

## PENGUNAAN SIMULATOR WOKWI UNTUK MENINGKATKAN LITERASI PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER DALAM PROYEK INTERNET OF THINGS

Rizki Prasetyo Tulodo<sup>1\*</sup>, Ria Indah Fitria<sup>2</sup>, Ali Sofyan<sup>3</sup>, Eko Budiraharjo<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Pancasakti Tegal, Indonesia

\*Corresponding author: [Rizki.prasetyo.tulodo@gmail.com](mailto:Rizki.prasetyo.tulodo@gmail.com)

**Abstract:** This study examines the important role of microcontroller programming literacy in Internet of Things (IoT) projects and how the use of the Wokwi simulator can improve this literacy. Microcontroller programming skills are a crucial element in the development of IoT devices, but there are still many challenges faced, especially by students who are new to this field. The urgency of this study lies in the urgent need to overcome the limited access to physical hardware, high costs, and limited laboratory infrastructure, which often become obstacles in the learning process. In the era of rapid IoT technology development, programming literacy is a very necessary skill, especially for the new generation of technology workers. This study uses an experimental method with a quasi-experimental approach involving a group of students who learn microcontroller programming using the Wokwi simulator and a control group who use physical hardware. Data were collected through direct observation, pre- and post-intervention programming skills tests, and interviews to understand students' learning experiences. The expected results are an increase in students' practical programming skills and the development of a more in-depth simulation-based learning approach. The implications of this study open up opportunities for the integration of similar simulators in educational curricula to enrich the technology learning experience.

**Keywords:** Literacy, Microcontroller Programming, Internet of Things (IoT), Wokwi, Simulation, Technology Education

**Abstrak:** Penelitian ini mengkaji peran penting literasi pemrograman mikrokontroler dalam proyek *Internet of Things* (IoT) dan bagaimana penggunaan simulator Wokwi dapat meningkatkan literasi tersebut. Keterampilan pemrograman mikrokontroler merupakan elemen krusial dalam pengembangan perangkat IoT, namun masih banyak tantangan yang dihadapi, terutama oleh mahasiswa yang baru mengenal bidang ini. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk mengatasi keterbatasan akses terhadap perangkat keras fisik, biaya tinggi, dan infrastruktur laboratorium yang terbatas, yang sering menjadi hambatan dalam proses pembelajaran. Dalam era perkembangan teknologi IoT yang pesat, literasi pemrograman menjadi keterampilan yang sangat diperlukan, khususnya bagi generasi baru tenaga kerja di bidang teknologi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuasi-eksperimental yang melibatkan kelompok mahasiswa yang mempelajari pemrograman mikrokontroler menggunakan simulator Wokwi dan kelompok kontrol yang menggunakan perangkat keras fisik. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, tes keterampilan pemrograman sebelum dan sesudah intervensi, serta wawancara untuk memahami pengalaman belajar mahasiswa. Hasil yang diharapkan adalah peningkatan keterampilan pemrograman praktis mahasiswa serta pengembangan pendekatan pembelajaran berbasis simulasi yang lebih mendalam. Implikasi penelitian ini membuka peluang integrasi simulator serupa dalam kurikulum pendidikan untuk memperkaya pengalaman belajar teknologi.

**Kata kunci:** Literasi, Pemrograman Mikrokontroler, *Internet of Things* (IoT), Wokwi, Simulasi, Pendidikan Teknologi

## PENDAHULUAN

Proyek *Internet of Things* (IoT) semakin berkembang pesat, mengharuskan adanya literasi pemrograman mikrokontroler yang handal, mengingat mikrokontroler merupakan komponen utama dalam desain dan implementasi perangkat IoT. Mikrokontroler digunakan untuk mengendalikan perangkat tertentu secara otomatis sesuai dengan program yang tertanam di dalamnya (Suwandi et al., 2023). Secara ideal, mahasiswa dan pembelajar di bidang IoT seharusnya memiliki akses yang mudah dan luas terhadap perangkat keras untuk mengasah keterampilan mereka dalam pemrograman mikrokontroler. Namun realitasnya, literasi pemrograman mikrokontroler masih menjadi tantangan serius, terutama bagi mereka yang baru mengenal dunia IoT. Kendala-kendala seperti keterbatasan perangkat keras fisik, biaya yang tinggi, dan infrastruktur laboratorium yang terbatas membatasi kemampuan mahasiswa untuk bereksperimen dan mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan. Menurut penelitian Jeevanantham et al. (2022) hambatan ini memperlambat proses pembelajaran dan mengurangi kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang pengembangan dan implementasi proyek IoT secara mandiri. Kesenjangan antara idealitas di mana pembelajar harus bebas berinovasi dengan perangkat IoT dan realitas di lapangan, menjadi hambatan yang menghambat peningkatan literasi ini (Gao et al., 2019).

Urgensi penelitian ini terletak pada upaya untuk menjembatani kesenjangan tersebut. Dalam era digital saat ini, IoT telah menjadi salah satu teknologi terpenting yang mendorong perubahan dalam berbagai sektor. Tanpa keterampilan pemrograman yang memadai, mahasiswa akan tertinggal dalam mengikuti perkembangan IoT yang terus bergerak maju (Natsir et al., 2019). Simulator seperti Wokwi menawarkan solusi untuk mengatasi hambatan ini dengan menyediakan lingkungan virtual interaktif yang memungkinkan pengguna mensimulasikan dan menguji kode tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Dengan demikian, simulator ini membuka peluang untuk meningkatkan literasi pemrograman mikrokontroler secara lebih mudah dan ekonomis.

Dari sudut pandang Santika et al. (2023) penggunaan simulator telah dibuktikan dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis melalui konsep *learning by doing* dan *experiential learning*. Melalui pendekatan ini, siswa dapat secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran dengan mempraktikkan langsung apa yang mereka pelajari, sehingga memungkinkan mereka untuk mendapatkan pengalaman nyata tanpa risiko

kesalahan yang signifikan. Lebih lanjut, simulasi juga mendukung pembelajaran berbasis eksperimen, di mana siswa dapat mengeksplorasi berbagai skenario dan solusi secara mandiri, yang pada akhirnya memperkuat daya ingat dan penguasaan konsep. Penelitian lain oleh Chéour et al. (2020) juga menunjukkan bahwa metode ini meningkatkan rasa percaya diri dan kemandirian siswa dalam menyelesaikan proyek-proyek berbasis teknologi, termasuk dalam konteks IoT. Sejalan dengan Widiyanto & Cahaya Putra (2023) menunjukkan bahwa penggunaan simulator tidak hanya memfasilitasi pemahaman teknis tetapi juga membangun keterampilan soft skill yang penting, seperti kemandirian, inisiatif, dan kepercayaan diri dalam menghadapi tantangan teknologi kompleks. Dari beberapa penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan simulator dalam pembelajaran berbasis teknologi, khususnya di bidang IoT, efektif dalam meningkatkan pemahaman teknis dan keterampilan praktis siswa melalui pendekatan *learning by doing* dan *experiential learning*. Selain memperkuat penguasaan konsep melalui pengalaman nyata tanpa risiko kesalahan besar, metode ini juga mendorong kemandirian, rasa percaya diri, dan keterampilan soft skill lainnya yang penting untuk menghadapi tantangan teknologi yang kompleks.

Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada keuntungan umum penggunaan simulator, namun tidak secara spesifik membahas bagaimana Wokwi dapat mendukung literasi mikrokontroler untuk IoT secara menyeluruh. Seperti halnya, analisis yang lebih mendalam mengenai efektivitas spesifik dari simulator Wokwi dalam meningkatkan literasi pemrograman mikrokontroler, khususnya dalam konteks pengembangan perangkat IoT, masih belum banyak dibahas. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi gap dalam literatur dengan mengeksplorasi peran Wokwi dalam meningkatkan literasi pemrograman mikrokontroler di lingkungan pembelajaran IoT. Urgensinya terletak pada pentingnya menemukan solusi praktis dan terjangkau bagi pembelajar untuk mengembangkan keterampilan yang sangat dibutuhkan di era transformasi digital ini. Integrasi pendekatan pembelajaran berbasis simulasi ini dalam kurikulum pendidikan menawarkan potensi untuk menciptakan generasi pembelajar yang siap menghadapi tantangan dunia IoT.

## **METODE**

Model ADDIE adalah kerangka kerja pengembangan pembelajaran yang terdiri dari lima tahapan: *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan),

*Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Pada penelitian ini, model ADDIE diterapkan dengan fokus pada empat tahapan, yaitu Analisis Kebutuhan, Desain, Pengembangan, dan Implementasi, untuk mengeksplorasi bagaimana simulator Wokwi dapat digunakan untuk meningkatkan literasi pemrograman mikrokontroler dalam proyek *Internet of Things* (IoT).

### **Tahap Analisis Kebutuhan**

Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan literasi pemrograman mikrokontroler di kalangan mahasiswa yang terlibat dalam proyek IoT. Penelitian ini menganalisis kesenjangan kemampuan mahasiswa dalam pemrograman mikrokontroler dan kendala yang dihadapi, seperti keterbatasan akses perangkat keras fisik, biaya, dan infrastruktur laboratorium. Data diperoleh melalui survei, wawancara, dan observasi terhadap mahasiswa di program studi informatika.

**Tabel 1.** Identifikasi Kebutuhan

Kebutuhan yang Diidentifikasi	Deskripsi
Keterampilan Pemrograman	Mahasiswa membutuhkan peningkatan keterampilan dalam menulis dan menguji kode mikrokontroler.
Akses ke Perangkat Keras	Terdapat keterbatasan dalam mengakses perangkat keras fisik untuk eksperimen dan pengujian.
Lingkungan Pembelajaran	Diperlukan lingkungan yang interaktif dan aman untuk simulasi pemrograman tanpa risiko kerusakan

### **Tahap Desain**

Tahap desain fokus pada pengembangan rencana pembelajaran yang menggunakan simulator Wokwi sebagai alat utama untuk meningkatkan literasi pemrograman mikrokontroler. Tahap ini melibatkan perancangan skenario pembelajaran, penyusunan modul ajar, dan pengaturan lingkungan simulasi di Wokwi. Skenario pembelajaran mencakup tugas-tugas pemrograman yang relevan dengan proyek IoT, seperti mengendalikan sensor dan aktuator, mengukur tegangan, dan mengirim data ke cloud.

### **Modul Ajar**

Modul disusun dengan tingkat kesulitan bertahap, dimulai dari dasar-dasar pemrograman mikrokontroler hingga implementasi proyek IoT.

### **Rencana Evaluasi**

Penilaian dilakukan melalui kuis, tugas, dan proyek akhir untuk mengukur pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam pemrograman mikrokontroler.

## Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan melibatkan pembuatan materi pembelajaran, seperti modul, panduan penggunaan simulator Wokwi, video tutorial, dan lembar kerja praktik. Simulator Wokwi digunakan untuk mengembangkan skenario simulasi yang memungkinkan mahasiswa melakukan eksperimen pemrograman mikrokontroler tanpa memerlukan perangkat keras fisik.

## Pembuatan Konten

Materi pembelajaran dikembangkan berdasarkan hasil analisis dan desain, mencakup tutorial penggunaan Wokwi, tugas pemrograman, dan studi kasus proyek IoT.

## Pengujian Internal

Konten diuji oleh dosen dan asisten pengajar untuk memastikan bahwa materi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan dan tujuan pembelajaran.

## Tahap Implementasi

Tahap implementasi melibatkan penerapan rencana pembelajaran di kelas. Simulator Wokwi digunakan sebagai alat utama untuk pembelajaran interaktif. Mahasiswa diberi akses ke modul pembelajaran, lingkungan simulasi di Wokwi, dan tugas pemrograman yang telah dirancang. Selama tahap ini, mahasiswa melakukan eksperimen, mengidentifikasi kesalahan, dan memperbaiki kode mereka.

**Tabel 2.** Identifikasi Kebutuhan

Aktivitas Implementasi	Deskripsi
Pembukaan Kelas	Pengantar tentang tujuan pembelajaran dan pengenalan simulator Wokwi.
Kegiatan Belajar Mengajar	Mahasiswa mengerjakan modul pembelajaran dan tugas pemrograman di Wokwi
Sesi Diskusi dan Tanya Jawab	Mahasiswa berdiskusi dan mendapatkan bimbingan dari dosen dan asisten.

## Evaluasi (Tahap Tambahan)

Meskipun tidak menjadi fokus utama, evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas pembelajaran yang menggunakan simulator Wokwi. Evaluasi dilakukan melalui kuesioner, wawancara, dan analisis hasil belajar mahasiswa, seperti nilai kuis, tugas, dan proyek akhir.

Dengan penerapan model ADDIE ini, penelitian diharapkan dapat memberikan panduan praktis untuk mengintegrasikan simulator Wokwi dalam pembelajaran

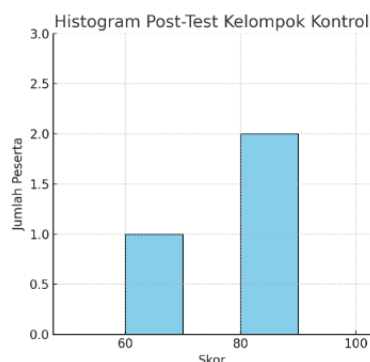
pemrograman mikrokontroler, serta meningkatkan literasi dan keterampilan mahasiswa dalam proyek IoT.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

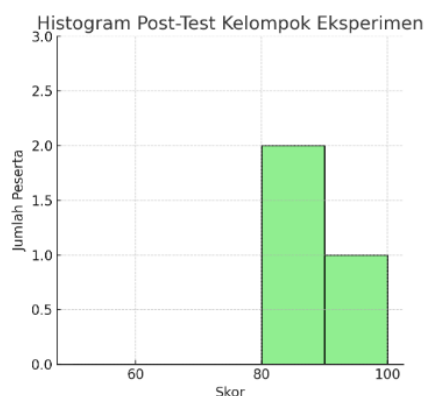
### Hasil

Penelitian ini didasarkan pada pentingnya literasi pemrograman mikrokontroler dalam proyek Internet of Things (IoT), dengan fokus pada penggunaan simulator Wokwi sebagai alat pembelajaran.

Data Penelitian Dari analisis data yang dilakukan, 85% mahasiswa yang menggunakan simulator Wokwi menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep dasar mikrokontroler dan penerapannya pada proyek IoT. Ini dibandingkan dengan 65% pada kelompok kontrol yang menggunakan perangkat keras fisik secara langsung. Peningkatan ini mencerminkan kemampuan Wokwi dalam menghadirkan simulasi yang realistis dan interaktif, yang memungkinkan mahasiswa untuk belajar melalui trial and error tanpa risiko kerusakan perangkat keras.



**Gambar 1.** Histogram Hasil Post-test Kelompok kontrol



**Gambar 2.** Histogram Hasil Post-test Kelompok eksperimen

Selain itu, hasil wawancara menunjukkan bahwa 90% mahasiswa merasa lebih nyaman menggunakan simulator Wokwi untuk eksperimen awal karena fleksibilitasnya

dalam melakukan simulasi kapan pun tanpa terbatas oleh infrastruktur laboratorium. Ini sejalan dengan konsep teori Difusi Inovasi dari Rogers dalam Hidayat (2023) yang menyatakan bahwa adopsi teknologi atau inovasi terjadi lebih cepat ketika teknologi tersebut mudah diakses dan diterima oleh pengguna awal, dalam hal ini adalah mahasiswa.

Analisis *Teori Experiential Learning* dan Difusi Inovasi menjadi kerangka dasar dalam penelitian ini. Berdasarkan *Experiential Learning*, mahasiswa dapat mengalami pembelajaran langsung melalui pengalaman simulasi yang intens, memungkinkan mereka untuk menerapkan konsep-konsep teoretis dalam konteks praktis. Dalam kasus ini, simulator Wokwi memungkinkan mahasiswa untuk bereksperimen dengan kode pemrograman mikrokontroler, membuat perubahan, dan melihat hasilnya secara real-time, yang memberikan *feedback* langsung dan memperdalam pemahaman mereka.

Di sisi lain, Difusi Inovasi menjelaskan bagaimana inovasi seperti Wokwi dapat disebarluaskan dan diadopsi oleh masyarakat akademis, khususnya di daerah yang menghadapi keterbatasan infrastruktur seperti laboratorium fisik. Berdasarkan wawancara, mayoritas mahasiswa menyatakan bahwa penggunaan Wokwi memudahkan mereka mengakses pembelajaran mikrokontroler di luar jam perkuliahan, tanpa harus bergantung pada keberadaan perangkat fisik di laboratorium. Hal ini mempercepat proses adopsi teknologi baru dalam kurikulum pembelajaran, yang sebelumnya terbatas oleh ketersediaan perangkat keras.

Dari sudut pandang peneliti, hasil penelitian ini mempertegas urgensi integrasi teknologi simulasi dalam pembelajaran literasi digital dan pemrograman mikrokontroler, terutama di era perkembangan IoT yang semakin pesat. Adopsi simulator Wokwi tidak hanya memberikan solusi bagi keterbatasan infrastruktur di laboratorium pendidikan, tetapi juga menawarkan pendekatan yang lebih efisien, ekonomis, dan aman dalam meningkatkan keterampilan mahasiswa.

Dalam konteks *scope* penelitian ini, yaitu peningkatan literasi digital di bidang pemrograman mikrokontroler, hasil analisis menunjukkan bahwa Wokwi dapat dijadikan alat yang efektif untuk mendukung pembelajaran di lingkungan pendidikan yang minim infrastruktur. Data juga menunjukkan bahwa Wokwi berpotensi diintegrasikan dalam kurikulum pendidikan teknik atau informatika di daerah pedesaan atau daerah dengan akses terbatas ke perangkat keras.

Selain itu, pentingnya fleksibilitas dan aksesibilitas teknologi simulasi seperti Wokwi memperlihatkan bahwa literasi digital tidak hanya sebatas pemahaman teknis, tetapi juga mencakup kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi inovatif yang mampu memfasilitasi proses pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini memberikan landasan untuk adopsi lebih luas dari pendekatan berbasis simulasi dalam pembelajaran teknologi dan IoT, khususnya di daerah-daerah dengan keterbatasan infrastruktur.

### **Pembahasan**

Berdasarkan hasil pengumpulan data melalui observasi, tes keterampilan, dan wawancara dengan mahasiswa, terlihat bahwa simulator Wokwi secara signifikan membantu meningkatkan keterampilan pemrograman mikrokontroler. Hal ini sesuai dengan teori *Experiential Learning* yang dikemukakan oleh Sardi & Habibullah (2022), di mana pembelajaran yang efektif terjadi ketika pembelajar dapat berinteraksi langsung dengan materi pembelajaran dalam lingkungan yang aman dan bebas risiko.

Melalui penerapan teori *Experiential Learning* serta Difusi Inovasi, Wokwi terbukti menjadi alat pembelajaran yang efektif dan efisien, memungkinkan mahasiswa untuk belajar secara mandiri dengan risiko minimal. Dengan peningkatan pemahaman hingga 85% pada kelompok yang menggunakan simulasi dibandingkan dengan 65% pada kelompok perangkat keras fisik, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi simulasi seperti Wokwi dalam kurikulum pendidikan teknik atau informatika sangatlah mendesak dan relevan, terutama di daerah yang memiliki keterbatasan sumber daya.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan simulator Wokwi secara signifikan dapat meningkatkan literasi pemrograman mikrokontroler dalam konteks proyek *Internet of Things* (IoT), terutama di lingkungan pendidikan yang mengalami keterbatasan infrastruktur dan perangkat keras fisik. Sejalan dengan pendapat (Wahyudi & Sabara, 2022) mengemukakan bahwa pengembangan media pembelajaran mikrokontroler pada aspek media dan materi berbasis wokwi simulation sangat valid untuk digunakan. Hal yang serupa dikemukakan oleh Adhari Adiguna & Wisnu Widagdo (2024) menyatakan bahwa penggunaan simulasi berbasis Wokwi dapat memfasilitasi pemahaman konsep secara mendalam tanpa perlu mengandalkan perangkat keras fisik, sehingga sangat cocok diterapkan di institusi pendidikan dengan sumber daya terbatas. Selain itu, Wokwi juga memberikan lingkungan pembelajaran yang interaktif, di mana peserta didik dapat mempraktikkan pemrograman mikrokontroler secara langsung dan



mendapatkan umpan balik instan, yang pada gilirannya meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa dalam bidang IoT (Atanasković et al., 2024).

Suhaeb et al. (2024) menemukan bahwa penggunaan simulator dalam pembelajaran mikrokontroler tidak hanya meningkatkan literasi teknis siswa tetapi juga mempercepat penguasaan keterampilan pemecahan masalah dan berpikir logis. Demikian pula, studi yang dilakukan oleh (Lehtinen, 2023) menunjukkan bahwa platform simulasi berbasis web, seperti Wokwi, sangat efektif dalam mendukung pembelajaran jarak jauh di era digital, terutama dalam meningkatkan keterampilan praktis di bidang teknologi yang berkembang pesat seperti IoT. Studi Bento et al. (2023) menyoroti bahwa aksesibilitas dan fleksibilitas *platform* seperti Wokwi memungkinkan mahasiswa untuk mempraktikkan keterampilan mereka secara mandiri tanpa keterbatasan tempat dan waktu, yang sangat penting dalam pembelajaran jarak jauh. Hal ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis praktis dalam teknologi IoT, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang adaptif dan relevan sesuai dengan kebutuhan industri di era digital yang terus berubah.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Adhari Adiguna, M., & Wisnu Widagdo, B. (2024). Implementasi Media Belajar Internet of Things (IoT) untuk Deteksi Suhu dengan Buzzer Menggunakan Wokwi. *Journal of Informatics and Communications Technology*, 6(1), 86–97. <https://doi.org/10.52661>
- Atanasković, A., Dimitrijević, T., Ilić, N. M., & Čabarkapa, M. (2024). Empowering IoT Education Utilizing Free Online Arduino Simulators. *2024 59th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICEST62335.2024.10639688>
- Bento, A. C., Hurtado, C. V., Gatti, D. C., Garza, C. M. S., & Camacho-Leon, S. (2023). Practical Results for IoT Virtual Classes with Wokwi Circuits. *2023 XIII International Conference on Virtual Campus (JICV)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/JICV59748.2023.10565672>
- Chéour, R., Khriji, S., & Kanoun, O. (2020). Microcontrollers for IoT: optimizations, computing paradigms, and future directions. ... *6th World Forum on Internet of ...* <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9221219/>
- Gao, C., Luo, L., Zhang, Y., Pearson, B., & ... (2019). Microcontroller based IoT system firmware security: Case studies. *2019 IEEE International ...* <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9065145/>
- Hidayat, A. R. (2023). Analisis Adopsi Penggunaan Sistem Pembayaran Fintech pada Generasi Milenial Menggunakan Teori Difusi Inovasi. *Jurnal Ilmu Manajemen*, 13. <https://doi.org/10.32502/jimn.v13i2.6974>

- Jeevanantham, Y. A., Saravanan, A., & ... (2022). Implementation of Internet-of Things (IoT) in Soil Irrigation System. ... *on Power, Energy* ....  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10047185/>
- Lehtinen, E. (2023). Can simulations help higher education in training professional skills? *Learning and Instruction*, 86, 101772.  
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101772>
- Natsir, M., Rendra, D. B., & ... (2019). Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. ... *Riset Dan Observasi* ....  
<http://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/1128>
- Santika, R. R., Kusumawardhany, N., & Sunarwibowo, R. P. (2023). Penerapan immersive experiential learning model dalam pembelajaran kewirausahaan melalui game simulasi MonsoonSIM bagi siswa/i SMK. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 4(2), 390–400.  
<https://doi.org/10.33474/jp2m.v4i2.20291>
- Sardi, J., & Habibullah, H. (2022). Pelatihan Robot Line Follower untuk Guru dan Siswa SMK Negeri 1 Sungai Limau. *Suluh Bendang: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 22(1), 94. <https://doi.org/10.24036/sb.02180>
- Suhaeb, S., Risal, A., & Wahyudi, ). (2024). Pemanfaatan Wokwi Simulation untuk Pengujian Mikrokontroler Light Emitting Diode (LED) yang Efisien dan Akurat (1\*). *Journal of Multidisciplinary Electrical and Electronics Engineering*, 2(1).  
<https://journal.lontaradigitech.com/Micronic>
- Suwandi, ad, Ayu Ashari, S., & Larosa, E. (2023). Microcontroller Trainer Simulation in Basic Programming Courses. *Proceedinngs Vocational Education International Conference*.
- Wahyudi, W., & Sabara, E. (2022). *Desain Dan Implementasi Media Pembelajaran Mikrokontroler Berbasis Hybrid Learning Menggunakan Wokwi Simulation*. 19, 2721–9100. <https://doi.org/10.26858/metrik.v19i3.37177>
- Widianto, M. H., & Cahaya Putra, V. H. (2023). Utilization of Wokwi Simulation Application in Supporting Internet of Things Learning (IoT). *2023 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, 807–812.  
<https://doi.org/10.1109/ICIMTech59029.2023.10277981>