

## SIMULASI PROYEK IOT DENGAN WOKWI SEBAGAI STRATEGI PENGUATAN PEMAHAMAN IOT PADA SISWA TKJ

Arfan Haqiqi Sulasmoro<sup>1\*</sup>, Miftakhul Huda<sup>2</sup>, Yerry Febrian Sabanise<sup>3</sup>,  
Mohammad Humam<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>DIII Teknik Komputer, Politeknik Harapan Bersama, Indonesia  
[arfan.hqq@poltektegal.ac.id](mailto:arfan.hqq@poltektegal.ac.id)

---

### ABSTRAK

**Abstrak:** Permasalahan utama mitra adalah keterbatasan perangkat keras IoT dan minimnya pengalaman praktik siswa. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan pemahaman siswa SMK jurusan Teknik Komputer Jaringan terkait implementasi *Internet of Things* (IoT) melalui simulasi menggunakan platform Wokwi. Pelatihan dilakukan selama dua hari melalui metode workshop, praktik langsung, dan pendampingan mini-proyek. Peserta terdiri dari 53 siswa SMK Bhakti Praja Talang. Evaluasi dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test*. Hasil menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dari 68,87 menjadi 86,59 dengan nilai N-gain sebesar 0,57 (kategori sedang). Sebanyak 90% siswa berhasil menyusun simulasi proyek berbasis mikrokontroler ESP32, seperti sistem lampu otomatis dan monitoring suhu. Kegiatan ini terbukti mampu meningkatkan keterampilan praktis dan rasa percaya diri siswa dalam pengembangan proyek IoT serta memberikan alternatif pembelajaran berbasis simulasi yang dapat direplikasi pada sekolah lain.

**Kata Kunci:** IoT; Wokwi; IoT; Mikrokontroler; Keterampilan Praktik.

**Abstract:** The main problems include limited IoT hardware and a lack of practical experience. This community service program aims to enhance students' understanding of the Internet of Things (IoT) implementation through Wokwi simulation. A two-day workshop was conducted involving 53 students from SMK Bhakti Praja Talang, featuring hands-on sessions and project mentoring. Pre-test and post-test evaluations show an average score improvement from 68.87 to 86.59 with an N-gain of 0.57 (moderate category). Over 90% of participants successfully developed simulated IoT projects using ESP32 microcontrollers, such as automatic lighting systems and temperature monitoring. This program effectively improved students' practical skills and confidence in IoT project development. The activity offers a replicable simulation-based learning model suitable for vocational schools with limited physical resources.

**Keywords:** IoT; Wokwi; IoT; Microcontroller; Practical Skills.



---

#### Article History:

Received: 12-07-2025  
Revised : 29-07-2025  
Accepted: 04-08-2025  
Online : 07-08-2025



This is an open access article under the  
[CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

## A. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah menjadi bagian integral dari transformasi digital global (Wahyudi et al., 2025; Alvendri et al., 2023). Teknologi ini memungkinkan perangkat saling terhubung dan bertukar data melalui internet secara otomatis dan *real-time*, sehingga mendukung efisiensi dan otomatisasi di berbagai sektor seperti industri, pertanian, pendidikan, hingga kesehatan (Parung et al., 2021; Weber & Weber, 2016). Dalam konteks pendidikan vokasional, pemahaman dan penguasaan teknologi IoT menjadi keterampilan krusial yang harus dimiliki siswa (Faradina et al., 2025; Fatihaturrizqi et al., 2025), khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) jurusan Teknik Komputer Jaringan, agar dapat bersaing di era industri 4.0 (Widasari et al., 2023; Murdyantoro et al., 2022).

Keterampilan dalam bidang IoT menjadi semakin penting di era digital saat ini, khususnya bagi siswa jurusan Teknik Komputer Jaringan yang akan menghadapi dunia industri berbasis otomasi dan jaringan cerdas. Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa banyak SMK (Azzahra, 2024; Wardani et al., 2025), termasuk SMK Bhakti Praja Talang, masih mengalami kendala dalam penyediaan perangkat keras IoT yang memadai. Peralatan seperti mikrokontroler, sensor, dan modul jaringan umumnya memerlukan biaya yang cukup tinggi dan rentan rusak jika tidak ditangani dengan tepat, sehingga praktik langsung menjadi sangat terbatas (Putri et al., 2024).

Selain itu, kurikulum pembelajaran IoT di tingkat SMK umumnya masih bersifat teoritis dan belum sepenuhnya menekankan aspek implementasi praktis (Repi et al., 2021; Wicaksono et al., 2025). Hal ini menyebabkan siswa kurang memiliki pengalaman konkret dalam merancang dan menguji proyek IoT. Akibatnya, kepercayaan diri siswa dalam menghadapi tantangan proyek tugas akhir atau dunia kerja menjadi rendah, karena tidak terbiasa menghadapi permasalahan nyata dalam integrasi perangkat keras dan layanan jaringan (Hasmah et al., 2025; Suyana et al., 2024). Situasi ini memerlukan solusi pembelajaran alternatif yang dapat mengatasi keterbatasan fasilitas dan tetap memberikan pengalaman praktik yang relevan.

Mitra kegiatan pengabdian ini, yakni SMK Bhakti Praja Talang, menghadapi sejumlah kendala dalam implementasi pembelajaran IoT. Beberapa di antaranya meliputi keterbatasan perangkat keras praktik, mahalnya biaya pengadaan alat, serta keterbatasan pengalaman siswa dalam merancang proyek berbasis mikrokontroler. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran alternatif yang lebih inklusif, efisien, dan murah.

Berbagai hasil penelitian dan kegiatan pengabdian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan platform simulasi berbasis web seperti Wokwi sangat efektif untuk pembelajaran IoT. Studi oleh Maulia et al. (2024);

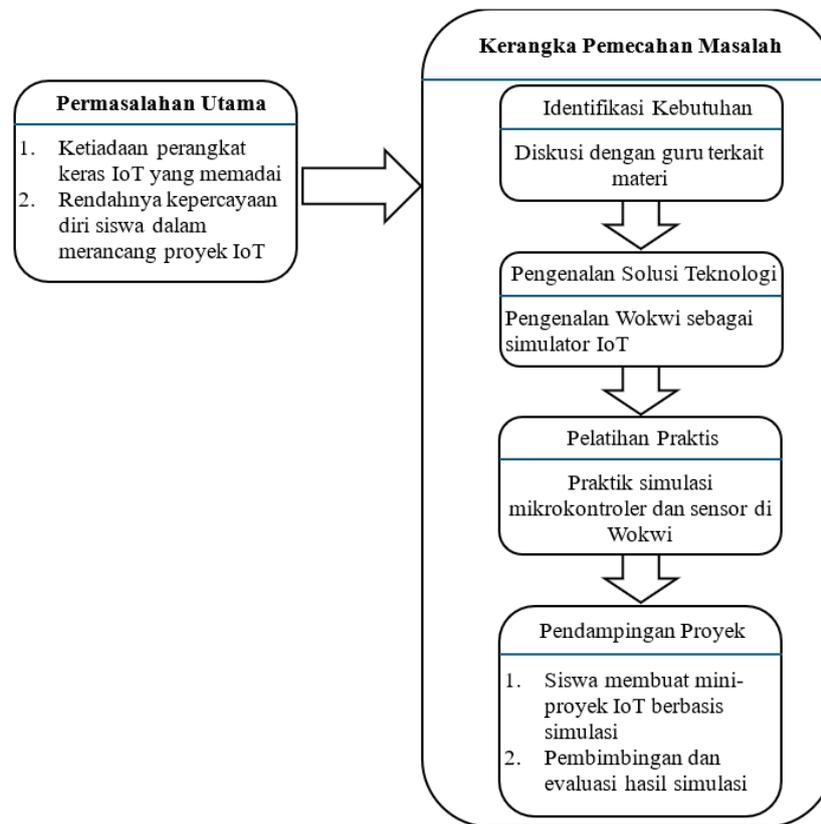
Chakraborty & Aithal (2023) membuktikan bahwa Wokwi memungkinkan siswa untuk merancang, memprogram, dan menguji proyek IoT secara virtual tanpa memerlukan perangkat fisik (Maulidia et al., 2023; Chakraborty & Aithal, 2023). Selain itu, Huda et al. (2024) menyatakan bahwa pendekatan berbasis simulasi mampu meningkatkan pemahaman konsep mikrokontroler sekaligus melatih logika pemrograman dan integrasi jaringan (Sulasmoro & Huda, 2024; Hamdani et al., 2025; Christina et al., 2025). Candra et al. (2025) bahkan merekomendasikan penggunaan Wokwi sebagai bagian dari kurikulum praktik di SMK untuk mengatasi keterbatasan alat (Candra et al., 2025; Basit et al., 2025). Kebijakan nasional seperti program revitalisasi SMK dan penguatan digitalisasi pembelajaran dari Kemendikbud Ristek juga mendukung kegiatan ini (Firdaus, 2020).

Solusi yang ditawarkan dalam kegiatan ini berupa pelatihan intensif berbasis proyek menggunakan simulator Wokwi. Kegiatan dilakukan melalui pendekatan workshop dan praktik langsung, mencakup pengenalan konsep dasar IoT, pemrograman ESP32, hingga pembuatan mini-proyek berbasis simulasi. Evaluasi dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur efektivitas pembelajaran. Dengan pelatihan ini, diharapkan siswa memperoleh peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan teknis pengembangan proyek IoT. Selain itu, kegiatan ini ditujukan untuk memperkuat kesiapan siswa menghadapi dunia kerja berbasis teknologi serta memberikan model pembelajaran yang dapat direplikasi oleh institusi pendidikan lainnya.

## **B. METODE PELAKSANAAN**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk workshop pelatihan simulasi IoT yang melibatkan dosen dan mahasiswa Program Studi DIII Teknik Komputer Politeknik Harapan Bersama. Tim dosen melakukan serangkaian aktivitas mulai dari penyuluhan, pelatihan langsung, workshop simulatif, hingga pendampingan mini-proyek. Sementara itu, mahasiswa terlibat aktif sebagai asisten pelatih. Kolaborasi ini memperkuat proses transfer ilmu sekaligus pengalaman langsung dalam mengelola program pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi digital.

Adapun mitra dalam kegiatan ini adalah SMK Bhakti Praja Talang yang berlokasi di Desa Pegirikan, Kecamatan Talang, Kabupaten Tegal. Mitra merupakan sekolah vokasi yang memiliki jurusan Teknik Komputer Jaringan. Kegiatan pelatihan diikuti oleh 53 siswa kelas XI yang telah mendapatkan dasar teori jaringan komputer dan elektronika dasar. Dengan latar belakang tersebut, peserta dinilai cukup siap untuk menerima materi lanjut tentang simulasi mikrokontroler dan Internet of Things (IoT).



**Gambar 1.** Bagan Kerangka Pemecahan Masalah

Gambar 1 menggambarkan kerangka pemecahan masalah dalam kegiatan PKM berbasis pelatihan Internet of Things (IoT) menggunakan simulasi Wokwi. Bagan ini terbagi menjadi dua bagian besar: Permasalahan Utama dan Langkah Pemecahan Masalah, yang dijabarkan dalam empat tahapan: Identifikasi Kebutuhan, Pengenalan Solusi Teknologi, Pelatihan Praktis, dan Pendampingan Proyek.

### 1. Tahapan Pra-Kegiatan – Identifikasi Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan komunikasi antara tim pelaksana PKM dan guru jurusan Teknik Komputer Jaringan untuk mengetahui kondisi pembelajaran IoT di sekolah. Diskusi mencakup kurikulum, kompetensi siswa, serta kendala praktik akibat keterbatasan perangkat keras. Hasil identifikasi ini menjadi dasar perencanaan pelatihan yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan siswa.

### 2. Tahapan Perencanaan dan Persiapan

Tim merancang materi pelatihan, menyiapkan kebutuhan teknis terkait penggunaan Wokwi, serta berkoordinasi dengan sekolah untuk penjadwalan dan pembagian kelompok siswa.

### 3. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan – Pelatihan Praktis

Pelatihan dilaksanakan dalam bentuk workshop interaktif, terdiri dari:

- a. Sesi pengenalan Wokwi sebagai solusi teknologi simulasi IoT.
- b. Praktik langsung simulasi rangkaian elektronik dan mikrokontroler di Wokwi.
- c. Bimbingan teknis bagi siswa dalam merancang mini-proyek IoT, seperti sensor suhu dan pengendali perangkat otomatis.
- d. Fasilitasi diskusi dan troubleshooting saat siswa menjalankan simulasi.

### 4. Tahapan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan dalam dua tahap. Pertama, evaluasi saat kegiatan berlangsung mencakup observasi keterlibatan peserta dan respons saat praktik simulasi. Kedua, evaluasi pasca kegiatan dilakukan melalui post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman dimana sebelumnya diawali dengan pre test. Selain itu, peserta juga diminta mengisi angket kepuasan dan refleksi pembelajaran, serta diwawancarai secara acak untuk mengukur dampak terhadap rasa percaya diri dan minat mereka dalam mengembangkan proyek IoT secara mandiri. Dengan pendekatan tersebut, kegiatan ini tidak hanya memberikan transfer pengetahuan dan keterampilan praktis, tetapi juga menghasilkan data evaluatif yang dapat dijadikan dasar pengembangan model pelatihan serupa di sekolah vokasi lainnya.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pra Pelaksanaan

Pada tahap ini dilakukan komunikasi awal antara tim pelaksana PKM dengan pihak sekolah, khususnya guru pengampu jurusan Teknik Komputer Jaringan. Kegiatan meliputi:

- a. Diskusi tentang kondisi pembelajaran IoT di sekolah, termasuk kurikulum, metode ajar, dan ketersediaan alat praktik.
- b. Identifikasi kompetensi siswa, seperti pemahaman dasar jaringan komputer, pemrograman mikrokontroler, dan kebutuhan keterampilan IoT.
- c. Penilaian tantangan yang dihadapi sekolah, yaitu ketiadaan perangkat keras IoT dan kurangnya pengalaman siswa dalam praktik langsung.

Hasil diskusi ini menjadi dasar untuk menyusun strategi pelatihan yang relevan dengan kebutuhan sekolah dan kemampuan siswa.

## 2. Perencanaan dan Persiapan

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, tim menyusun rencana pelatihan yang meliputi:

- a. Penyusunan materi pelatihan, termasuk pengenalan Wokwi, simulasi mikrokontroler (Arduino/ESP32), dan pengembangan proyek IoT sederhana.
- b. Persiapan teknis, seperti pembuatan akun Wokwi untuk siswa, panduan penggunaan platform, dan pengujian simulasi.
- c. Koordinasi jadwal pelatihan dengan sekolah dan guru, serta pembagian siswa ke dalam kelompok proyek.

## 3. Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan Simulasi Proyek IoT

Kegiatan pelatihan dilaksanakan selama dua hari di SMK Bhakti Praja Talang, Kabupaten Tegal, dan diikuti oleh 53 siswa jurusan Teknik Komputer Jaringan. Pelatihan meliputi sesi teori pengantar IoT, pengenalan Wokwi sebagai simulator, praktik pemrograman mikrokontroler (ESP32), serta pembuatan mini-proyek berbasis simulasi. Sesi pelatihan dirancang secara bertahap dan interaktif agar peserta dapat memahami alur logika pemrograman dan konfigurasi perangkat.

Selama pelatihan, siswa diberikan modul dan akses ke platform <https://wokwi.com> serta bimbingan langsung dalam menyusun dan menjalankan simulasi proyek seperti pengendali lampu otomatis dan monitoring suhu berbasis sensor. Suasana pembelajaran terlihat aktif, peserta antusias mengikuti instruksi, dan banyak di antara mereka dapat menyelesaikan proyek secara mandiri. Sebagian siswa mulai mengeksplorasi fitur Wokwi secara mandiri, bahkan mencoba menambahkan variasi perangkat seperti buzzer dan relay. Hal ini menunjukkan peningkatan kemampuan eksploratif dan inisiatif dalam menyusun sistem berbasis IoT virtual.

## 4. Monitoring dan Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan pre-test dan post-test yang mengukur pemahaman siswa sebelum dan sesudah pelatihan. Berdasarkan hasil analisis, terjadi peningkatan rata-rata skor dari 68,87 (*pre-test*) menjadi 86,59 (*post-test*). Perhitungan N-gain sebesar 0,57 menunjukkan peningkatan dalam kategori sedang, namun merata di seluruh peserta, seperti terlihat pada Tabel 1.

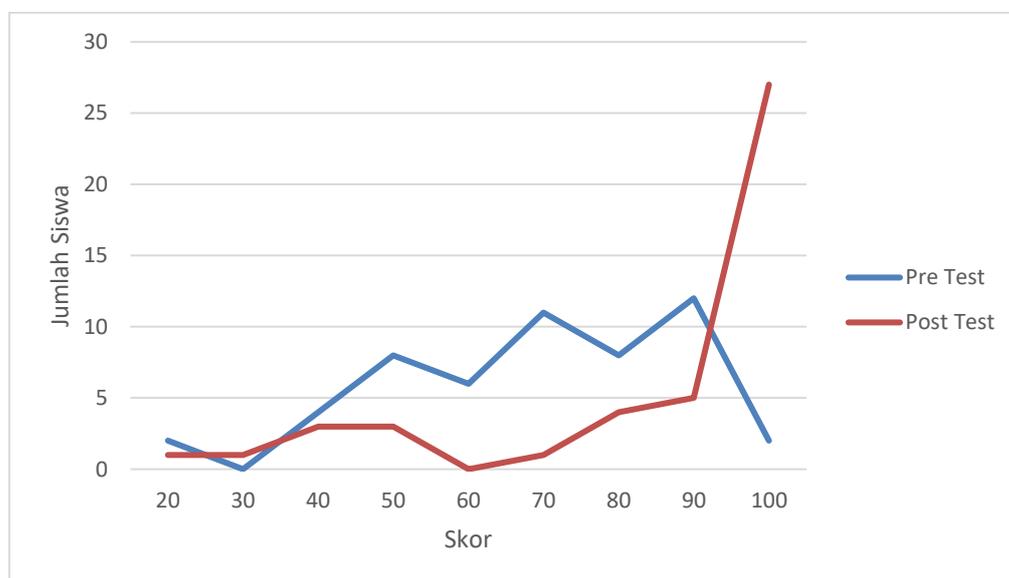
**Tabel 1.** Ringkasan Hasil Evaluasi Pre-Test dan Post-Test

Jenis Tes	Rata-rata Skor	Kategori
Pre-test	68,87	Sedang
Post-test	86,59	Tinggi
N-Gain	0,57	Peningkatan Sedang

Adapun analisis perbandingan antara grafik Pre Test dan Post Test berdasarkan rekapitulasi jumlah siswa terhadap skor nilai dalam kegiatan Implementasi Wokwi IoT, seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Pre Test vs Post Test Implementasi Wokwi IoT

Skor Nilai	Jumlah Siswa (Pre Test)	Jumlah Siswa (Post Test)
20	2	1
30	0	1
40	4	3
50	8	3
60	6	0
70	11	1
80	8	4
90	12	5
100	2	27



**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Rekapitulasi Pre Test dan Post Test

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa:

- a. Peningkatan Signifikan pada Skor Maksimum (100)
  - 1) Pre Test: Hanya 2 siswa yang mendapat nilai 100.
  - 2) Post Test: Meningkat drastis menjadi 27 siswa.
  - 3) Ini menunjukkan efektivitas luar biasa dari pendekatan pembelajaran Wokwi IoT.
  
- b. Penurunan Jumlah Siswa pada Rentang Nilai Menengah dan Rendah
  - 1) Nilai 70 turun dari 11 siswa menjadi 1 siswa.
  - 2) Nilai 50 dari 8 siswa menjadi 2 siswa.
  - 3) Nilai 20 tetap rendah (2 ke 1 siswa).

- 4) Ini menandakan pergeseran besar dari nilai menengah ke nilai tinggi, bukan hanya kenaikan rata-rata, tetapi juga peningkatan pemahaman secara kolektif.

c. Distribusi Nilai Menjadi Lebih Terkonsentrasi di Skor Tinggi

- 1) Pada Pre Test, nilai siswa terdistribusi luas dari 20 hingga 100.
- 2) Pada Post Test, terjadi konsentrasi tajam di skor 100, mengindikasikan peningkatan kemampuan secara menyeluruh setelah mengikuti pembelajaran berbasis Wokwi IoT.

Sehingga dapat dikatakan bahwa Implementasi Wokwi IoT sangat berhasil meningkatkan hasil belajar siswa, Sebagian besar siswa berhasil berpindah dari rentang nilai sedang/rendah ke nilai sempurna. Pendekatan ini layak untuk diteruskan atau direplikasi pada pembelajaran teknologi lainnya karena terbukti meningkatkan pemahaman siswa secara signifikan. Monitoring selama kegiatan dilakukan melalui observasi langsung, pencatatan tingkat keterlibatan, serta review proyek akhir siswa. Wawancara informal juga dilakukan dengan beberapa siswa untuk mengetahui kesan dan tantangan mereka. Mayoritas siswa menyatakan bahwa platform Wokwi sangat membantu memahami alur kerja perangkat IoT karena dapat mencoba langsung tanpa risiko merusak alat.

Pada salah satu sesi pelatihan, peserta yang terdiri dari siswa kelas XI jurusan Teknik Komputer dan Jaringan SMK Bhakti Praja Talang tampak aktif mengikuti praktik simulasi proyek IoT menggunakan platform Wokwi. Kegiatan ini dilaksanakan di laboratorium komputer sekolah dengan pendampingan langsung dari tim dosen dan mahasiswa Politeknik Harapan Bersama. Siswa dibimbing dalam mengoperasikan Wokwi untuk merancang dan mensimulasikan proyek mikrokontroler berbasis ESP32, seperti sistem lampu otomatis berbasis sensor, seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Praktik simulasi proyek IoT menggunakan platform Wokwi di laboratorium komputer SMK Bhakti Praja Talang

Gambar 3 suasana pelatihan menunjukkan keterlibatan penuh peserta di depan perangkat komputer masing-masing. Salah satu pemateri turut membantu mempersiapkan perangkat pendukung dan memandu instalasi

awal, sementara dosen pengabdian mendampingi siswa yang mengalami kesulitan dalam tahap awal simulasi. Interaksi yang intens antara fasilitator dan peserta menjadi faktor penting dalam keberhasilan transfer pengetahuan. Kegiatan ini tidak hanya memberikan pemahaman teknis, tetapi juga melatih keterampilan kolaboratif dan problem solving siswa melalui diskusi kelompok saat menyusun logika pemrograman. Seluruh rangkaian pelatihan bertema "*Peningkatan Pemahaman Implementasi IoT pada Siswa Jurusan Teknik Komputer Jaringan melalui Pengenalan Wokwi dalam Simulasi Proyek IoT.*" berlangsung selama dua hari ini mendapat sambutan hangat dari pihak sekolah dan antusiasme tinggi dari para peserta.

## 5. Tantangan dan Solusi

Beberapa kendala yang dihadapi selama pelaksanaan kegiatan antara lain:

- a. Koneksi internet tidak stabil di beberapa komputer menyebabkan keterlambatan dalam memuat proyek Wokwi dan saat mengikuti post test.
- b. Sebagian peserta kesulitan adaptasi awal terhadap tampilan Wokwi dan logika pemrograman.

Solusi yang dilakukan antara lain dengan menyediakan dokumentasi tutorial offline dan menambah pendampingan mahasiswa pada tiap kelompok kecil siswa. Dalam waktu singkat, hambatan ini dapat diatasi sehingga tidak mengganggu jalannya pelatihan secara keseluruhan. Kegiatan ini membuktikan bahwa pendekatan pelatihan berbasis simulasi seperti Wokwi sangat relevan dan layak direplikasi di sekolah lain, terutama yang mengalami keterbatasan sarana praktikum IoT.

## D. SIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan IoT berbasis simulasi menggunakan Wokwi berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa SMK secara signifikan. Rata-rata skor meningkat dari 68,87 menjadi 86,59 dengan N-gain 0,57 (kategori sedang). Sebanyak 90% peserta mampu menyusun proyek IoT sederhana secara mandiri, disertai peningkatan kepercayaan diri dan antusiasme. Disarankan agar Wokwi diintegrasikan dalam kurikulum praktik, didukung pelatihan lanjutan bagi guru, serta pengembangan kegiatan serupa di bidang otomasi dan pemantauan berbasis IoT. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menilai dampak jangka panjang terhadap kompetensi siswa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada P3M Politeknik Harapan Bersama Lembaga Tegal pemberi dana kegiatan PKM, Prodi DIII Teknik Komputer Politeknik Harapan Bersama Tegal, SMK Bhakti Praja Talang Kabupaten Tegal.

## DAFTAR RUJUKAN

- Alvendri, D., Giatman, M., & Ernawati, E. (2023). Transformasi Pendidikan Kejuruan: Mengintegrasikan Teknologi IoT ke dalam Kurikulum Masa Depan. *Journal of Education Research*, 4(2), 752–758. <https://doi.org/10.37985/jer.v4i2.244>
- Azzahra, A. (2024). Transformasi Digital dalam Pengelolaan Data Siswa: Studi Kasus SMK Kabupaten Kampar. *Al-Marsus : Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 2(2), 142–153. <https://doi.org/10.30983/al-marsus.v2i2.9098>
- Basit, A., Afriliana, I., Bakti, V. K., & Rais, R. (2025). Pengenalan Prototype Robot Human Following Sebagai Alat Bantu Praktikum Pada Smk Taman Jurusan Teknik Industri. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 9(2), 2214–2223. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm/article/view/29834>
- Candra, R. A., Ilham, D. N., Sipahutar, E., Budiansyah, A., & Fardiansyah, F. (2025). Penerapan Simulator Online Wokwi untuk Pembelajaran Mikrokontroler bagi Guru Smk Kabupaten Aceh Selatan. *DCS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 34–39. <https://doi.org/10.62671/qr4fbw39>
- Chakraborty, S., & Aithal, P. S. (2023). Alexa Enabled IoT Device Simulation Using C# And AWS Lambda. *International Journal of Case Studies in Business, IT, and Education*, 7(3), 359–368. <https://doi.org/10.47992/ijcsbe.2581.6942.0305>
- Christina, E. T., Harahap, R. K., Kristyawati, D., Situmeang, A., & Jamilah. (2025). Pelatihan Pemanfaatan Simulator Elektronika Online Untuk Perangkat Keras IoT Bagi Siswa SMK Yadika 13 Tambun. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(11), 5401–5407.
- Faradina, N., Nurrahmawati, P., Myori, D. E., & Maulana, R. (2025). Pelatihan Sistem IoT berbasis Mikrokontroler sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi Guru SMKN 1 Koto XI Tarusan. *Jurnal Abdimas Kartika Wijayakusuma*, 6, 612–620.
- Fatihaturrizqi, M., Salsabila, Z. G., & Galuh, Y. (2025). Analisis Kesenjangan Keterampilan Tenaga Kerja Vokasi di Era Revolusi. *Jurnal Manajemen SDM*, X(X), 11–19.
- Firdaus, A. (2020). Revitalisasi SMK Menuju Tuntutan Keterampilan Abad 21. *MENDIDIK: Jurnal Kajian Pendidikan Dan Pengajaran*, 6(2), 132–139. <https://doi.org/10.30653/003.202062.126>
- Hamdani, Wati, M., Arifin, Z., Firdaus, M. B., Saragih, M. N., Setiawan, M. A., & Nupa, J. D. (2025). Simulasi Mikrokontroler Arduino Berbasis Website Wokwi. *Joy Disanto Nupa*, 8(2), 2620–4673.
- Hasmah, H., Syahrul, S., & Nur, H. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Kepercayaan Diri Dan Kesiapan Wirausaha Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(2), 123–135. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/19316>
- Maulidia, L., Nafaridah, T., Ahmad, Ratumbuysang. Monry FN, & Sari, E. M. (2023). Analisis Keterampilan Abad Ke 21 melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di SMA Negeri 2 Bajarsari. *Seminar Nasional (PROSPEK II), Prospek Ii*, 127–133.
- Murdyantoro, E., Supriyanti, R., Nugraha, A. W., & Rosyadi, I. (2022). Mempersiapkan Lulusan SMK sebagai Inovator Produk Perangkat Cerdas Tepat Guna. *JPPM (Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat)*, 6(2), 349. <https://doi.org/10.30595/jppm.v6i2.9142>

- Parung, J., Larissa, S., Santoso, A., & Prayogo, D. N. (2021). *Penggunaan Teknologi Blockchain, Internet of Things, dan Artificial Intelligence untuk Mendukung Kota Cerdas: Studi Kasus Supply Chain Industri Perikanan*. Universitas Surabaya. ISBN 978-623-6373-866.
- Putri, A., Santoso, B., & Darsana, W. (2024). Pemanfaatan Teknologi Cloud Computing untuk Pembelajaran di SMK Swasta Harapan Bangsa. *JIPITI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 11–16. <https://jipiti.technolabs.co.id/index.php/pkm/index11>
- Repi, Y. M., Wonggo, D., & Liando, O. E. S. (2021). EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi Volume 1 Nomor 5, Oktober 2021. *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2(5), 773.
- Sulasmoro, A. H., & Huda, M. (2024). Implementasi Sim800L Pada Akuisisi Data Kwh Meter Sistem Impulse Dengan Sensor Cahaya Berbasis Iot Untuk Monitoring Biaya Pemakaian Listrik. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 13(1), 8–10. <https://doi.org/10.30591/polektro.v13i1.6180>
- Suyana, N., Istianah, S., Nahayati, N., & ... (2024). Model Pembelajaran Berbasis Proyek Madrasah Aliyah Kejuruan Informatika dalam Memasuki Pasar Kerja. *Islamic ...*, 7(1), 399–414. <https://doi.org/10.30868/im.v7i01.5957>
- Wahyudi, B., Muhammad Danu, Fahrurrozi Mawasandi, Zakaria Nur Aziz, & M. Fahrul Ghifari Rosyadi. (2025). Transformasi Manajemen Rantai Pasokan Berbasis Internet of Things (IoT): Tinjauan Literatur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 4(1), 32–44. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i1.535>
- Wardani, K. R. N., Fitriani, E., Mukti, A. R., Makmuri, M. K., & Ariyadi, T. (2025). Edukasi Internet of Things (IoT) sebagai upaya pengenalan teknologi digital pada siswa SMK. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 3(3), 1143–1153. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v3i3.2366>
- Weber, R. H., & Weber, R. (2016). Internet of Things Archives | Internet of Things. *Cisco*, 2019(July 2016), 1–45. <https://www.gsma.com/iot/search/internet-of-things/>
- Wicaksono, M. A., Salsabila, K. N., Salsabila, Z., & Maya, M. (2025). Curriculum implementation in accounting major at SMK Pajajaran Bandung. *Hipkin Journal of Educational Research*, 2(1), 1–22. <https://doi.org/10.64014/hipkin-er.v2i1.35a>
- Widasari, E. R., Fitriyah, H., Utamingrum, F., & Primananda, R. (2023). Pelatihan Pengenalan Dan Penerapan Teknologi Artificial Intelligence Untuk Meningkatkan Kompetensi Guru Smk Negeri 5 Kota Malang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknologi Informasi Dan Informatika (DIMASLOKA)*, 2(1), 29–34.