Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
4 (4) , November 2026 Page : 3254–3265 / e-ISSN : 2986-5212
Creative Commons - Attribution 4.0 International - CC BY 4.0
DOI : https://doi.org/10.61231/2smz0d44
Received: 08-10-2026 Accepted: 15-11-2026 Publication: 24-11-2026

Peningkatan Kapabilitas Guru Teknik Elektronika dalam Pembelajaran *Internet of Things* Berbasis PjBL dan *Micro Nano Learning* Untuk Mendukung *Deep Learning*

Saharuddin[1)], Sutarsi Suhaeb[2)], Nurfauziah[3)], Fatma[4)], Siddiq Arodhal Firdaus[5)]

[1,2,3,5]Universitas Negeri Makassar, Indonesia, [4]Universitas Pancasakti Makassar, Indonesia

Email: saharuddin.sokku@unm.ac.id[1], sutarsi.suhaeb@unm.ac.id[2], nurfauziah@unm.ac.id[3], fatma@unpacti.ac.id[4], siddiqfirdaus1000@gmail.com[5]

Correspondence : nurfauziah@unm.ac.id*

Abstract: *This Community Partnership Program aimed to enhance Electronics Engineering teachers' capabilities in integrating the Internet of Things (IoT), Project-Based Learning (PjBL), micro-nano learning, and deep learning approaches. The program involved 15 teachers from four vocational high schools in Makassar through the South Sulawesi Electronics Engineering Teachers' Working Group. Activities included socialization, ESP32-based IoT device development with web-based monitoring, training, mentoring, and evaluation. Evaluation used a five-point Likert-scale questionnaire. Results indicated a very high overall teacher capability score of 4.51, comprising pedagogical competence (4.58), basic IoT knowledge (4.53), and technical skills (4.45). The program supports contextual, practical learning aligned with workforce needs.*

Abstrak *: Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapabilitas guru Teknik Elektronika dalam mengintegrasikan Internet of Things (IoT), Project-Based Learning (PjBL), micro-nano learning, dan pembelajaran mendalam. Kegiatan melibatkan 15 guru dari empat SMK di Kota Makassar melalui MGMP Teknik Elektronika Sulawesi Selatan. Tahapan meliputi sosialisasi, pengembangan perangkat IoT berbasis ESP32 dan monitoring web, pelatihan, pendampingan, serta evaluasi. Evaluasi menggunakan kuesioner skala Likert (1-5) Hasil menunjukkan rata-rata kapabilitas guru sebesar 4,51 (sangat tinggi), meliputi kompetensi pedagogis 4,58, pengetahuan dasar IoT 4,53, dan keterampilan teknis 4,45. Kegiatan mendukung pembelajaran kontekstual, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja..*

Keywords *: Internet Of Things, Pjbl, Micro Nano Learning, Deep Learning, Peningkatan Kapabilitas*

PENDAHULUAN

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah menjadi tulang punggung transformasi digital karena kemampuannya mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, konektivitas nirkabel, dan layanan komputasi awan ke dalam satu sistem pemantauan dan pengendalian yang berjalan secara waktu nyata. Konsekuensinya, pendidikan kejuruan sebagai penyedia tenaga kerja dituntut memperbarui isi, media, dan strategi pembelajarannya agar tetap relevan dengan kebutuhan dunia usaha dan dunia industri (DUDI). Dalam konteks ini, pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*/PjBL) telah lama diposisikan sebagai paradigma yang paling sesuai dengan karakteristik pendidikan kejuruan

karena mendorong berkembangnya kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kerja tim seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi (Ahmad et al., 2023).

Kunci keberhasilan pembelajaran, Guru harus memiliki kapabilitas teknis dan pedagogis untuk. Menurut Kayohana et al., (2023) yang menunjukkan bahwa hambatan utama bukan pada ketersediaan teknologi, melainkan pada kapabilitas pengelolanya. Hu et al., (2023) menunjukkan bahwa pengembangan profesional guru dalam bidang robotika dan IoT terbukti meningkatkan capaian belajar guru. Pramudita et al., (2025) menemukan adanya kesenjangan kompetensi guru SMK dalam implementasi IoT sehingga diperlukan pelatihan praktis yang terstruktur karena media pembelajaran berbasis IoT telah terbukti layak dan efektif digunakan pada program keahlian di SMK.

Kondisi serupa juga didapatkan pada mitra kegiatan pengabdian ini. Hasil observasi dan wawancara dengan pengurus serta anggota Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Teknik Elektronika kota Makassar menunjukkan bahwa pembelajaran IoT di sekolah masih bersifat terbatas dan prosedural. Guru umumnya hanya mengajarkan pembacaan sensor atau pengendalian aktuator sederhana tanpa mengaitkannya dengan konteks permasalahan nyata di lingkungan siswa. Perangkat dan media ajar yang digunakan sebagian besar telah usang. Akibatnya, pembelajaran berhenti pada tataran hafalan prosedur dan belum menyentuh pemahaman konseptual yang mendalam.

Agar dapat menutup kesenjangan tersebut, PjBL menjadi pilihan pedagogis yang berlandaskan bukti. Penelitian Tafakur et al., (2023) menunjukkan adanya perbedaan kemampuan berpikir kritis yang konsisten antara peserta didik yang belajar melalui proyek dibandingkan model pembelajaran lain (Sudira et al., 2022). Salah satu kelemahan dari PjBL menuntut alokasi waktu yang panjang sehingga dibutuhkan *micro nano learning*, hal ini penting sebagai mekanisme penyampaian pengetahuan teknis. Kohnke et al., (2024) menemukan bahwa *microlearning* adalah pendekatan yang fleksibel dan karena memungkinkan berfokus pada tugas yang relevan dan mendesak melalui segmen belajar berukuran kecil. Strategi ini dinilai mampu membantu perkembangan teknologi di era Revolusi Industri Keempat (Waldia et al., 2023).

Muara dari kedua strategi tersebut adalah *deep learning* atau pembelajaran mendalam, yang kini menjadi arah kebijakan pendidikan nasional dengan tiga prinsip pengelolaan yaitu *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning*. Widyastuti et al., (2025) menunjukkan bahwa pembelajaran bermakna terwujud ketika guru mengaitkan materi dengan pengalaman nyata peserta didik. Feriyanto & Anjariyah, (2024) juga menegaskan posisi pendekatan ini sebagai upaya menghadirkan pemahaman yang mendalam dan bertahan lama, bukan sekadar penguasaan permukaan.

Kajian terdahulu umumnya menempatkan PjBL, *micro nano learning*, dan pembelajaran mendalam sebagai objek yang terpisah, serta lebih banyak menyasar peserta didik daripada guru sebagai subjek pengembangan. Belum banyak kegiatan yang mengintegrasikan ketiganya dalam satu skema

peningkatan kapabilitas guru Teknik Elektronika berbasis potensi lokal. Oleh karena itu, kegiatan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk: (1) meningkatkan kapabilitas teknis guru MGMP Teknik Elektronika Sulawesi Selatan dalam merancang dan memprogram sistem IoT berbasis ESP32; (2) mengembangkan media pembelajaran berbsis sistem IoT berbasis ESP32 berbais *micro nano learning* untuk mendukung *Deep Learning.*

METODE

Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini menggunakan pendekatan pemberdayaan kelompok masyarakat non produktif secara ekonomi (MGMP Teknik Elektronika Sulawesi Selatan) melalui penguatan kapasitas guru dalam mengimplementasikan pembelajaran PjBL, kontekstual, *micro nano learning*, dan *deep learning*. Kegiatan PKM dilaksanakan melalui lima tahapan utama, yaitu Sosialisasi Program, Pembuatan Produk, Pelatihan, Pendampingan dan Evaluasi. Kegiatan Sosialisasi ini dilakukan dengan melaksanakan Koordinasi dengan pengurus MGMP untuk menetapkan, sekolah tempat dilaksanakannya pelatihan dan jadwal pelatihan. Pembuatan Produk IoT untuk Pelatihan, kegiatan ini dilakukan pengembangan secara *hardware* dan *software*. Produk teknologi *hard* yang dihasilkan berupa perangkat *Internet of Things* (IoT) untuk perikanan yang dikembangkan sebagai media pembelajaran dan sarana monitoring kondisi perikanan. Produk berbasis *software* yang dihasilkan aplikasi monitoring perikanan berbasis web yang berfungsi sebagai antarmuka untuk menampilkan dan memantau data yang diperoleh dari perangkat IoT.

Kegiatan Pelatihan dilakukan dalam beberapa sesi inti (workshop pelatihan meliputi Pembelajaran kontekstual dengan *Micro nano learning* melalui *Deep learning* menggunakan IoT Perikanan yang telah dikembangkan. . pada prosedur, tetapi membangun pemahaman dan makna. Kegiatan Pendampingan dilakukan selama pelaksanaan pelatihan. Kegiata pendampingan dilakukan untuk membantu Guru dalam menggunakan teknologi IoT yang diberikan. Dalam sesi pendampingan, dilakukan diskusi terbuka dengan peserta pelatihan untuk membantu dalam menjawab setiap permasalahan yang didapatkan oleh Guru selama proses mempelajari Teknologi IoT dan Sistem meonitoring. Evaluasi dan Forum Keberlanjutan, kegiatan dilakukan untuk memastikan adanya peningkatan kapabilitas Guru setelah mengikuti kegiatan ini. Evaluasi dilakukan dengan memberikan kuisioner kepada peserta pelatihan. Setelah kegiatan PKM ini selesai, komunikasi tetap terjalin dengan seluruh peserta pelatihan, hal ini dilakukan agar penerapapan teknologi IoT dalam pembelajaran SMK Bidang Elektronika dapat diterapkan dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

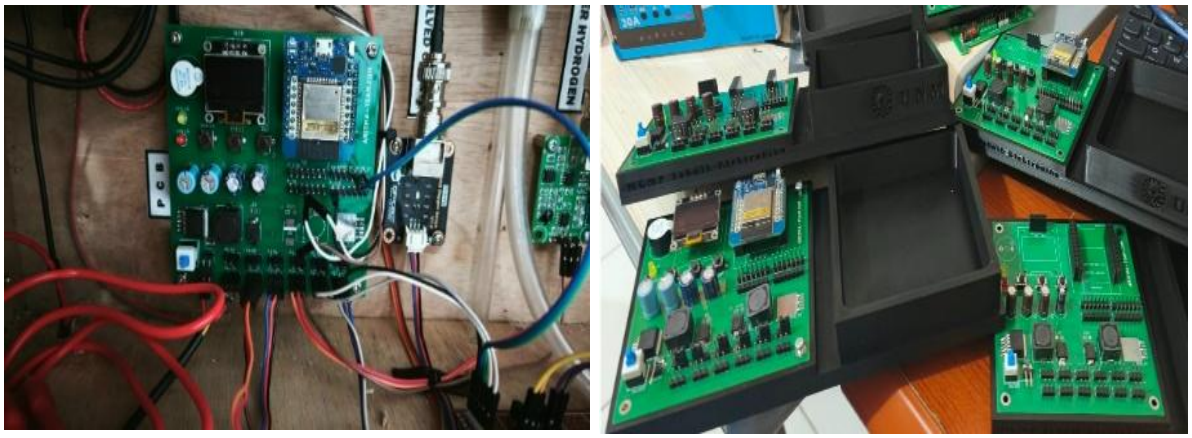
Kegiatan ini telah dilaksanakan di SMKN 10 Mkassar. Kegiatan ini dihadiri oleh Guru SMK bidang Teknik Elektronika dari beberapa sekolag di Makassar, meliputi SMK 10 Makassar, SMK 5 Makassar, SMK 2 Makassar, serta SMK 9 Makassar. Masing-masing sekolah mengirimkan perwakilannya untuk mengikuti kegiatan pelatihan ini. Kegiatan ini dibuka langsung oleh Ketua MGMP Bidang Teknik Elektronika Provinsi Sulawesi Selatan. Uraian peserta dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Peserta Pelatihan

No	Nama Sekolah	Jumlah Perwakilan
1	SMK N 10 Makassar	6
2	SMK N 5 Makassar	3
3	SMK N 9 Makassar	3
4	SMK N 2 Makassar	3
	Total Peserta	15

Sumber: Data Peserta Kegiatan PKM 2026

Perangkat yang dikembangkan merupakan prototipe *Internet of Things* (IoT) untuk monitoring kondisi lingkungan perikanan. Teknologi ini dirancang untuk membantu proses pengukuran dan pemantauan kondisi air pada kolam atau tambak secara lebih mudah dan terstruktur. Parameter lingkungan yang dapat dipantau meliputi suhu air, pH, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*/DO), dan level atau ketinggian air. Prinsip utama teknologi ini adalah menghubungkan sensor, mikrokontroler ESP32, jaringan internet, dan sistem monitoring berbasis web. Sensor berfungsi mengambil data kondisi air, kemudian data tersebut diproses oleh ESP32. Selanjutnya, ESP32 mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi menuju server atau *cloud*. Data yang telah diterima server dapat ditampilkan pada sistem monitoring berbasis web untuk pemantauan secara *real-time*.



Gambar 1. Gambaran teknologi IoT yang telah di Kemabngkan
Sumber: Dokumentasi Kegiatan PKM 2026

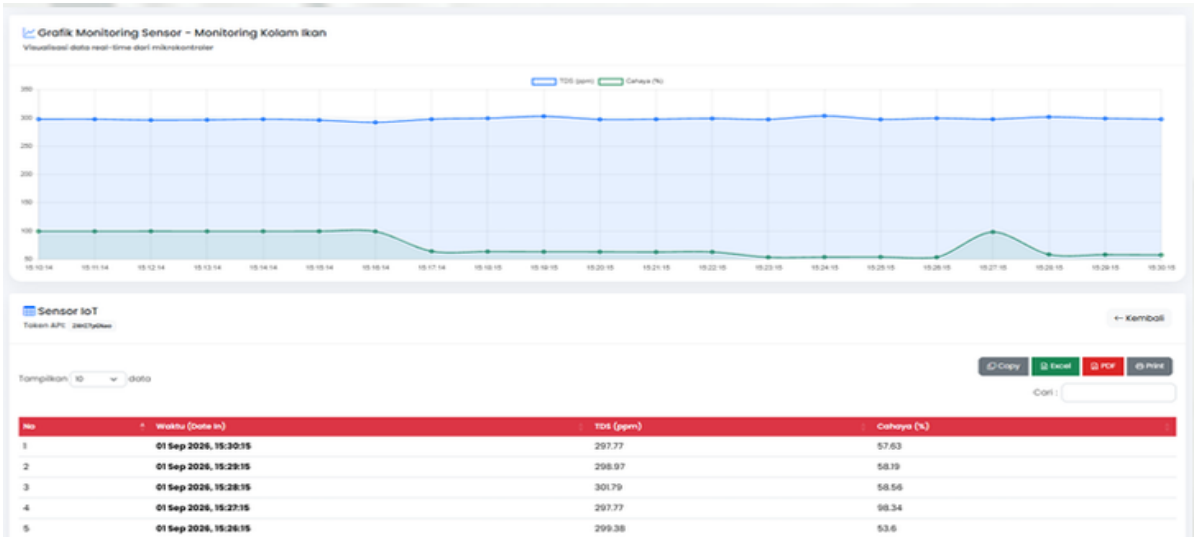
Tabel 2. Spesifikasi Teknologi IoT erbasis ESP 32

Komponen	Fungsi	Hubungan dengan Sistem
ESP32	Pengolah dan pengendali utama	Terhubung dengan sensor dan Wi-Fi
DS18B20	Mengukur suhu air	Input digital ESP32
Sensor pH	Mengukur tingkat keasaman air	Melalui modul pH ke ESP32
Sensor DO	Mengukur oksigen terlarut	Melalui modul DO ke ESP32
Sensor level air	Mengukur ketinggian air	Input ESP32
Wi-Fi ESP32	Mengirim data	ESP32 → Internet
Server/Cloud	Menyimpan dan mengelola data	Menerima data dari ESP32
Website	Menampilkan data	Diakses guru/siswa
Power supply	Menyediakan energi	Menyuplai seluruh rangkaian

Sumber: Dokumentasi Pengembangan Teknologi IoT kegiatan PK M 2026

Sistem monitoring merupakan sistem pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan sensor dan modul mikrokontroler ESP32 untuk memperoleh data kondisi air secara digital. Sensor yang terhubung pada perangkat digunakan untuk membaca kondisi air, kemudian data hasil pembacaan sensor diterima dan diproses oleh ESP32. Modul ESP32 juga dilengkapi dengan layar OLED yang dapat menampilkan informasi hasil pembacaan sensor secara langsung. Sistem ini dirancang agar kondisi air dapat dipantau dengan lebih mudah dan efisien. Setelah data sensor dibaca oleh ESP32, data tersebut dikirimkan melalui jaringan internet menuju platform Perikanan Digital. ESP32 menggunakan konfigurasi jaringan Wi-Fi dan token project sebagai identitas koneksi untuk mengirimkan data ke server. Setelah konfigurasi berhasil dan perangkat terhubung ke jaringan, data sensor akan dikirim secara otomatis ke server untuk selanjutnya ditampilkan pada *platform* perikana-digital.com.

Data yang telah diterima oleh server kemudian dapat dilihat oleh pengguna melalui dashboard dan menu Sensor IoT. Dashboard menampilkan informasi mengenai project yang dimiliki pengguna serta data sensor terakhir yang dikirimkan oleh ESP32. Pengguna juga dapat melihat data yang masuk melalui menu Sensor IoT dengan memilih project yang tersedia. Dengan demikian, sistem membentuk alur monitoring mulai dari pembacaan kondisi air oleh sensor, pengolahan data oleh ESP32, pengiriman data melalui internet, penyimpanan pada server, hingga penyajian informasi pada dashboard. Secara keseluruhan, sistem monitoring ini memungkinkan pengguna melakukan pemantauan kondisi air secara *real-time* melalui perangkat yang terhubung internet, seperti komputer, laptop, tablet, maupun smartphone.



Gambar 2. Monitoring Data Pembacaan Sensor
Sumber: Dokumentasi Sistem Monitoring

Pelaksanaan pelatihan di awalai dengan kegiatan pembukaan terlebih dahulu dan sambutan dari Ketua TIM PKM. Pelatihan dimulai dengan pemaparan materi kemudian Guru diberikan kesempatan dalam mencoba Teknologi IoT dan sistem monitoring secara langsung.



Gambar 3. Proses Pelatihan Teknologi IoT Perikanan Berbasis ESP 32
Sumber: Dokumentasi Kegiatan PKM 2026

Materi yang dipaparkan selama pelatihan meliputi Teknologi IoT Perikanan berbasis ESP32 dan sistem monitoring berbasis web. Materi disampaikan secara bertahap melalui penjelasan konsep, demonstrasi langsung, dan praktik penggunaan perangkat IoT. Selain itu, peserta diberikan demonstrasi mengenai cara kerja sistem monitoring berbasis web sehingga data kondisi perairan yang diperoleh sensor dapat dipantau secara *real time* melalui aplikasi web. Kegiatan ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret sekaligus mendukung penerapan pembelajaran kontekstual pada materi *Internet of Things* (IoT) di SMK. Penerapan teknologi tersebut diarahkan untuk mendukung *micro nano learning* yang menyajikan materi secara singkat, terarah, dan mudah dipahami, serta

dipadukan dengan prinsip pembelajaran mendalam (*deep learning*) melalui kegiatan analisis, refleksi, dan pemecahan masalah nyata.

Untuk mengukur peningkatan kapabilitas guru dilakukan pengisian instrumen peningkatan kapabilitas dilakukan setelah pelaksanaan pelatihan. Adapun instrumen ini memiliki 10 Pertanyaaan dengan jawaban menggunakan skala *likert* 1-5. Berdasarkan hasiil jawaban responden didapatkan hasil sebagai berikut

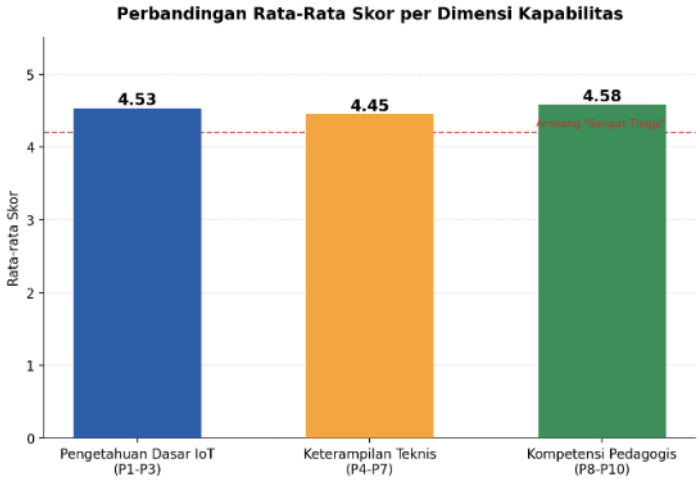
Tabel 3. Hasil Instrumen Peningkatan Kapabilitas Guru

NO	Pertanyaan	Rerata Jawaban	Kategori
1	Saya memahami konsep dasar Internet of Things (IoT) dan prinsip kerjanya dalam sistem monitoring.	4,5	Sangat Baik
2	Saya memahami fungsi sensor, mikrokontroler, komunikasi data, dan dashboard sebagai bagian dari sistem IoT.	4,6	Sangat Baik
3	Saya mampu menjelaskan hubungan antara parameter kualitas air perikanan dengan jenis sensor elektronik yang digunakan untuk mengukurnya.	4,5	Sanga Baik
4	Saya mampu menentukan komponen elektronika yang diperlukan untuk merancang sistem monitoring kualitas air berbasis IoT.	4,4	Sangat Baik
5	Saya mampu mengintegrasikan sensor dengan mikrokontroler ESP32 untuk memperoleh data parameter lingkungan perairan.	4,5	Sangat Baik
6	Saya mampu menjelaskan proses akuisisi, pengiriman, dan visualisasi data pada sistem monitoring kualitas air berbasis IoT.	4,3	Sangat Baik
7	Saya mampu membaca dan menginterpretasikan data hasil monitoring kualitas air yang ditampilkan melalui dashboard IoT.	4,6	Sangat Baik
8	Saya mampu menghubungkan tema IoT untuk perikanan dengan kompetensi yang terdapat dalam mata pelajaran Teknik Elektronika yang saya ajarkan.	4,6	Sangat Baik
9	Saya mampu merancang kegiatan pembelajaran Teknik Elektronika dengan menggunakan IoT untuk perikanan sebagai tema pembelajaran kontekstual.	4,6	Sangat Baik
10	Setelah mengikuti pelatihan, saya memiliki kesiapan untuk menerapkan pembelajaran tematik IoT untuk perikanan dalam pembelajaran di sekolah	4,5	Sangat Baik

Sumber: Hasil Olah Data Kuisionel Kegiatan PKM 2026

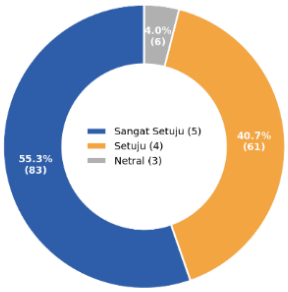
Butir dengan skor tertinggi adalah P2 (pemahaman fungsi sensor, mikrokontroler, komunikasi data, dan dashboard), P7 (kemampuan membaca dan menginterpretasikan data dashboard), P8 (menghubungkan tema IoT perikanan dengan kompetensi mata pelajaran), dan P9 (merancang

pembelajaran bertema IoT perikanan). Sementara itu, skor terendah meski tetap pada kategori Sangat Tinggi terdapat pada P6 (menjelaskan proses akuisisi, pengiriman, dan visualisasi data; mean = 4,27), yang mengindikasikan bahwa aspek pemahaman alur data secara teknis merupakan area yang relatif membutuhkan penguatan lebih lanjut dibanding butir-butir lainnya. Pengelompokan butir ke dalam tiga dimensi menunjukkan pola sebagai berikut: dimensi Kompetensi Pedagogis memperoleh rata-rata tertinggi (4,58), diikuti Pengetahuan Dasar IoT (4,53), dan Keterampilan Teknis (4,45).



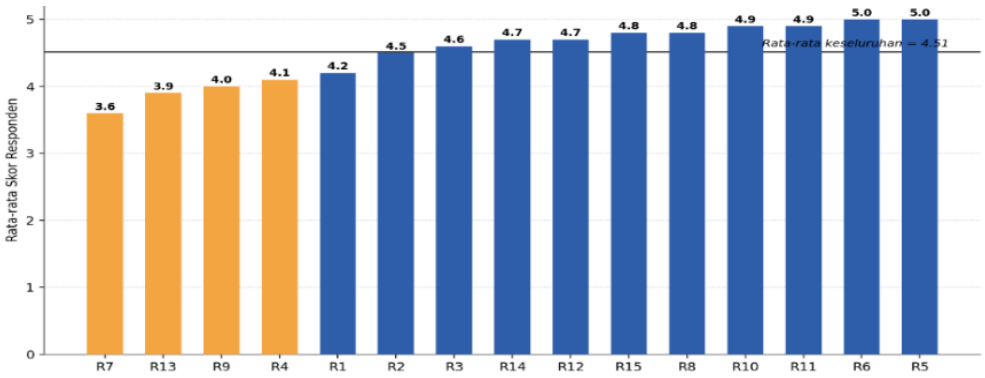
Gambar 4. Perbandingan rata-rata skor per dimensi kapabilitas
Sumber: Hasil Olah Data Kuisionel Kegiatan PKM 2026

Pada studi ini, guru menunjukkan kepercayaan diri yang sedikit lebih tinggi dalam merancang pembelajaran (dimensi pedagogis) dibandingkan dalam aspek teknis murni, yang mengindikasikan keberhasilan pelatihan dalam menjembatani pengetahuan teknis dengan praktik mengajar sejalan dengan gagasan integrasi pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten (TPACK) yang dibahas lebih lanjut pada bagian pembahasan.



Gambar 5. Distribusi keseluruhan jawaban responden
Sumber: Hasil Olah Data Kuisionel Kegiatan PKM 2026

Berdasarkan Gambar 5, pada level individu, rata-rata skor per responden berkisar antara 3,6 hingga 5,0 dengan rata-rata keseluruhan 4,51 dan standar deviasi 0,44, menunjukkan variasi capaian yang relatif kecil antar-responden.



Gambar 6. Sebaran skor rata-rata tiap responden (diurutkan dari terendah ke tertinggi)
Sumber: Hasil Olah Data Kuisionel Kegiatan PKM 2026

Hanya satu responden (R7) yang memperoleh rata-rata di bawah kategori Sangat Tinggi (3,6 kategori Tinggi/Setuju), sementara dua responden (R5 dan R6) mencapai skor maksimum 5,0 pada seluruh butir. Secara umum, tidak ditemukan responden dengan persepsi negatif terhadap pelatihan.

Kuesioner pasca pelatihan dalam studi ini secara metodologis sejalan dengan Level 1 (Reaction) dan Level 2 (Learning) pada model evaluasi pelatihan empat level Kirkpatrick. Level pertama menilai bagaimana peserta memandang relevansi dan manfaat pelatihan, sedangkan level kedua menilai sejauh mana pengetahuan dan keterampilan yang dituju benar-benar diperoleh (Kirkpatrick dan Kirkpatrick, 1994). Model ini masih menjadi kerangka evaluasi pelatihan yang paling banyak dipakai lintas disiplin, termasuk dalam pendidikan dan pelatihan berbasis teknologi (Alsalamah & Callinan, 2021).

Hasil keseluruhan studi ini berada pada kategori sangat tinggi dan sejalan dengan temuan pelatihan IoT bagi guru vokasi lain di Indonesia. Pelatihan trainer IoT bagi guru SMK Negeri Poncol yang dievaluasi dengan pendekatan Kirkpatrick melaporkan reaksi peserta yang positif dan tinggi (Yusuf et al., 2024). Pelatihan berbasis Node RED bagi guru juga menunjukkan bahwa sebagian besar peserta menilai topik pelatihan sangat relevan dan media pelatihan sangat mendukung (Damayanti et al., 2025). Pelatihan penguatan kompetensi PLC-IoT bagi guru SMK bahkan memperlihatkan peningkatan nilai dari *pre-test* ke *post-test* yang cukup besar (Suryatini et al., 2026). Peningkatan kapabilitas yang konsisten tinggi pada berbagai konteks pelatihan IoT bagi guru vokasi ini memperkuat keyakinan terhadap validitas temuan studi ini.

Dimensi Kompetensi Pedagogis yang sedikit lebih unggul dibanding Keterampilan Teknis dapat dijelaskan melalui kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) yang dikembangkan Mishra dan Koehler. Kerangka ini menegaskan bahwa integrasi teknologi yang efektif dalam pembelajaran menuntut perpaduan tiga ranah pengetahuan, yaitu konten, pedagogi, dan teknologi, bukan sekadar penguasaan teknis (Mishra & Koehler, 2006; Koehler et al., 2014). Capaian yang tinggi pada butir P8 dan P9, yakni menghubungkan tema IoT dengan kompetensi mata pelajaran dan merancang pembelajaran bertema IoT, menunjukkan bahwa pelatihan mampu mendorong guru melampaui penguasaan teknis (*Technological Knowledge*) menuju pengetahuan pedagogis-teknologis (*Technological Pedagogical Knowledge*), yang menjadi inti keberhasilan integrasi teknologi di kelas. Temuan ini juga sejalan dengan teori efikasi diri (*self-efficacy*) Bandura, yang menyatakan bahwa keyakinan seseorang terhadap kemampuannya menyelesaikan suatu tugas ikut menentukan perilaku dan kegigihannya dalam menjalankan tugas tersebut (Bandura, 1997). Penelitian dalam konteks integrasi teknologi pendidikan secara konsisten menunjukkan bahwa efikasi diri guru berkorelasi positif dan signifikan dengan penggunaan teknologi di kelas (Aljuzayri, 2004). Tingginya kesiapan implementasi pada butir P10 menjadi indikasi kuat bahwa pelatihan telah membangun efikasi diri guru, yang secara teoritis merupakan prediktor penting bagi keberlanjutan penerapan pembelajaran berbasis IoT di kelas setelah pelatihan.

KESIMPULAN

Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat telah terlaksana melalui sosialisasi, pengembangan perangkat *Internet of Things* berbasis ESP32 dan sistem monitoring berbasis web, pelatihan, pendampingan, serta evaluasi terhadap guru Teknik Elektronika. Kegiatan melibatkan 15 guru dari empat Sekolah Menengah Kejuruan di Kota Makassar dan menghasilkan perangkat *Internet of Things* untuk monitoring kondisi perikanan, sistem monitoring berbasis web, serta panduan penggunaan yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran kontekstual. Hasil evaluasi menunjukkan rata-rata keseluruhan kapabilitas guru sebesar 4,51 dengan kategori sangat tinggi. Dimensi kompetensi pedagogis memperoleh rata-rata 4,58, pengetahuan dasar *Internet of Things* sebesar 4,53, dan keterampilan teknis sebesar 4,45. Distribusi respons juga menunjukkan 55,3 persen berada pada kategori sangat setuju, 40,7 persen setuju, dan 4,0 persen netral, tanpa respons tidak setuju maupun sangat tidak setuju. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan memberikan dukungan terhadap pemahaman dan kesiapan guru dalam mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* ke dalam pembelajaran Teknik Elektronika. Integrasi pembelajaran berbasis proyek, *micro nano learning*, dan pembelajaran mendalam melalui konteks perikanan memberikan pengalaman yang lebih aplikatif dan relevan bagi guru. Perangkat dan sistem yang diberikan dapat menjadi sarana untuk mengembangkan pembelajaran yang menghubungkan

konsep sensor, mikrokontroler, komunikasi data, dan *Internet of Things* dengan permasalahan nyata. Untuk keberlanjutan program, pendampingan dan komunikasi dengan guru perlu dipertahankan agar implementasi teknologi dapat terus dikembangkan dan diterapkan dalam pembelajaran di sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucaapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam kegiatan pengabdian serta peran apa yang telah dilakukan sehingga kegiatan pengabdian masyarakat berjalan dengan baik. Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan (Ditjen Risbang) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) yang telah memberikan dana hibah untuk melaksanakan kegiatan PKM ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, S. T., Watrianthos, R., Samala, A. D., Muskhir, M., & Dogara, G. (2023). Project-based Learning in Vocational Education : A Bibliometric Approach. *I.J. Modern Education and Computer Science*, *15*(4), 43–56. https://doi.org/10.5815/ijmecs.2023.04.04

Aljuzayri, Z. H. (2004). The Relationship Between U . S . High School Science Teacher ' s Self -Efficacy , Professional Development , and Use of Technology in Classrooms. *Journal Of Research In Science, Mathematics And Technology Education DOI:*, *4*(1), 45–62. https://doi.org/10.31756/jrsmte.414

Alsalamah, A., & Callinan, C. (2021). The Kirkpatrick model for training evaluation: bibliometric analysis after 60 years (1959–2020). *Industrial and Commercial Training*, *54*(1), 36–63. https://doi.org/10.1108/ICT-12-2020-0115

Damayanti, A. M., Sarifudin, Nor, S., & Ahyadi, Z. (2025). Peningkatan Kompetensi Guru SMK Negeri 5 Banjarmasin melalui Pelatihan Internet of Things (IoT) Berbasis Node-RED. *I-Com: Indonesian Community Journal*, *5*(4), 1828–1836. https://doi.org/10.70609/i-com.v5i4.8071

Feriyanto, F., & Anjariyah, D. (2024). Deep Learning Approach Through Meaningful , Mindful , and Joyful Learning : A Library Research. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, *5*(2), 208–212.

Hu, C.-C., Yeh, H.-C., & Chen, N.-S. (2023). Teacher development in robot and IoT knowledge, skills, and attitudes with the use of the TPACK-based Support-Stimulate-Seek approach. *Interactive Learning Environments*, *31*(9), 5811–5830. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2019058

Kayohana, K. W., Asnawi, R., & Amaria, M. A. (2023). The effectiveness of iot-based learning media for supporting the expertise program of renewable energy engineering in vocational high school. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, *29*(2 SE-Articles), 170–188. https://doi.org/10.21831/jptk.v29i2.52766

Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). *The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework BT - Handbook of Research on Educational*

Communications and Technology (J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (eds.); pp. 101–111). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9

Kohnke, L., Foung, D., & Zou, D. (2024). Microlearning: A new normal for flexible teacher professional development in online and blended learning. *Education and Information Technologies*, *29*(4), 4457–4480. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11964-6

Mishra, Punya, & Koehler, Matthew J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, *108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Pramudita, R., Somantri, M., & Rizqulloh, M. A. (2025). Workshop on IoT EDUTrainee Utilization to Enhance Competency of Vocational School Teachers in IoT Implementation. *REKA ELKOMIKA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *6*(1), 1–10.

Sudira, P., Nurtanto, M., Masrifah, N., Nurdianah, E., & Mutohhari, F. (2022). Online Project-Based Learning (O-PjBL): Effectiveness in Teachers Training and Coaching in Vocational Education. *Journal of Education Technology*, *6*(2 SE-Articles), 326–337. https://doi.org/10.23887/jet.v6i2.41195

Suryatini, F., Sunarya, A. S., & Pancono, S. (2026). Penguatan kompetensi PLC–IOT bagi guru SMK untuk mendukung pembelajaran industri 4.0. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, *7*(10), 267–285. https://doi.org/10.33474/jp2m.v7i1.24564

Tafakur, T., Retnawati, H., & Shukri, A. A. M. (2023). Effectiveness of project-based learning for enhancing students critical thinking skills: A meta-analysis. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, *9*(2 SE-Articles), 191–209. https://doi.org/10.22219/jinop.v9i2.22142

Waldia, N., Sonawane, S., Mali, M., & Jadhav, V. (2023). Microlearning strategies for teacher professional development in the era of fourth industrial revolution in India. *Je-LKS: Journal of E-Learning and Knowledge Society*, *19*(03). https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135866

Widyastuti, W., Widyasari, C., Rahmawati, F. P., & Minsih, M. (2025). Implementasi Prinsip Pengelolaan Meaningful, Mindful, dan Joyful Learning dalam Proses Pembelajaran Mendalam: Studi Kasus di Sekolah Dasar Islam Terpadu. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, *9*(5 SE-Articles), 2172–2181. https://doi.org/10.31004/obsesi.v9i5.7339

Yusuf, A. R., Prasetyo, A., & Setyawan, M. B. (2024). Pemanfaatan Trainer Internet Of Things Untuk Meningkatkan Kompetensi Guru Vokasi Di SMK Negeri Poncol. *Ganesha Jurunal Pengabdian Masyarakat*, *4*(2), 221–229.