

Pelatihan Sensor ESP32 dan Aplikasi Mobile untuk Monitoring dan Kontrol di SMK

¹⁾Kadek Agus Mahabojana Dwi Prayoga*, ²⁾Riza Edwindra, ³⁾I Gusti Agung Ayu Mas Suariedewi, ⁴⁾Made Dika Nugraha, ⁵⁾I Putu Yudi Prabhadika, ⁶⁾I Gusti Ngurah Agung Pawana P, ⁷⁾I Made Sastra Dwikiarta, ⁸⁾Gede Yohannes Arygunartha, ⁹⁾I Nengah Ludra Antara

¹⁾Teknologi Telekomunikasi, Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

²⁾Akuntansi Perpajakan, Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

³⁾Sistem Informasi Akuntansi, Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

^{4,5,6,7,8)}Teknologi Telekomunikasi, Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

⁹⁾Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, Jimbaran, Indonesia

Email Corresponding: mahabojana@warmadewa.ac.id *

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Internet Of Things ESP32 Aplikasi Mobile Pelatihan Vokasi Monitoring Perangkat	Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dan siswa jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) di SMK Negeri 1 Sukawati dalam penguasaan teknologi Internet of Things (IoT), khususnya melalui pelatihan pemrograman mikrokontroler ESP32 dan integrasinya dengan aplikasi mobile Blynk untuk monitoring dan kontrol perangkat elektronik. Permasalahan mitra meliputi rendahnya keterampilan pemrograman sensor, kurangnya pemahaman integrasi perangkat keras dan aplikasi mobile, serta ketiadaan pelatihan aplikatif berbasis teknologi terbaru. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif dan praktik langsung (learning by doing), terdiri atas lima tahapan: identifikasi kebutuhan mitra, sosialisasi konsep IoT, pelatihan teknis ESP32 dan Blynk, pendampingan proyek mini, serta perumusan keberlanjutan program. Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif melalui pre-test dan post-test, observasi, serta wawancara pascaprogram. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari 39,6 (pre-test) menjadi 78,9 (post-test), serta keberhasilan lebih dari 90% peserta dalam praktik pemrograman ESP32 dan integrasi dengan aplikasi mobile. Peserta juga menunjukkan antusiasme tinggi selama pelatihan. Simpulan dari kegiatan ini adalah bahwa pelatihan berbasis praktik terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta terhadap teknologi IoT, serta membuka peluang kolaborasi berkelanjutan antara pendidikan vokasi dan perguruan tinggi dalam pengembangan teknologi tepat guna menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0.
Keywords: Internet Of Things ESP32 Mobile Application Vocational Training Device Monitoring	ABSTRACT This Community Service Program (PKM) aims to enhance the competencies of teachers and students in the Computer and Network Engineering (TKJ) department at SMK Negeri 1 Sukawati in mastering Internet of Things (IoT) technologies. The focus is on training participants in ESP32 microcontroller programming and its integration with the Blynk mobile application for monitoring and controlling electronic devices. The partner's main issues include limited skills in sensor programming, a lack of understanding of hardware-mobile application integration, and the absence of hands-on training with current technologies. The implementation method employed a participatory and hands-on (learning by doing) approach, consisting of five stages: needs assessment, IoT concept socialization, ESP32 and Blynk technical training, project-based mentoring, and program sustainability planning. Evaluation was conducted both quantitatively and qualitatively through pre-tests and post-tests, observation, and post-program interviews. Results show a significant improvement in participants' average scores from 39.6 (pre-test) to 78.9 (post-test), with over 90% of participants successfully programming the ESP32 and integrating it with the mobile application. Participants also demonstrated high enthusiasm throughout the training. In conclusion, hands-on training effectively improved the participants' understanding and skills in IoT technologies and opened up opportunities for continued collaboration between vocational schools and universities in developing appropriate technologies to address the challenges of the Fourth Industrial Revolution. This is an open access article under the CC-BY-SA license.



I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang otomatisasi dan Internet of Things (IoT) telah membuka peluang besar untuk diterapkan di berbagai sektor, termasuk pendidikan kejuruan (Wijaya et al., 2023; Yusuf & Haris, 2023). Dalam era Revolusi Industri 4.0, penguasaan teknologi seperti sensor, mikrokontroler, serta aplikasi mobile menjadi kompetensi penting yang perlu dimiliki oleh guru dan siswa di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). SMK Negeri 1 Sukawati, sebagai salah satu institusi pendidikan vokasi di Bali, memiliki tanggung jawab untuk membekali siswa dengan keterampilan teknologi yang relevan dengan kebutuhan dunia industri saat ini (Zenhadi M., 2022).

Namun, hasil observasi awal yang dilakukan bersama mitra menunjukkan bahwa keterampilan guru dan siswa masih terbatas dalam hal pemrograman sensor, pengoperasian mikrokontroler ESP32, serta integrasi perangkat tersebut dengan aplikasi mobile seperti Blynk (Ramschie et al., 2021). Pembelajaran berbasis praktik yang seharusnya menjadi kekuatan pendidikan vokasi belum terlaksana secara optimal karena belum tersedianya pelatihan sistematis dan terstruktur yang mengintegrasikan teknologi IoT dengan kebutuhan kurikulum SMK. Hal ini menjadi penghambat dalam peningkatan kompetensi digital, khususnya dalam implementasi teknologi otomasi yang dibutuhkan di sektor industri.

Kesenjangan ini menjadi semakin nyata ketika dibandingkan dengan beberapa pengabdian masyarakat sebelumnya. Misalnya, penelitian oleh Prayoga (2025) mengenai “Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk” menekankan efektivitas teknologi otomasi berbasis IoT di bidang pertanian (Prayoga & Pawana P., 2025). Namun, studi tersebut hanya berfokus pada aspek teknis implementasi sistem dan belum menyentuh aspek pelatihan atau transfer pengetahuan kepada pendidik dan peserta didik dalam konteks pendidikan vokasi. Demikian pula, studi Prayoga (2023) yang berjudul “Digital Queue Prototype at West Denpasar Auxiliary Health Center” berhasil mengoptimalkan layanan publik melalui integrasi mikrokontroler dan aplikasi mobile, tetapi belum menjangkau dunia pendidikan sebagai sasaran pengembangan kapasitas (Prayoga & Nugraha, 2023).

Berdasarkan kajian terhadap studi-studi terdahulu tersebut, maka kontribusi baru dari program ini terletak pada pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung kepada guru dan siswa SMK dalam penguasaan teknologi IoT, khususnya pemrograman ESP32 dan integrasi aplikasi Blynk. Program ini tidak hanya mengadaptasi teknologi yang telah terbukti, tetapi juga menerapkannya dalam konteks pendidikan vokasi untuk menjembatani kesenjangan keterampilan digital. Selain itu, program ini menekankan pentingnya transfer pengetahuan berkelanjutan dengan memperkuat peran guru sebagai fasilitator teknologi di lingkungan sekolah.

Permasalahan utama yang dihadapi mitra dalam kegiatan ini meliputi:

- (1) minimnya keterampilan guru dalam pemrograman sensor berbasis ESP32,
- (2) kurangnya pemahaman terhadap integrasi antara perangkat keras dan aplikasi mobile, serta
- (3) terbatasnya pelatihan sistematis terkait teknologi IoT di lingkungan pendidikan vokasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, hipotesis kegiatan ini adalah bahwa pelatihan berbasis praktik yang disesuaikan dengan kebutuhan mitra akan meningkatkan keterampilan guru dan siswa dalam pemrograman dan implementasi sistem berbasis IoT.

Dengan demikian, tujuan dari kajian dalam artikel ini adalah untuk meningkatkan kompetensi guru dan siswa SMK Negeri 1 Sukawati melalui pelatihan pemrograman sensor menggunakan ESP32 dan aplikasi mobile Blynk, sebagai kontribusi baru yang menyasar penguatan kapasitas pendidikan vokasi dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0.

II. MASALAH

Permasalahan yang dihadapi oleh mitra sasaran, yaitu SMK Negeri 1 Sukawati, berkaitan erat dengan keterbatasan pemahaman dan keterampilan kelompok guru dan siswa dalam pemrograman sensor serta pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT). Guru dan siswa masih memiliki pemahaman yang rendah terhadap konsep dasar pemrograman sensor berbasis ESP32, serta keterampilan praktis yang terbatas dalam mengembangkan dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol elektronik. Minimnya pengetahuan tentang komunikasi data antarperangkat dan kurangnya pengalaman dalam menyusun perangkat lunak berbasis IoT juga menjadi tantangan tersendiri (Purnamawati et al., 2023). Ketiadaan pelatihan yang aplikatif menghambat proses pembelajaran berbasis praktik yang seharusnya menjadi kekuatan di pendidikan vokasi.

Temuan ini diperkuat dari hasil wawancara langsung dengan Ketua Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) SMK Negeri 1 Sukawati, yang menyatakan bahwa hingga saat ini pembelajaran di jurusan masih terbatas pada penggunaan Arduino dan belum pernah menggunakan ESP32 sebagai media praktik. Hal ini menandakan adanya kesenjangan dalam adopsi teknologi terkini di bidang mikrokontroler, mengingat ESP32 merupakan pengembangan yang lebih canggih karena memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, serta sangat relevan untuk aplikasi Internet of Things (IoT) (Yusuf & Haris, 2023). Ketidaktahuan ini mencerminkan kebutuhan akan pelatihan yang dapat memperluas wawasan dan keterampilan guru terhadap teknologi terkini yang dibutuhkan oleh dunia industri.

Selain dari sisi kompetensi sumber daya manusia, sekolah juga menghadapi kendala pada aspek sarana dan akses terhadap teknologi IoT. Fasilitas laboratorium yang belum memadai, terbatasnya perangkat keras seperti sensor dan mikrokontroler, serta kurangnya modul pembelajaran yang relevan menyebabkan proses belajar tidak dapat berjalan secara optimal. Guru dan siswa pun belum memiliki cukup kesempatan untuk melakukan praktik langsung dengan perangkat keras maupun perangkat lunak IoT. Keterbatasan ini diperparah dengan belum tersedianya pelatihan khusus bagi guru untuk mengembangkan metode pengajaran berbasis teknologi secara aplikatif.



Gambar 1. Lokasi kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat SMKN 1 Sukawati

Oleh karena itu, diperlukan program pengabdian masyarakat yang mampu menjawab tantangan ini melalui pelatihan intensif yang aplikatif, sekaligus penyediaan sarana pendukung sesuai dengan kebutuhan sekolah. Kegiatan ini diharapkan tidak hanya menjawab kesenjangan kompetensi teknis, tetapi juga mendukung peningkatan kualitas pembelajaran berbasis praktik di lingkungan pendidikan vokasi.

III. METODE

Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan program pengabdian ini menggunakan pendekatan partisipatif dan praktik langsung (*learning by doing*) yang melibatkan guru dan siswa secara aktif dalam setiap tahapan kegiatan. Tujuannya adalah untuk mendorong pemahaman konsep melalui praktik nyata dan meningkatkan keterampilan teknis peserta secara langsung.

Adapun tahapan kegiatan PKM Pelatihan Pemrograman Sensor dengan ESP32 dan Aplikasi Mobile untuk Monitoring dan Kontrol Perangkat Elektronik di SMK Negeri 1 Sukawati adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Kebutuhan Mitra

Tim pengabdian melakukan wawancara terstruktur dan observasi lapangan bersama mitra (guru dan Ketua Jurusan TKJ SMK Negeri 1 Sukawati) untuk memetakan kebutuhan, potensi, dan hambatan pembelajaran terkait pemrograman sensor dan IoT. Wawancara dilakukan dan dokumentasi visual berupa foto lokasi.

2. Sosialisasi Konsep IoT dan Otomasi

Kegiatan ini bertujuan memberikan pemahaman awal mengenai konsep Internet of Things (IoT), arsitektur ESP32, serta manfaat aplikasi mobile (Blynk) untuk sistem monitoring dan kontrol (Suryanto & Prasetyo, 2022). Materi disampaikan melalui presentasi interaktif, modul pelatihan cetak dan digital, serta demo langsung menggunakan ESP32 yang telah diprogram.

Bahan penunjang:

- a. Modul pelatihan IoT dasar
- b. Presentasi PowerPoint
- c. Board ESP32 dan sensor (DHT11, relay, dsb.)
- d. Aplikasi Blynk (versi terbaru)

3. Pelatihan dan Workshop Pemrograman ESP32 dan Aplikasi Mobile

Tahapan utama berupa pelatihan teknis menggunakan metode praktik langsung. Peserta diberikan tugas membuat sistem monitoring suhu dan pengendalian perangkat (misalnya lampu) menggunakan ESP32 dan Blynk (Tisna et al., 2024).

Instrumen penunjang:

- a. Laptop dan koneksi internet
- b. Perangkat ESP32 Dev Board
- c. Breadboard, sensor suhu (DHT11), modul relay, dan aktuator
- d. Panduan konfigurasi aplikasi Blynk
- e. Lembar kerja praktik (worksheet)
- f. Video tutorial dan dokumentasi langkah demi langkah

4. Pendampingan dan Evaluasi Implementasi Sistem

Setelah pelatihan, peserta dibimbing untuk menyusun mini-proyek IoT secara berkelompok. Tim pengabdian memberikan bimbingan teknis dan troubleshooting secara langsung. Progres peserta dimonitor menggunakan lembar observasi dan diskusi kelompok.

5. Perumusan Keberlanjutan Program

Tim dan mitra merancang rencana tindak lanjut melalui penyusunan roadmap pengembangan IoT di sekolah, termasuk usulan pembentukan klub teknologi dan integrasi ke dalam kurikulum produktif. Rencana ini disusun melalui FGD (*focus group discussion*) dan dituangkan dalam dokumen MoU internal.

Evaluasi Program

Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif untuk menilai efektivitas program serta peningkatan kompetensi peserta. Evaluasi mencakup:

1. Evaluasi Awal

Pre-test diberikan kepada peserta untuk mengukur pemahaman awal terkait ESP32, komunikasi data, serta konsep IoT (Pratama, 2022). Pre-test awal menggunakan Google Form untuk mendata pengalaman sebelumnya.

2. Evaluasi Selama Program (Monitoring dan Observasi)

Monitoring dilakukan melalui pengamatan langsung selama pelatihan. Tim mencatat keterlibatan peserta, kendala yang dihadapi, dan keberhasilan menyelesaikan tugas. Sesi tanya jawab dan refleksi digunakan sebagai umpan balik formatif.

Instrumen:

- a. Lembar observasi
- b. Dokumentasi foto dan video

3. Evaluasi Akhir

Post-test dilakukan setelah pelatihan untuk mengukur peningkatan keterampilan dan pemahaman peserta. Perbandingan hasil pre-test dan post-test menunjukkan capaian peserta.

Kuesioner kepuasan digunakan untuk mengevaluasi metode pelatihan dan kualitas fasilitator.

Instrumen:

- a. Soal post-test
- b. Kuesioner evaluasi program

4. Evaluasi Keberlanjutan (Pemantauan Pasca Program)

Evaluasi ini dilakukan 2–4 minggu setelah program berakhir untuk menilai sejauh mana guru dan siswa mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh. Wawancara lanjutan dan pemantauan aktivitas pascaprogram digunakan untuk mengukur dampak jangka menengah.

Bahan/data penunjang:

- Laporan mini proyek siswa
- Wawancara pascaprogram

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan pada hari Senin, 16 Juni 2025 di SMK Negeri 1 Sukawati dan berlangsung selama satu hari penuh. Peserta pelatihan terdiri dari guru-guru jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) serta siswa kelas X dan XI. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman dan keterampilan praktis mengenai pemrograman sensor menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi mobile Blynk, untuk kebutuhan monitoring dan kontrol perangkat elektronik. Pelatihan disampaikan melalui dua sesi utama oleh narasumber dari Universitas Warmadewa (Prayoga et al., 2023).



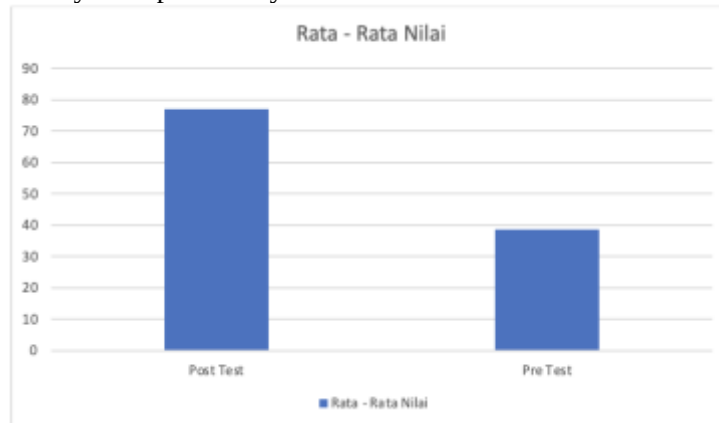
Gambar 2. Pemaparan Materi Mikrokontroler ESP32

Sesi pertama disampaikan oleh Ir. Kadek Agus Mahabojana Dwi Prayoga, S.T., M.T., yang memperkenalkan mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka mobile. Peserta diajak memahami konsep dasar pemrograman ESP32, komunikasi data dengan sensor seperti DHT11 dan PIR, serta integrasi data ke aplikasi Blynk secara real-time. Sesi ini dilanjutkan dengan praktik langsung oleh peserta, mulai dari menghubungkan sensor hingga menyusun program dasar untuk menampilkan data sensor di perangkat mobile. Sesi kedua oleh Ir. I Gusti Ngurah Agung Pawana P., S.T., M.T. melengkapi pelatihan dengan pemahaman mengenai Internet of Things (IoT) dan pengembangan sistem berbasis web. Peserta dikenalkan pada konsep web server sederhana dengan ESP32 serta pemanfaatan database untuk menyimpan dan menampilkan data sensor secara daring.



Gambar 3. Pemaparan Materi Internet of Things (IoT)

Metode pelatihan menggabungkan ceramah, diskusi interaktif, praktik langsung, dan simulasi proyek mini berbasis IoT. Setiap sesi diselingi dengan sesi tanya jawab dan penyelesaian masalah langsung saat praktik berlangsung. Seluruh peserta terlihat aktif dan antusias, terutama pada saat mencoba menyusun dan menjalankan program mereka sendiri. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta, serta melalui observasi untuk menilai keterlibatan peserta selama pelatihan (Wijaya et al., 2023). Rata-rata skor pre-test peserta berada pada kisaran 36–41, sedangkan post-test meningkat signifikan menjadi 73–81, dengan peningkatan rata-rata sekitar 38 poin seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Hasil praktik juga menunjukkan bahwa sebagian besar peserta berhasil menyusun program ESP32 dengan benar dan mengintegrasikannya ke aplikasi Blynk.



Gambar 4. Perbandingan Nilai hasil Pre Test dan Post Test

Peningkatan kemampuan peserta ini juga didukung oleh keberhasilan pelaksanaan praktik di lapangan. Gambar 5 memperlihatkan peserta sedang aktif melakukan pemrograman dan uji coba sensor. Gambar tampilan antarmuka Blynk yang dibuat oleh peserta juga menunjukkan pemahaman mereka dalam menghubungkan data sensor ke sistem monitoring mobile. Selain itu, grafik perbandingan pre-test dan post-test menjadi indikator keberhasilan yang dapat diukur secara kuantitatif (Asri et al., 2022).

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prayoga (2025) yang berfokus pada pengembangan sistem otomatisasi penyiraman dan pemupukan berbasis ESP32 dan Blynk untuk sektor pertanian, maka kegiatan ini memiliki orientasi dan pendekatan yang berbeda (Adyatma et al., 2024). Penelitian tersebut menitikberatkan pada efektivitas teknis alat, bukan pada transfer kompetensi ke peserta didik atau pendidik. Demikian pula dalam penelitian Prayoga (2023) mengenai prototipe antrean digital berbasis mikrokontroler di Puskesmas Pembantu Denpasar Barat, fokus utama terletak pada implementasi dan pengujian sistem dalam konteks pelayanan publik. Keduanya belum menyoroti aspek pelatihan atau pengembangan kapasitas SDM di bidang pendidikan.



Gambar 5. Praktek Langsung Pemrograman Blynk dan IoT

Dengan demikian, kegiatan PKM ini memberikan kontribusi baru yang terletak pada penguatan kompetensi guru dan siswa melalui pelatihan aplikatif berbasis kebutuhan mitra pendidikan vokasi. Keterlibatan aktif peserta, peningkatan skor evaluasi, serta keberhasilan praktik menjadi indikator keberhasilan pendekatan pembelajaran berbasis praktik langsung yang diadopsi dalam program ini.

Meskipun sempat terkendala oleh gangguan koneksi internet sekolah, kegiatan tetap berjalan lancar dengan solusi teknis yang cepat. Pelatihan ini juga mendapat sambutan baik dari pihak sekolah. Kepala SMK Negeri 1 Sukawati menyatakan bahwa kegiatan ini sangat relevan dengan kebutuhan penguatan kompetensi digital di sekolah vokasi dan mengusulkan kerja sama berkelanjutan dengan Universitas Warmadewa melalui penandatanganan nota kesepahaman (MoU)(Nugraha et al., 2022).

Secara keseluruhan, pelatihan ini tidak hanya berhasil meningkatkan kompetensi teknis peserta dalam pemrograman ESP32 dan IoT, tetapi juga membuka ruang kolaborasi pendidikan tinggi dengan pendidikan vokasi dalam rangka mendukung pengembangan teknologi tepat guna dan technopreneurship di tingkat sekolah menengah.



Gambar 6. Sesi Foto Bersama Peserta PkM di SMK Negeri 1 Sukawati

V. KESIMPULAN

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) berupa pelatihan pemrograman sensor dengan ESP32 dan aplikasi mobile Blynk di SMK Negeri 1 Sukawati terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi guru dan siswa jurusan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) terhadap teknologi Internet of Things (IoT). Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan rata-rata skor pre-test dari 39,6 menjadi 78,9 pada post-test, disertai keberhasilan lebih dari 90% peserta dalam praktik integrasi sensor dan aplikasi monitoring berbasis mobile. Selain itu, peningkatan kemampuan peserta dalam menyusun kode, memahami komunikasi data, dan menyelesaikan permasalahan teknis menunjukkan keberhasilan pendekatan pembelajaran berbasis praktik langsung. Kegiatan ini tidak hanya memberikan solusi terhadap keterbatasan pemahaman peserta terhadap teknologi IoT, tetapi juga menunjukkan potensi untuk mendukung penguatan keterampilan praktis berbasis teknologi di lingkungan sekolah vokasi. Selain itu, adanya dukungan aktif dari pihak sekolah dan keterlibatan peserta secara antusias mengindikasikan peluang untuk membangun kerja sama lebih lanjut antara SMK dan perguruan tinggi dalam pengembangan program serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adyatma, I. W. C., Prayoga, K. A. M. D., & Sumba, I. M. D. (2024). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Akuntansi dan Digitalisasi di Banjar Gagah Desa Tegallalang. *Jurnal Kabar Masyarakat*, 2(4), 74–84.
- Asri, I. A. T. Y., Suariedewi, I. G. A. A. M., & Prayoga, K. A. M. D. (2022). Pemberdayaan Kelompok Darwis yang Terdampak Covid-19 Melalui Digital Marketing di Desa Siangan. *JAM (Jurnal Abdi Masyarakat)*, 2(2), 62–77.
- Nugraha, M. D., Prayoga, K. A. M. D., & Prabawa, I. N. A. (2022). Antrian Digital Berbasis Wireless di Pukesmas Pembantu (PUSTU) Dauh Puri Denpasar Barat. *Postgraduate Community Service Journal*, 3(2), 58–63.
- Pratama, R. (2022). Implementasi IoT untuk monitoring suhu ruangan dengan ESP32. *Jurnal Repo Teknologi*, 2(12), 66–78.
- Prayoga, K. A. M. D., & Nugraha, M. D. (2023). Digital Queue Prototype at West Denpasar Auxiliary Health Center. *INAJEEE (Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering)*, 6(2), 10–13.
- Prayoga, K. A. M. D., Nugraha, M. D., Prabhadika, I. P. Y., Paramita, A. A. G. K., & Arygunartha, G. Y. (2023). Pemanfaatan Teknologi ‘Website DJP Online’ Bagi Karang Taruna di Desa Siangan. *Postgraduate Community Service Journal*, 4(2), 79–82.
- Prayoga, K. A. M. D., & Pawana P., I. G. N. A. (2025). Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*, 8(1), 1–10.

-
- Purnamawati, Santoso, D., & Kurniawan, R. (2023). Pengembangan aplikasi mobile untuk monitoring detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh berbasis ESP32. *Jurnal Teknologi Informasi*, 10(2), 55–67.
- Ramschie, A., Makal, J., Katuuk, R., & Ponggawa, V. (2021). Pemanfaatan ESP32 pada sistem keamanan rumah tinggal berbasis IoT. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 175–182.
- Suryanto, H., & Prasetyo, B. (2022). Deteksi struktur jembatan dengan pendekatan monitoring sistem sensor berbasis ESP32. *Jurnal Rekayasa Teknik*, 8(1), 23–34.
- Tisna, D. R., Maharani, T., & Nugroho, K. T. (2024). Pemanfaatan chatbot Telegram untuk monitoring dan kontrol kualitas air menggunakan ESP32. *Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika*, 9(3), 1292–1306.
- Wijaya, R., Saputra, A., & Rachman, F. (2023). Pengembangan skill sistem monitoring dan pengontrolan berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32. *Jurnal Elektronika Dan Informatika*, 12(3), 45–58.
- Yusuf, M., & Haris, T. (2023). Perbandingan kinerja Arduino Uno dan ESP32 terhadap pengukuran arus dan tegangan. *Jurnal Teknik Elektro*, 15(1), 112–124.
- Zenhadi M. (2022). *Modul 1: Pengenalan ESP32 board* (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Ed.). Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. <https://zenhadi.lecturer.pens.ac.id>