

# PENGUATAN KETRAMPILAN ELEKTRONIKA SISWA MAN 1 LHOKSEUMAWE DENGAN PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN IOT UNTUK MATA PELAJARAN KETRAMPILAN

Said Aiyub<sup>1</sup>, Zulfan Khairil<sup>2</sup>, Hendrawati<sup>3</sup>, Yaman<sup>4</sup>, Nuraini<sup>5</sup>

<sup>1,4,5</sup> Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>2,3</sup> Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

yaman\_gayo@gmail.com

**Abstrak**— MAN 1 Lhokseumawe telah mengimplementasikan mata pelajaran keterampilan/prakarya dan teknologi informasi yang memberikan dasar pengetahuan di bidang elektronika dan teknologi digital. Namun, hasil observasi menunjukkan adanya keterbatasan dalam penyediaan modul praktikum dan *jobsheet* yang relevan dengan perkembangan teknologi mutakhir, khususnya terkait IoT. Akibatnya, siswa belum mendapatkan pengalaman praktik secara langsung dalam merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis IoT. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan mengembangkan dan mengimplementasikan modul praktikum berbasis *trainer kit* IoT yang aplikatif untuk mendukung pembelajaran keterampilan/prakarya dan teknologi informasi di MAN 1 Lhokseumawe. *Trainer kit* dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu (DHT11), sensor ultrasonik (HC-SR04), soil moisture serta konektivitas ke aplikasi Android melalui Bluetooth dan Wi-Fi. Kegiatan ini dibagi dalam 2 tahapan pelatihan, yaitu tahap pertama untuk guru yang diikuti oleh 7 orang guru dan tahap 2 oleh siswa yang diikuti oleh 9 orang siswa. Sebelum dilakukan pelatihan semua peserta dilakukan pretest dimana untuk guru mendapat nilai rata-rata 35.7 dengan kategori kurang dan siswa dengan nilai rata-rata 27.8 dengan kategori sangat kurang. Pelatihan dilakukan dengan kombinasi metode ceramah, presentasi, diskusi kelompok, dan praktik langsung. Melalui pendekatan berbasis perangkat keras nyata, guru dan siswa memperoleh pengalaman praktik langsung yang akan meningkatkan literasi digital, kemampuan berpikir logis dan sistematis, serta keterampilan teknis dalam bidang elektronika dan pemrograman mikrokontroler. Skore nilai setelah pelatihan untuk guru meningkat 57. % atau 92,9 dengan kategori sangat baik, sedangkan untuk siswa meningkat 58.3% atau 86.1 dengan kategori sangat baik.

**Kata kunci**— Industri 4.0, Internet of Things (IoT), ESP32, Sensor, Trainer Kit IoT

**Abstract**— MAN 1 Lhokseumawe has implemented skills/crafts and information technology courses that provide a foundation of knowledge in electronics and digital technology. However, observations indicate limitations in the provision of practical modules and worksheets relevant to current technological developments, particularly those related to IoT. As a result, students have not yet gained direct practical experience in designing and implementing IoT-based systems. This community service activity aims to develop and implement an IoT trainer kit-based practical module to support skills/craftsmanship and information technology learning at MAN 1 Lhokseumawe. The trainer kit is designed using an ESP32 microcontroller integrated with a temperature sensor (DHT11), an ultrasonic sensor (HC-SR04), and a soil moisture sensor, as well as connectivity to an Android application via Bluetooth and Wi-Fi. This training was divided into two stages: the first stage for teachers, attended by 7 teachers, and the second stage for students, attended by 9 students. Prior to the training, all participants underwent a pretest. The teachers received an average score of 35.7, categorized as poor, and the students received an average score of 27.8, categorized as very poor. The training was conducted using a combination of lectures, presentations, group discussions, and hands-on practice. Through a real-world hardware-based approach, teachers and students gained hands-on experience that will enhance digital literacy, logical and systematic thinking skills, and technical skills in electronics and microcontroller programming. The score after training for teachers increased by 57. % or 92.9 with a very good category, while for students it increased by 58.3% or 86.1 with a very good category.

**Keywords**— Industry 4.0, Internet of Things (IoT), ESP32, Sensors, IoT Trainer Kit

## I. PENDAHULUAN

### Analisis Situasi

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah menjadi tonggak penting dalam revolusi industri 4.0, yang memungkinkan konektivitas antarperangkat untuk memantau, mengendalikan, dan menganalisis data secara real-time [1]. Menurut Hansen dan Bøgh [2], pemanfaatan IoT yang terintegrasi dengan kecerdasan buatan (AI) telah membuka peluang besar bagi industri kecil dan menengah untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

Dalam berbagai bidang, penerapan IoT telah terbukti luas. Di bidang kesehatan, IoT mendukung pemantauan pasien jarak jauh [3], sementara pada masa pandemi, sistem berbasis IoT berperan dalam deteksi dan pengawasan kesehatan masyarakat [4]. Di sektor pertanian, IoT diterapkan untuk

otomatisasi irigasi dan pemantauan kondisi tanah secara cerdas [5], [6], dan di sektor kota pintar, digunakan untuk mengoptimalkan energi dan transportasi [7]. Selain itu, di bidang logistik, IoT membantu dalam manajemen rantai pasok dan sistem pelacakan barang [8], [9].

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa kolaborasi akademisi berperan penting dalam mempercepat transfer ilmu dan teknologi IoT serta AI ke masyarakat luas, memperkuat ekosistem inovasi digital di tingkat pendidikan tinggi [10]. Contohnya, pengembangan sistem smart parking dan deteksi kebakaran otomatis menggunakan IoT telah diimplementasikan di beberapa kampus dan kota besar sebagai wujud kolaborasi antara pendidikan dan industri [11], [12].

Dalam sektor pertanian, penerapan smart farming yang menggabungkan sensor, aktuator, dan sistem kendali IoT semakin mendorong efisiensi dan keberlanjutan produksi

pertanian modern [13]. Temuan ini memperkuat pentingnya literasi IoT bagi pelajar vokasi agar mampu beradaptasi dengan kebutuhan industri 4.0.

Pendidikan menjadi sarana strategis untuk membekali peserta didik dengan kemampuan tersebut. Integrasi IoT dalam pembelajaran memungkinkan siswa memahami hubungan antara perangkat keras, sensor, serta pengolahan data digital [14], [15]. Di Indonesia, arah kebijakan pendidikan yang dicanangkan oleh Kemendikbudristek menekankan pentingnya penguasaan teknologi dan keterampilan digital sebagai bagian dari visi “Pendidikan Merdeka untuk Masa Depan” [16].

Dalam konteks kegiatan pengabdian ini, pembelajaran dilakukan dengan pendekatan praktik langsung menggunakan modul ESP32 trainer dan kit yang berisikan sensor serta aktuator, yang memberikan pengalaman simulasi nyata kepada peserta [17]. Dengan metode ini, peserta dapat memahami konsep dasar elektronika dan IoT, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari..

**Permasalahan Mitra**

Berdasarkan hasil kajian dan diskusi bersama guru mata pelajaran keterampilan dan teknologi informasi di MAN 1 Lhokseumawe, diidentifikasi beberapa permasalahan utama yang dihadapi mitra, yaitu:

1. Ketiadaan Modul Pembelajaran IoT yang Terstruktur dan Kontekstual
2. Pembelajaran Masih Terbatas pada Simulasi Virtual Tanpa Praktik Fisik
3. Keterbatasan Sarana dan Prasarana Pendukung Praktikum
4. Kurangnya Arah Pengembangan Karier Siswa di Bidang Teknologi

**Target dan Luaran**

Adapun target yang ingin dicapai dari pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah sebagai berikut:

1. Modul praktikum IoT tersusun dan siap pakai  
Adanya paket modul (versi cetak & PDF) berisi teori, langkah praktik, diagram rangkaian, serta contoh proyek. Luaran ini menjawab kekosongan modul IoT yang terstruktur di mitra.
2. Paket trainer kit IoT lengkap diserahkan sebagai hibah  
Tiga set berisi ESP32, sensor suhu/kelembapan, sensor ultrasonik, modul relay, power supply, kabel & breadboard, plus manual pemakaian/pemeliharaan. Diserahkan untuk praktikum berkelanjutan di MAN 1 Lhokseumawe.
3. Pelatihan 1 hari untuk guru & siswa terlaksana  
Metode: ceramah singkat, demo, praktik mandiri, diskusi, evaluasi. Terdokumentasi dengan daftar hadir, dan foto.
4. Peningkatan kompetensi terukur melalui pretest–posttest

Mekanisme pretest sebelum pelatihan dan posttest sesudah pelatihan (sudah direncanakan dalam proposal). *Target numerik*: rerata nilai posttest meningkat  $\geq 20\%$  dibanding pretest.

Tabel 1. Luaran yang dihasilkan dari Kegiatan PKM

Jenis Kegiatan	Jenis Luaran	Indikator Capaian
Meningkatkan kemampuan knowledge dan psychomotorik mitra	Kompetensi meningkat	Mitra Dapat menyelesaikan tugas yang diberikan
Merancang modul praktis praktikum dasar IoT	Panduan tata cara pembuatan modul	Modul ESP32 menggunakan sensor-sensor sebagai inputan dan dilengkapi dengan gambar rangkaian
Menghasilkan buku laporan kegiatan PKM tahun 2025	Laporan hasil PKM	Pengesahan Kegiatan PKM dari Direktur
Menjadi Pemakalah pada kegiatan seminar Nasional PNL tahun 2025	Artikel terpublikasi pada prosiding ber ISBN	Acceptance letter dan Jadwal seminar

**II. METODOLOGI PELAKSANAAN**

Lokasi Pelatihan dilaksanakan di ruang Laboratorium Komputer MAN 1 Lhokseumawe. Waktu pelatihan hari selasa tanggal 11 Agustus 2025, dimulai dari jam 8.00 sampai 17.00, yang di ikuti oleh 9 Siswa dan 7 Guru Pedamping dalam lingkungan MAN 1 Lhokseumawe. Selama pelatihan setiap peserta pelatihan di berikan modul dan menggunakan 1 komputer untuk setiap kelompok peserta pelatihan serta diajak partisipasinya untuk mengikuti serangkaian pelatihan hingga selesai dari semua materi yang ada dalam modul pelatihan.

Metode pelaksanaan kegiatan pelatihan ini dilakukan dengan memberi materi tentang paparan dan gambaran implementasi IoT. Materi pelatihan ini mencakup penjelasan tentang konsep dasar IoT, manfaat serta kegunaannya, serta komponen-komponen yang terlibat dalam sistem IoT. Selain itu, disertakan contoh-contoh penggunaan IoT dalam berbagai aspek kehidupan saat ini. Materi awal ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang potensi dan aplikasi praktis dari teknologi IoT dalam dunia Pendidikan.

Untuk itu dilakukan beberapa tahapan pelaksanaan kegiatan, antara lain dengan melakukan Penyusunan modul yang terdiri dari beberapa materi. Modul ini akan mencakup materi teori dan praktik, antara lain: pengenalan mikrokontroler ESP32, pemrograman dasar, monitoring suhu dan kelembaban, deteksi jarak menggunakan sensor ultrasonik, serta integrasi dengan aplikasi Android melalui koneksi Bluetooth/Wi-Fi. Modul dirancang agar dapat digunakan secara mandiri oleh guru dan siswa, serta memungkinkan pengembangan lanjutan oleh pihak madrasah.

Materi awal ini dirancang untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang potensi dan aplikasi praktis dari teknologi IoT dalam masyarakat modern.



Gambar 1. Sampul modul pelatihan

Materi dibagi menjadi beberapa bagian yaitu: kompetensi dasar elektronika, logika digital, dan pemrograman mikrokontroler dengan bentuk yang mudah dimengerti. Disamping itu juga menyajikan komponen-komponen yang digunakan, gambar rangkaian menggunakan sensor suhu, sensor jarak dan juga sensor kelembaban tanah.

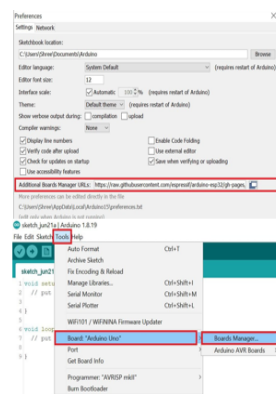
Implementasi dan Pengujian, pada bagian ini guru atau siswa melakukan praktikum secara langsung. Sebelum memulai praktik, guru atau siswa akan diperkenalkan secara langsung dengan komponen fisik ESP32, yang mencakup port Input/Output (I/O), serta fitur dan spesifikasi teknis dari papan ESP32, seperti Penjelasan tentang komponen fisik yang ada di papan ESP32, antara lain: regulator tegangan, port USB, tombol reset, dan LED indikator.



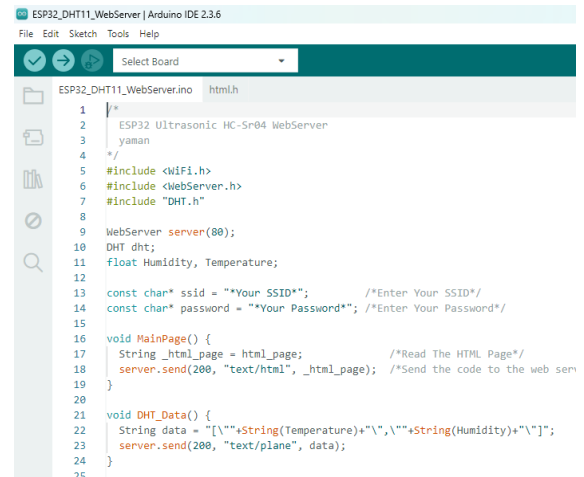
Gambar 2. contoh rangkaian ESP32

**Langkah 3**  
Sekarang di jendela Preferensi, Masukkan tautan di bawah ini di URL Manajer Papan Tambahan  
[https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package\\_esp32\\_index.json](https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json)

**Langkah 4**  
Untuk menambahkan papan ESP32, buka Jalur Alat > Papan > Manajer Papan...



Gambar 3. Setting di Arduino IDE



Gambar 4. contoh koding pada Arduino IDE

Selanjutnya demonstrasi cara menghubungkan ESP32 dengan komponen elektronika eksternal, seperti LED, sensor. Untuk tahap terakhir, guru atau siswa akan melakukan praktik langsung dengan merangkai komponen elektronika eksternal ke breadboard, seperti gambar rangkaian. Penggunaan breadboard memberikan kesempatan bagi mitra untuk merangkai secara langsung proyek IoT. Dengan menggunakan breadboard, peserta dapat merasakan proses merangkai rangkaian elektronik menggunakan berbagai komponen seperti sensor, dan actuator, secara langsung

Indikator keberhasilan. Indikator keberhasilan dari pelatihan ini, yaitu:

1. Peserta pelatihan/siswa dapat mengerti implementasi IoT dalam kehidupan sehari-hari.
2. Peserta pelatihan dapat mengenal komponen-komponen elektronika yang digunakan untuk membangun IoT.
3. Peserta pelatihan dapat merangkai dan menjalankan sejumlah rangkaian berbasis Arduino di papan percobaan/Breadboard.
4. Peserta pelatihan dapat memonitoring hasil pengukuran/sensor menggunakan android.

Metode Evaluasi dilakukan dengan mewawancarai peserta sebelum materi diberikan seperti ditunjukkan pada gambar 4, dan wawancara pada pertemuan terakhir, sehingga didapat gambaran perkembangan peserta setelah mengikuti pelatihan. Termasuk diantaranya adalah semua peserta/siswa dilakukan pretest untuk mengetahui kemampuan awal, terutama pemahaman dan pengetahuan tentang IoT, ESP32, Arduino IDE, Sensor dan penggunaan Android untuk aplikasi IoT. Setelah pelaksanaan pelatihan, diadakan evaluasi kembali untuk mengukur tingkat kompetensi yang dapat diserap oleh para peserta pelatihan yang terdiri dari 12 soal pilihan.



Gambar 5. Pengarahan awal sebelum pelatihan

Selain peserta diberi modul, peserta pelatihan diberikan pendampingan untuk memudahkan penguasaan materi yang lebih cepat dan optimal, seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Pemaparan materi dan pendampingan peserta oleh Tim

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pelatihan ini dilakukan pelatihan dalam 2 tahapan dimana, tahap 1 dilakukan pelatihan kepada guru-guru MAN 1 Lhokseumawe sejumlah 7 orang peserta dan tahap ke 2 dilakukan pelatihan untuk siswa. Pada tahap ke 2, siswa diajarkan secara langsung oleh guru-guru yang telah mendapatkan pelatihan pada tahap 1 dengan menggunakan modul yang sama. Sedangkan TIM pengabdian melakukan pendampingan untuk menunjang transfer ilmu dari guru ke siswa.

Pada pelatihan ini menggunakan 3 traineer kid sehingga peserta pelatihan dibagi menjadi 3 kelompok. Hal ini untuk mempermudah peserta untuk memahami dimana dapat dilakukan diskusi antar anggota dalam setiap kelompok. Sebelum dilakukan pelatihan, terlebih dahulu dilakukan mapping kemampuan peserta melalui pretest untuk setiap peserta dengan pertanyaan yang ditunjukkan pada tabel 2.

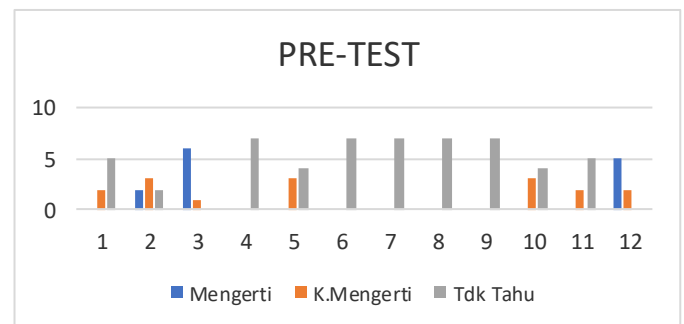
Tabel 2. Materi soal-soal

Materi	Keterangan		
	Men g erti	K. Me ngerti	Tdk tahu
Apa fungsi utama mikrokontroler ESP32 dalam sistem IoT?			
Komponen manakah yang berfungsi sebagai penghubung dan jalur aliran listrik antar komponen dalam percobaan IoT?			
Apa kepanjangan dari IoT?			
Sensor DHT11/DHT22 pada ESP32 digunakan untuk mengukur?			
Jika sensor ultrasonik menunjukkan jarak < 10 cm, apa yang biasanya dilakukan dalam mini-project IoT?			
Pada pemrograman ESP32 dengan Arduino IDE, fungsi setup () digunakan untuk?			
Jika digitalWrite (LED_BUILTIN, HIGH); dijalankan, maka LED akan?			
Dalam logika program, perintah if (jarak < 20) berfungsi untuk?			
Fungsi Bluetooth/Wi-Fi pada ESP32 adalah untuk?			
Pada aplikasi Android sederhana untuk monitoring suhu, data dari ESP32 ditampilkan dalam bentuk?			
Mengapa diperlukan posttest setelah pelatihan?			

Hasil pretest digunakan menggambarkan kemampuan awal peserta terhadap pemahaman tentang Konsep Dasar Elektronika & IoT, disamping itu juga penggambaran kemampuan peserta dalam memahami Sensor dan Aktuator, Pemrograman dan Logika, dan Integrasi IoT dengan Android.

Tabel 3. Hasil pretest peserta

No.	Nama Murid	Total Score	Keterangan
1	Achmad azril Ghiffari	33,3	Kurang
2	Wathan wirasta monteski	25,0	Sangat Kurang
3	M. Zidan AL-Farras	33,3	Kurang
4	Iklas Bunayya	33,3	Kurang
5	Adrian Rafi Maulana	25,0	Sangat Kurang
6	Abiyyu Gaska	33,3	Kurang
7	Faiz Aulia Najasa	33,3	Kurang
8	Warisatu anbiya	25,0	Sangat Kurang
9	Mochmamed Adhienatay	8,3	Sangat Kurang
		27,8	Sangat Kurang



Gambar 7. Grafik kemampuan dasar peserta sebelum mengikuti pelatihan

Hasil prestes dalam bentuk grafik menunjukkan peserta belum semuanya mengerti materi yang ditanyakan dan belum seragam dalam pemahamannya. Dengan menggunakan pendekatan nilai menggunakan range nilai dari 0 sampai 100, maka nilai rata-rata yang didapat siswa pada pretest sebesar 27.8 dengan kategori SANGAT KURANG. Kondisi ini menunjukkan peserta pelatihan secara umum belum begitu memahami Konsep Dasar Elektronika & IoT, Sensor dan Aktuator, Pemrograman dan Logika, dan Integrasi IoT dengan Android. dan sebahagian belum pernah tahu IoT. Dari hasil pretest, TIM pelaksana pengabdian menggunakan proyektor, modul dan pendampingan secara langsung untuk membimbing setiap peserta sehingga memudahkan pemahaman dari setiap materi pelatihan.

Setelah dilaksanakan pelatihan, Maka hasil evaluasi akhir, menunjukkan peserta pelatihan mendapat nilai lebih baik dari sebelumnya, dimana 7 peserta dari guru dengan 4 orang kategori sangat baik dan 3 orang dengan kategori baik. Sedangkan untuk siswa dimana nilai rata-rata untuk peserta pelatihannya sebanyak 9 orang siswa dengan 4 orang kategori sangat baik, 3 orang dengan kategori baik dan 1 orang dengan kategori cukup. Rata-rata peningkatan score nilai untuk guru sebesar 57.1% dan untuk siswa sebesar 58.3%.



Gambar 8. Guru membimbing siswa dan didampingi TIM

Perbandingan Kemampuan Peserta sebelum dan sesudah pelatihan untuk guru.

No.	Nama Guru	Score Pretest	Keterangan	Score Postest	Keterangan	% Peningkatan
1	Bakat Rahyatin, S.Pd	58,3	Cukup	100,0	Sangat Baik	41,7
2	Subhan Janura, ST	41,7	Kurang	100,0	Sangat Baik	58,3
3	Ulya Rahmi, S.Pd	25,0	Sangat Kurang	83,3	Baik	58,3
4	Ayi Maulizar, S.Kom	41,7	Kurang	100,0	Sangat Baik	58,3
5	Ainul Mardihah, S.Kom	41,7	Kurang	100,0	Sangat Baik	58,3
6	Cut Dinda Sari, SE	25,0	Sangat Kurang	83,3	Baik	58,3
7	Fitriani, S.Hum	16,7	Sangat Kurang	83,3	Baik	66,7
		35,7	Kurang	92,9	Sangat Baik	57,1

Gambar 9. Nilai test guru

Perbandingan Kemampuan Peserta sebelum dan sesudah pelatihan untuk siswa.

No.	Nama Murid	Score Pretest	Keterangan	Score Postest	Keterangan	% Peningkatan
1	Achmad azril Ghiffari	33,3	Kurang	91,7	Sangat Baik	58,3
2	Wathan wirasta monteski	25,0	Sangat Kurang	83,3	Baik	58,3
3	M. Zidan AL-Farras	33,3	Kurang	83,3	Baik	50,0
4	Iklas Bunayya	33,3	Kurang	91,7	Sangat Baik	58,3
5	Adrian Rafi Maulana	25,0	Sangat Kurang	91,7	Sangat Baik	66,7
6	Abiyu Gaska	33,3	Kurang	91,7	Sangat Baik	58,3
7	Faiz Aulia Najasa	33,3	Kurang	83,3	Baik	50,0
8	Warisatu anbiya	25,0	Sangat Kurang	91,7	Sangat Baik	66,7
9	Mochmamed Adhienatay	8,3	Sangat Kurang	66,7	Cukup	58,3
		27,8	Sangat Kurang	86,1	Sangat Baik	58,3

Gambar 10. Nilai test siswa

Mengacu pada kriteria keberhasilan pelatihan, dimana peserta dikatakan kompeten jika mencapai minimal 70% soal terjawab dan secara kolektif pelatihan dianggap berhasil, jika rata-rata nilai posttest seluruh peserta meningkat  $\geq 20\%$  dibanding rata-rata pretest 80% peserta mencapai kategori baik atau sangat baik. Maka dari gambar 9 dan gambar 10 menunjukkan ketercapaian pelatihan yang diberikan kepada peserta pelatihan.

Pada sisi lain, salah satu kendala dilapangan yang dialami peserta adalah waktu yang singkat dengan isi materi yang besar. Kondisi ini mengakibatkan sebahagian peserta pelatihan kurang cukup waktu untuk lebih bertanya dan mendalami lagi.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi hasil kegiatan yang telah dilaksanakan selama pelatihan, maka dapat disimpulkan:

- Berdasarkan nilai yang diperoleh tingkat kemampuan peserta pelatihan untuk guru sebelum mendapatkan pelatihan mempunyai nilai rata-rata 35.7 yaitu dengan kategori kemampuan kurang dan meningkat 57.1% atau dengan nilai rata-rata 92.9 dengan kategori sangat baik.
- Peserta pelatihan siswa yang bimbing secara langsung oleh guru-guru mempunyai nilai rata-rata pretest 27.8 dengan kategori sangat kurang dan meningkat 58.3% atau sebesar 86.1 dengan kategori kemampuan sangat baik.

- Peserta pelatihan melakukan pemasangan rangkaian secara langsung menggunakan trainer kid dan monitoring menggunakan android.

#### REFERENSI

- S. Kumar, P. Tiwari, dan M. Zymbler, "Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review," *Journal of Big Data*, vol. 6, no. 1, hal. 111, 2019.
- E. B. Hansen dan S. Bøgh, "Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 58, hal. 362–372, 2020.
- M. A. Rahman dan M. S. Hossain, "An Internet-of-Medical-Things-Enabled Edge Computing Framework for Tackling COVID-19," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 8, no. 21, hal. 15847–15854, 2021.
- R. P. Singh, M. Javaid, A. Haleem, dan R. Suman, "Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic," *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, vol. 14, no. 4, hal. 521–524, 2020.
- G. H. Sandi dan Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, hal. 1–5, 2023.
- B. B. Sinha dan R. Dhanalakshmi, "Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey," *Future Generation Computer Systems*, vol. 126, hal. 169–184, 2022.
- H. T. S. Alrikabi dan N. A. Jasim, "Design and Implementation of Smart City Applications Based on the Internet of Things," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, no. 13, hal. 4, 2021.
- H. Golpira, S. A. R. Khan, dan S. Safaeipour, "A review of logistics Internet-of-Things: Current trends and scope for future research," *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 22, hal. 100194, 2021.
- Y. Song, F. R. Yu, L. Zhou, X. Yang, dan Z. He, "Applications of the Internet of Things (IoT) in Smart Logistics: A Comprehensive Survey," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 8, no. 6, hal. 4250–4274, 2021.
- G. Dec, L. Komsta, M. Klak, dan M. Karpiński, "Role of Academics in Transferring Knowledge and Skills on Artificial Intelligence, Internet of Things and Edge Computing," *Sensors*, vol. 22, no. 7, hal. 2496, 2022.
- G. R. Koten, D. S. Prasetyo, dan B. Nugraha, "Penerapan internet of things pada smart parking system untuk kebutuhan pengembangan smart city," *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa*, vol. 1, hal. 49–59, 2023.
- M. G. Hernoko, S. A. Wibowo, dan N. Vendyansyah, "Penerapan IoT (Internet of Things) Smart Parking System dan Pendeteksi Kebakaran dengan Fitur Monitoring," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 5, hal. 261–267, 2021.
- A. Sambas, D. Suriani, dan R. Pratama, "Development of Smart Farming Technology on Ginger Plants in Padamulya Ciamis Village, West Java, Indonesia," *International Journal of Research in Community Services*, vol. 4, no. 3, hal. 93–99, 2023.
- X. Zhu, Y. Zhang, dan H. Li, "IoT-Enabled Learning Environments: A Review on the Application of Internet of Things in Education," *Educational Technology & Society*, vol. 25, no. 1, hal. 45–59, 2022.
- M. Fattah, R. Nugroho, dan A. H. Siregar, "Enhancing Technical Skills Through IoT-Based Learning: A Study on Vocational High Schools," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 18, no. 7, hal. 112–125, 2023.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, *Visi dan Misi Kemendikbudristek 2020–2024*, Jakarta: Kemendikbudristek, 2021.
- Autodesk, *Tinkercad: Free 3D Design, Electronics, and Coding*, 2024