ini, diharapkan guru dapat menciptakan metode pembelajaran yang lebih inovatif dan sesuai dengan kebutuhan industri. Ini pada gilirannya akan meningkatkan kualitas pembelajaran siswa dan membekali mereka dengan keterampilan yang lebih relevan untuk diterapkan di dunia kerja (Kurniawan et al., 2021). Revitalisasi pendidikan vokasi menjadi prioritas nasional, seperti yang diamanatkan dalam Perpres No. 68 Tahun 2022, dengan fokus pada penguatan pembelajaran berbasis teknologi untuk memenuhi kebutuhan pasar kerja global. Melalui pelatihan ini, diharapkan guru dapat mengembangkan metode pembelajaran yang lebih aplikatif, inovatif, dan berbasis teknologi. Ini memungkinkan siswa untuk tidak hanya menguasai keterampilan teknis, tetapi juga siap menghadapi tantangan di sektor agribisnis. Penerapan media pembelajaran berbasis mikrokontroler IoT ESP32 berperan penting dalam menciptakan ekosistem pendidikan yang berkelanjutan, di mana guru dan siswa dapat berkolaborasi untuk menghasilkan solusi kreatif yang memberikan dampak positif baik di tingkat lokal maupun nasional. Hal ini sejalan dengan konsep pendidikan abad 21 yang menekankan kolaborasi, kreativitas, dan pemecahan

masalah (Trilling & Fadel, 2009). Oleh karena itu, inisiatif ini diharapkan dapat mendorong transformasi pendidikan vokasi di Indonesia menuju era digital yang lebih maju.

Namun, penerapan teknologi ini di lingkungan sekolah masih menghadapi berbagai tantangan. Untuk itu, diperlukan kegiatan proaktif berupa sosialisasi kepada guru, khususnya di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia. Kegiatan ini bertujuan memberikan pemahaman dan keterampilan praktis bagi guru dalam menggunakan media pembelajaran berbasis mikrokontroler IoT ESP32. Dengan pelatihan yang memadai, guru diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, inovatif, dan relevan dengan kebutuhan industri, yang pada gilirannya akan meningkatkan kualitas pendidikan kejuruan di Indonesia dan mempersiapkan siswa untuk bersaing di dunia kerja (Bappenas, 2021).

2. METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan program pengabdian masyarakat dilaksanakan di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia, dimana kegiatan tersebut dirancang secara terstruktur melalui tahapan yang terencana untuk memastikan tercapainya hasil yang optimal. Adapun tahapan yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan PKM

1. Tahap Persiapan

- Mengidentifikasi kebutuhan sekolah dengan melakukan diskusi bersama pihak SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia guna memahami permasalahan dan peluang dalam pengembangan pembelajaran berbasis teknologi.
- Menyusun perangkat pelaksanaan kegiatan, termasuk materi presentasi, serta panduan teknis untuk pengembangan sistem irigasi berbasis mikrokontroler IoT ESP32.
- Menyiapkan alat dan bahan pelatihan, seperti mikrokontroler, sensor, serta perangkat pendukung lain yang dibutuhkan dalam kegiatan pelatihan dan simulasi.
-

2. Tahap Pelatihan

Tim pengabdian memberikan pelatihan kepada 9 guru mengenai konsep dasar irigasi sprinkler dan mekanisme kerja sistem kontrol berbasis teknologi. Pelatihan yang disampaikan mencakup pengoperasian penyiraman manual, penggunaan sensor kelembapan tanah, pengaturan penyiraman otomatis berbasis timer, dan mode IoT yang memungkinkan pengendalian sistem irigasi melalui *smartphone* yang terhubung ke internet. Selain itu, pelatihan ini juga mencakup panduan perawatan alat serta implementasi sistem irigasi berbasis teknologi di lingkungan pembelajaran. Sebagai

tambahan, tim pengabdian juga memberikan pelatihan terkait penerapan model pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning* atau PjBL) yang dikombinasikan dengan media sistem irigasi berbasis mikrokontroler IoT ESP32. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan teknologi modern ke dalam kegiatan pembelajaran, sehingga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih in-

teraktif, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan dunia industri pertanian masa kini.

3. Tahap Implementasi

Pada tahap ini, dilakukan simulasi pengoperasian sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler IoT ESP32 oleh para guru secara bergantian. Dalam simulasi ini, guru diajak untuk memahami dan mengoperasikan seluruh mekanisme sistem, mulai dari pengaturan penyiraman otomatis hingga pemanfaatan teknologi IoT untuk pemantauan data secara real-time. Data yang dihasilkan oleh sistem, seperti tingkat kelembapan tanah dan jadwal penyiraman, dapat diakses melalui platform IoT yang terintegrasi dengan *smartphone*.

4. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman dan keterampilan yang telah diperoleh guru selama pelatihan. Proses ini mencakup diskusi interaktif, sesi tanya jawab, dan observasi langsung terhadap kemampuan guru dalam mengimplementasikan materi yang telah disampaikan. Diskusi bertujuan untuk mengidentifikasi sejauh mana guru memahami konsep dan teknis penggunaan sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler IoT ESP32. Sementara itu, observasi dilakukan untuk menilai keterampilan praktis guru dalam mengoperasikan alat. Hasil evaluasi ini menjadi acuan untuk memberikan umpan balik yang konstruktif dan memastikan kesiapan guru dalam menerapkan teknologi tersebut di lingkungan pendidikan.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kondisi di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia

Sebelum melaksanakan kegiatan sosialisasi sebagai bagian dari program pengabdian masyarakat yang diadakan di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia, tim pengabdian melakukan kunjungan awal ke sekolah tersebut untuk melakukan wawancara dengan kepala sekolah dan guru produktif. Kunjungan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi pembelajaran yang ada serta pemanfaatan teknologi di sekolah tersebut. Hasil wawancara mengungkapkan bahwa penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran masih terbatas dan tergolong sederhana. Sebagian besar materi ajar disampaikan menggunakan metode konvensional seperti papan tulis dan buku teks, sementara teknologi modern yang relevan dengan perkembangan industri, seperti mikrokontroler dan alat-alat digital lainnya, belum banyak diterapkan.

Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun guru-guru di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia memiliki potensi yang besar untuk mengembangkan kemampuan mereka, masih terdapat kesenjangan dalam pemanfaatan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Selain itu, guru-guru merasa kurang familiar dan kurang terlatih dalam mengimplementasikan teknologi berbasis mikrokontroler, yang merupakan kebutuhan penting untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan di dunia industri modern. Dengan pemahaman ini, tim pengabdian merancang kegiatan sosialisasi yang dapat membantu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru dalam mengintegrasikan teknologi dalam proses belajar mengajar, sehingga mereka dapat lebih siap untuk mengajarkan materi yang lebih relevan dan kontekstual dengan perkembangan teknologi saat ini.

b. Kegiatan Pelatihan

Kegiatan pelatihan yang dilaksanakan di SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia dimulai dengan penyampaian materi kepada 9 orang guru. Materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih luas mengenai pentingnya penerapan teknologi berbasis mikrokontroler IoT ESP32 dalam proses pembelajaran, khususnya di bidang pertanian, seperti pada sistem irigasi. Tujuan utama dari pelatihan ini adalah untuk memperkenalkan potensi penggunaan sistem irigasi berbasis mikrokontroler IoT ESP32 dalam menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan dunia industri pertanian saat ini. Adapun tahapan-tahapan kegiatan pelatihan yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

a. Pelatihan Sistem Irigasi Berbasis Mikrokontroler ESP 32

Pada tahap awal kegiatan, tim pengabdi menyampaikan materi yang komprehensif tentang pengoperasian sistem irigasi berbasis teknologi modern. Materi yang diberikan meliputi cara penyiraman manual, penggunaan sensor kelembapan tanah untuk memantau kadar air, serta pengaturan penyiraman otomatis berbasis timer yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, peserta pelatihan juga diberikan pemahaman tentang mode *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pengendalian sistem irigasi melalui *smartphone* yang terhubung ke internet.

Pelatihan ini tidak hanya mencakup pengoperasian sistem, tetapi juga mencakup panduan mengenai perawatan perangkat agar sistem tetap efisien dan berkelanjutan dalam penggunaan jangka panjang. Fokus utama pelatihan adalah memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada guru mengenai integrasi teknologi dalam pembelajaran pertanian. Kurniawan et al. (2021) mengungkapkan bahwa pelatihan teknologi dalam bidang pertanian dapat meningkatkan kemampuan guru dalam mengajar, serta membekali mereka dengan keterampilan yang relevan di era digital. Selain itu, temuan Hadi et al. (2020) juga menekankan bahwa pengembangan keterampilan teknologi pada guru dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, yang mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan industri yang semakin digital.

Lebih lanjut, tim pengabdi memperkenalkan penerapan model pembelajaran berbasis proyek atau *Project-Based Learning* (PjBL), yang dikombinasikan dengan penggunaan media sistem irigasi berbasis mikrokontroler IoT ESP32. Pendekatan ini dirancang untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa melalui pembelajaran yang interaktif dan aplikatif, sesuai dengan kebutuhan dunia industri pertanian modern. Pelatihan ini diharapkan dapat membekali guru dengan kompetensi teknis dan pedagogis yang diperlukan untuk mengintegrasikan teknologi berbasis IoT ke dalam kegiatan belajar mengajar, sehingga siswa tidak hanya memahami teori tetapi juga memperoleh pengalaman praktis yang relevan dengan tuntutan era Revolusi Industri 4.0. Penelitian oleh Indriani & Suryani (2022) mendukung hal ini, dengan menyatakan bahwa PjBL memfasilitasi guru untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih praktis dan aplikatif bagi siswa, sehingga mereka dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas dalam menyelesaikan masalah nyata. Integrasi sistem irigasi berbasis IoT ke dalam model PjBL memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar secara langsung melalui proyek yang relevan dengan kebutuhan industri pertanian, yang tentunya akan memperkaya pengalaman pembelajaran mereka.

b. Implementasi Sistem Irigasi Berbasis Mikrokontroler IoT ESP 32

Pada tahap ini, dilakukan simulasi praktis terkait pengoperasian sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler IoT ESP32, yang dilakukan secara bergantian oleh para guru. Simulasi ini memberikan kesempatan kepada para guru untuk secara langsung mempelajari dan mengoperasikan seluruh mekanisme yang ada dalam sistem irigasi tersebut. Mulai dari pengaturan penyiraman otomatis yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, hingga pemanfaatan teknologi IoT untuk memantau data secara

real-time, seperti tingkat kelembapan tanah dan jadwal penyiraman yang terintegrasi dengan sistem. Data yang dihasilkan oleh sensor pada sistem irigasi dapat diakses secara langsung melalui platform berbasis IoT yang terhubung dengan *smartphone*, sehingga memungkinkan pengawasan yang lebih efisien dan akurat. Tujuan utama dari simulasi ini adalah untuk memastikan bahwa para guru tidak hanya memahami teori dasar mengenai sistem irigasi otomatis, tetapi juga dapat menguasai cara mengoperasikan dan memanfaatkan teknologi ini dalam kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, mereka akan memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi berbasis IoT dalam proses pengajaran, yang pada gilirannya dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan relevan bagi siswa. Simulasi ini juga bertujuan untuk membekali guru dengan keterampilan praktis yang diperlukan untuk menerapkan teknologi modern dalam dunia pendidikan, khususnya dalam konteks pembelajaran di bidang pertanian yang semakin berkembang dengan teknologi. berikut dokumentasi media dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2 Media Irigasi Berbasis Mikrokontroler IoT ESP32

c. Evaluasi Kegiatan Pelatihan dan Implementasi Sistem Irigasi Berbasis Mikrokontroler IoT ESP 32

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman dan keterampilan yang telah diperoleh guru selama pelatihan. Proses ini mencakup diskusi interaktif, sesi tanya jawab, dan observasi langsung terhadap kemampuan guru dalam mengimplementasikan materi yang telah disampaikan. Pada tahap evaluasi, hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan pemahaman dan keterampilan guru terkait penggunaan teknologi mikrokontroler. Sebagian besar guru termotivasi dan menyampaikan bahwa mereka siap untuk mengintegrasikan teknologi tersebut dalam proses pembelajaran di masa yang akan datang. Evaluasi juga mengungkapkan bahwa banyak guru yang kini lebih tertarik dan termotivasi untuk memperdalam pengetahuan mereka mengenai teknologi mikrokontroler. Guru-guru menyadari potensi besar teknologi ini dalam meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih interaktif dan aplikatif, serta dalam memberikan pengalaman praktis yang lebih mendalam bagi siswa. Para guru berharap agar penggunaan mikrokontroler dapat mendorong terciptanya model pembelajaran berbasis teknologi yang lebih sesuai dengan tuntutan dunia industri modern, khususnya dalam bidang pertanian berbasis teknologi. Oleh karena itu, mereka

berkomitmen untuk memanfaatkan teknologi mikrokontroler dalam kolaborasi pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam dan keterampilan yang relevan dengan perkembangan terkini dalam bidang pertanian dan teknologi.

d. Serah Terima Media Sistem Irigasi Berbasis Mikrokontroler ESP32 kepada Bapak Kepala Sekolah SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia

Kegiatan akhir dilakukan dengan serah terima media Sistem Irigasi Berbasis Mikrokontroler ESP32, perangkat tersebut diserahkan kepada Kepala Sekolah SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia. Tujuan dari serah terima ini adalah untuk memperkuat pembelajaran berbasis teknologi di sekolah, sehingga siswa dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang sesuai dengan kemajuan industri. Alat ini akan dimanfaatkan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran, terutama untuk mempelajari konsep sistem irigasi otomatis dengan teknologi terbaru. Berikut dokumentasi serah terima dan foto bersama, dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Serah Terima Media Irigasi Berbasis Mikrokontroler ESP32



Gambar 4. Foto Bersama Tim Pengabdi dengan Bapak Kepala sekolah dan Guru SMKS Islam Pesantren Alam Indonesia

4. KESIMPULAN

Penggunaan *Sistem Irigasi Berbasis Mikrokontroler IoT ESP32* dalam pendidikan vokasi, khususnya di SMK Pertanian, menawarkan peluang yang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di bidang pertanian. Teknologi ini memungkinkan pengajaran tentang sistem otomatisasi dan teknologi modern yang sangat relevan dengan perkembangan sektor agribisnis dan pertanian. Dengan memanfaatkan mikrokontroler seperti ESP32, siswa dapat memperoleh pengalaman pembelajaran yang lebih praktis dan berbasis teknologi, yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas mereka dalam konteks pertanian cerdas (*smart farming*). Selain itu, penerapan teknologi ini turut memperkuat pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PjBL), di mana siswa dapat menggabungkan teori dengan praktik secara langsung.

REFERENSI

- Bappenas. (2021). *Pembangunan Pendidikan dan Teknologi untuk Meningkatkan Kemandirian Ekonomi Sektor Agribisnis*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Republik Indonesia.
- FAO. (2019). *Pertanian Cerdas: Solusi Global untuk Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas Pertanian*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hadi, S. A., Pramudito, A., & Fitriani, R. (2020). *Pengembangan keterampilan teknologi untuk guru dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis teknologi informasi*. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 9(2), 137-150.
- Hosseini, S. M., et al. (2021). *Dampak Teknologi terhadap Pembelajaran dan Pengembangan Keterampilan di Pendidikan Kejuruan*. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 28(3), 212-223.
- Indriani, S., & Suryani, N. (2022). *Implementasi model pembelajaran berbasis proyek dalam pendidikan vokasi untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa*. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 21(1), 85-95.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). *Revitalisasi Pendidikan Vokasi untuk Menghadapi Tantangan Revolusi Industri 4.0*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Kurniawan, A., & Setiawan, R. (2021). *Pengaruh pelatihan teknologi informasi dan komunikasi terhadap kemampuan pengajaran guru di sekolah menengah kejuruan (SMK)*. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 27(3), 209-220.
- Kurniawan, D., et al. (2021). *Penggunaan Mikrokontroler dalam Pembelajaran di SMK Pertanian*. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 24(2), 145-157.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *Keterampilan Abad 21: Pembelajaran untuk Hidup di Zaman Modern*. Gramedia Pustaka Utama.