

Pelatihan *Internet of Things* Berbasis *Embedded System* untuk Meningkatkan Kompetensi Penelitian Mahasiswa Teknologi Informasi

Yuwaldi Away^{a*}, Andri Novandri^b, Isyatur Raziah^c

^{a*} Program Studi Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, Indonesia.

^b Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, Indonesia.

^c Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh, Indonesia.

ABSTRACT

The rapid advancement of *Internet of Things* (IoT) technology requires Information Technology students to go beyond theoretical understanding and develop hands-on technical skills in building functional real-world systems. This community service activity aims to strengthen students' research competence through integrated training on *Embedded Systems* and IoT. The implementation approach encompasses theoretical instruction on foundational concepts, hardware familiarization, and direct practice in programming and system integration. Training materials cover the use of the ESP8266 microcontroller, temperature and humidity sensors (DHT22), voltage and current sensors (INA219), the Node-RED platform, and *Cloud Server*-based databases. Data transmission was carried out using an internet-based communication protocol, while Node-RED served as the primary platform for data flow management and real-time dashboard visualization. The outcomes demonstrate measurable improvement in participants' ability to design remote monitoring systems, perform real-time data visualization, and apply datalogging techniques. These competencies are expected to support the quality of undergraduate final research projects and technology-based innovation initiatives relevant to current societal needs.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) menuntut mahasiswa Program Studi Teknologi Informasi untuk tidak sekadar memahami konsep teoritis, melainkan juga memiliki keterampilan teknis dalam membangun sistem nyata yang fungsional. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kompetensi penelitian mahasiswa melalui pelatihan terpadu antara *Embedded System* dan IoT. Metode pelaksanaan mencakup pemaparan teori konsep dasar, pengenalan perangkat keras, serta praktik langsung pemrograman dan integrasi sistem. Materi pelatihan meliputi penggunaan mikrokontroler ESP8266, sensor suhu dan kelembapan (DHT22), sensor tegangan dan arus (INA219), platform Node-RED, serta basis data berbasis *Cloud Server*. Pengiriman data dilakukan menggunakan protokol komunikasi berbasis internet, sementara Node-RED dimanfaatkan sebagai platform utama pengelolaan alur data dan visualisasi *dashboard* secara *real-time*. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan kemampuan peserta dalam merancang sistem pemantauan jarak jauh, visualisasi data secara *real-time*, dan teknik *datalogging*. Kompetensi tersebut diharapkan dapat menunjang kualitas penelitian tugas akhir mahasiswa serta mendorong lahirnya proyek inovasi teknologi terapan yang relevan dengan kebutuhan masyarakat.

ARTICLE HISTORY

Received 30 December 2025

Accepted 1 February 2026

Published 1 March 2026

KEYWORDS

Internet of Things; Embedded System; Node-RED; Cloud Server.

KATA KUNCI

Internet of Things; Embedded System; Node-RED; Cloud Server.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital saat ini mendorong integrasi antara dunia fisik dan dunia digital melalui konsep *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung, berkomunikasi, serta bertukar data secara *real-time* melalui jaringan internet tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung. Penerapan IoT telah meluas pada berbagai bidang, seperti *smart home*, pemantauan lingkungan, sistem energi terbarukan, hingga industri cerdas, sehingga menuntut sumber daya manusia yang memiliki kompetensi teknis dan analitis yang memadai, khususnya di bidang teknologi informasi (Ramu et al., 2021). Di sisi lain, mahasiswa Program Studi Teknologi Informasi dituntut tidak hanya memahami konsep teoretis, tetapi juga mampu mengimplementasikan teknologi terkini dalam kegiatan penelitian dan pengembangan. Namun, masih ditemukan keterbatasan kompetensi mahasiswa dalam mengintegrasikan perangkat keras dengan *platform* IoT secara menyeluruh, mulai dari pengambilan data sensor, pengolahan data pada mikrokontroler, hingga visualisasi data pada *cloud server*. Keterbatasan tersebut berdampak pada rendahnya kualitas dan variasi topik penelitian mahasiswa yang berbasis teknologi terapan (Kavitha & Malathi, 2019).

Embedded system berperan sebagai komponen kunci dalam implementasi IoT karena berfungsi sebagai penghubung antara dunia fisik dan dunia digital. Sistem tersebut mampu mengolah data dari sensor secara *real-time*, bekerja dengan konsumsi daya rendah, serta beroperasi secara kontinu. Integrasi *embedded system* dengan teknologi IoT memungkinkan pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian jarak jauh yang aplikatif, seperti sistem pemantauan suhu dan kelembapan, pencatatan data lingkungan, serta *monitoring* performa panel surya secara *real-time* (Pavithra & Balakrishnan, 2015). Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kompetensi penelitian mahasiswa Teknologi Informasi melalui pelatihan *Internet of Things* berbasis *embedded system*. Pelatihan dirancang secara aplikatif dengan memperkenalkan konsep dasar IoT, peran *embedded system*, serta implementasi nyata menggunakan sensor, mikrokontroler berbasis Wi-Fi, *platform* IoT, dan *cloud server*. Mahasiswa diharapkan mampu merancang dan mengimplementasikan sistem IoT dari tingkat sederhana hingga menengah sebagai dasar pengembangan penelitian, tugas akhir, maupun inovasi teknologi terapan, sekaligus mendorong lahirnya karya penelitian yang relevan dengan kebutuhan masyarakat dan perkembangan teknologi masa depan (Lecik & Gardasevic, 2018).

2. Metode

Kegiatan pelatihan dilaksanakan dalam bentuk teori, praktik, dan diskusi secara tatap muka di Laboratorium Teknologi Informasi, Universitas Teuku Umar, yang diikuti oleh mahasiswa aktif program studi. Metode kegiatan dirancang secara bertahap dan aplikatif agar peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengimplementasikan teknologi IoT sebagai dasar pengembangan penelitian. Alat dan bahan utama yang digunakan meliputi mikrokontroler berbasis ESP8266, sensor DHT22, sensor INA219, serta perangkat lunak pendukung seperti Arduino IDE, Node-RED, dan layanan *Cloud Server* (IDCloudHost). Materi pelatihan dibagi ke dalam lima sesi pelaksanaan sebagai berikut.

- 1) Sesi 1 — Persiapan. Tahap ini dilakukan untuk memastikan kelancaran dan ketercapaian tujuan kegiatan. Dilakukan identifikasi kebutuhan peserta terkait pemahaman IoT dan *embedded system* dalam konteks penelitian mahasiswa. Tim pengabdian menyiapkan modul pelatihan, perangkat keras dan perangkat lunak, serta skenario praktik yang disesuaikan dengan tingkat kompetensi peserta, meliputi sensor, mikrokontroler berbasis Wi-Fi, *platform* IoT, serta *cloud server* untuk penyimpanan dan visualisasi data (Hasni & Saparudin, 2023).



(a) (b)
Gambar 1. Penjelasan materi mengenai *Internet of Things*

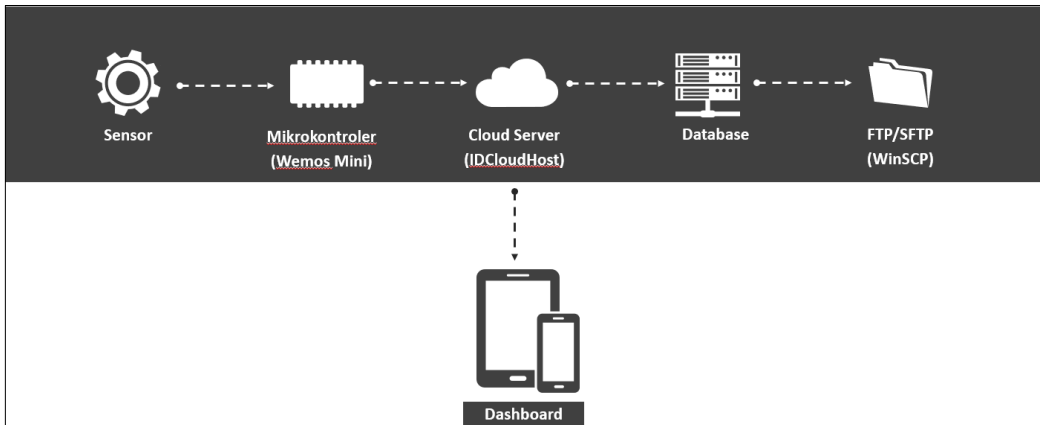
- 2) Sesi 2 — Penyampaian Materi. Materi disampaikan melalui metode ceramah interaktif dan diskusi, mencakup konsep dasar *Internet of Things*, komponen utama sistem IoT, karakteristik dan pemanfaatan *embedded system*, serta perannya sebagai penghubung antara dunia fisik dan digital. Peserta juga diperkenalkan dengan arsitektur sistem IoT, alur transfer data, serta contoh penerapan IoT pada sistem pemantauan lingkungan dan energi terbarukan.
- 3) Sesi 3 — Praktik Langsung. Sesi ini merupakan inti kegiatan pelatihan. Peserta dibimbing merancang dan mengimplementasikan sistem IoT sederhana berbasis *embedded system*, meliputi pemrograman mikrokontroler menggunakan *Integrated Development Environment (IDE)*, pembacaan data sensor, pengiriman data ke *cloud server* menggunakan protokol komunikasi berbasis internet, serta penyimpanan data ke dalam *database*. Peserta juga dilatih menampilkan data secara *real-time* dan historis melalui visualisasi *dashboard*. Metode *learning by doing* diterapkan agar peserta memperoleh pengalaman langsung dalam membangun sistem IoT yang fungsional (Chandra et al., 2021).
- 4) Sesi 4 — Evaluasi. Evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman dan keterampilan peserta setelah mengikuti pelatihan, melalui pengamatan langsung selama praktik, diskusi reflektif, serta penugasan sederhana berupa pengembangan skenario penelitian berbasis IoT dan *embedded system*. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai peningkatan kompetensi peserta serta efektivitas metode pelatihan yang diterapkan.
- 5) Sesi 5 — Tindak Lanjut. Peserta didorong untuk mengembangkan sistem IoT yang telah dibangun menjadi topik penelitian, proyek tugas akhir, atau karya inovasi berbasis teknologi terapan. Tim pengabdian memberikan arahan dan pendampingan awal terkait pengembangan ide penelitian, sehingga hasil pelatihan tidak berhenti pada tataran praktik semata, melainkan berlanjut dalam bentuk kegiatan akademik dan penelitian mahasiswa.

3. Hasil

3.1 Konsep Arsitektur IoT dan *Embedded System*

Pada kegiatan pelatihan, peserta diperkenalkan dengan konsep arsitektur *Internet of Things (IoT)* yang terdiri dari beberapa lapisan utama, yaitu lapisan perangkat (*device layer*), lapisan jaringan (*network layer*), lapisan pemrosesan data (*processing layer*), dan lapisan aplikasi (*application layer*) (Nugraha et al., 2023). *Embedded system* ditempatkan pada lapisan perangkat sebagai komponen inti yang berfungsi membaca data dari sensor, melakukan pemrosesan awal, serta mengirimkan data ke jaringan internet. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta mampu memahami alur kerja sistem IoT secara menyeluruh, mulai dari akuisisi data pada lingkungan fisik hingga penyajian informasi dalam bentuk visualisasi digital. Dengan memahami struktur arsitektur IoT, mahasiswa dapat menentukan posisi *embedded system*

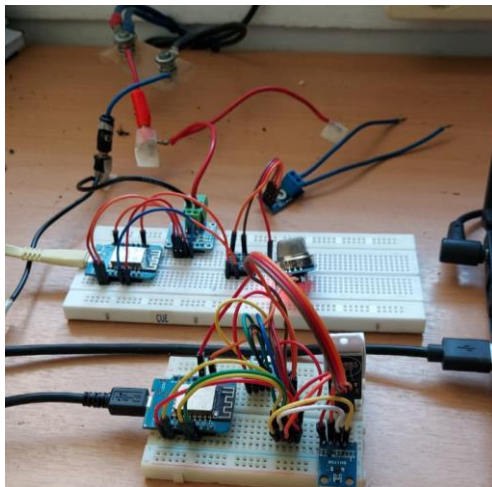
secara tepat sebagai penghubung antara dunia fisik dan digital, sekaligus sebagai pengendali utama sistem.



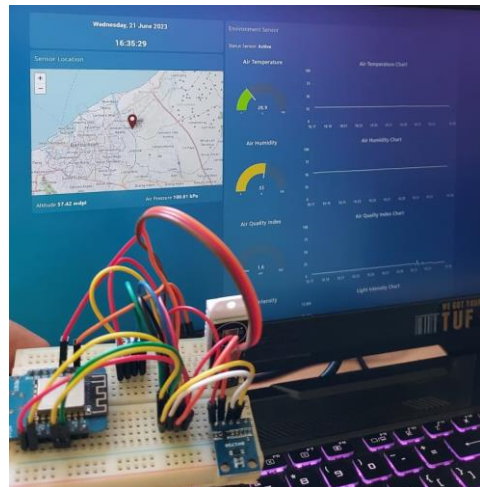
Gambar 2. Alur transfer data

3.2 Implementasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada tahap implementasi perangkat keras, peserta dilatih menghubungkan berbagai sensor dengan mikrokontroler berbasis Wi-Fi sebagai inti *embedded system*. Sensor digunakan untuk mengukur parameter fisik seperti suhu, kelembapan, arus, dan tegangan listrik, sementara mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data sensor yang bekerja secara *real-time* dengan konsumsi daya rendah. Hasil implementasi menunjukkan bahwa peserta mampu melakukan perakitan perangkat keras, memahami fungsi masing-masing komponen, serta memastikan sistem bekerja secara stabil. Data sensor dapat dibaca secara periodik dan diproses sebelum dikirimkan ke server. Melalui tahap ini, mahasiswa memperoleh pengalaman langsung dalam membangun sistem *embedded* yang andal, sekaligus meningkatkan pemahaman terhadap keterkaitan antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem IoT.



(a)



(b)

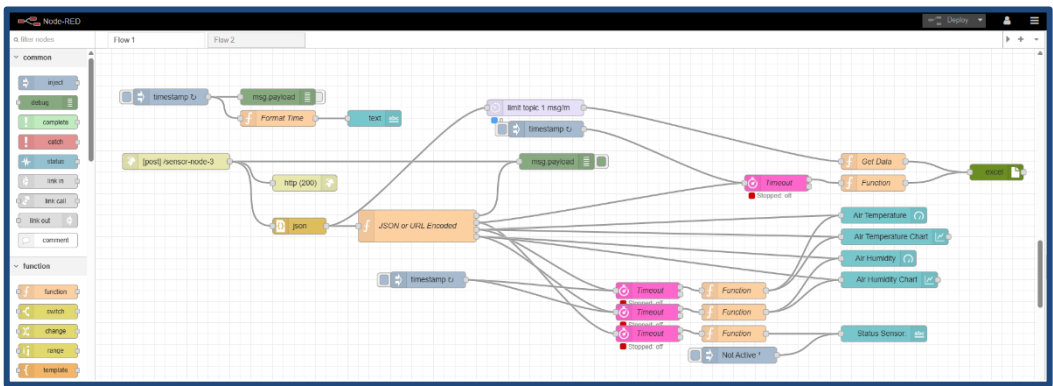
Gambar 3. Implementasi nyata: (a) Rangkaian alat *monitoring* suhu, (b) *Dashboard*

3.3 Integrasi Platform IoT dan Cloud Server

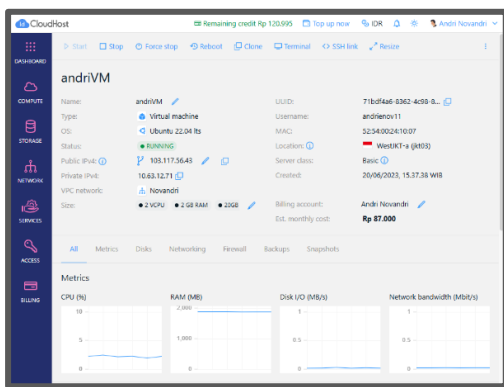
Integrasi *platform* IoT dan *cloud server* menjadi tahap penting dalam pelatihan karena memungkinkan sistem yang dibangun dapat diakses dan dipantau secara jarak jauh. Peserta mempelajari mekanisme pengiriman data dari mikrokontroler ke server menggunakan protokol komunikasi berbasis internet dengan format data terstruktur. Data yang diterima server selanjutnya disimpan ke dalam *database*

berdasarkan *timestamp* dan divisualisasikan melalui *dashboard* berbasis web. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta mampu memahami konsep *cloud computing* dan implementasinya dalam sistem IoT, di mana data sensor dapat ditampilkan secara *real-time* serta dianalisis melalui grafik historis. Salah satu materi utama dalam pelatihan ini adalah penggunaan Node-RED sebagai *platform* IoT berbasis *Flow-Based Programming* yang menyediakan antarmuka grafis berbasis web. Peserta dapat membangun alur kerja pengiriman data hanya dengan metode *drag and drop* tanpa harus menulis kode yang kompleks. Untuk penyimpanan data, peserta dilatih menggunakan *Virtual Private Server (VPS)* dari penyedia layanan IDCloudHost. Alur transfer data yang diajarkan adalah sebagai berikut:

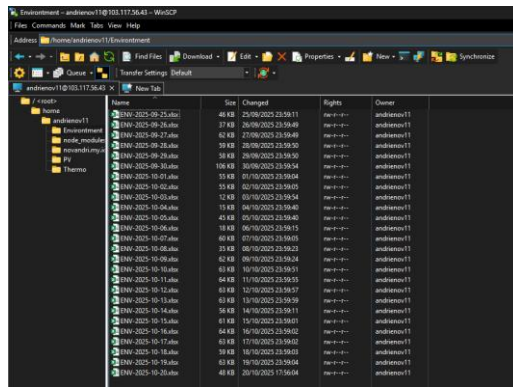
- 1) Sensor membaca data lingkungan.
- 2) Mikrokontroler mengirim data dalam format JSON melalui protokol HTTP.
- 3) Server menerima data, memprosesnya melalui Node-RED, dan menyimpannya ke *database*.
- 4) Manajemen file di server dilakukan secara aman menggunakan SFTP (WinSCP).



Gambar 4. Rancangan aliran data pada Node-RED



(a)

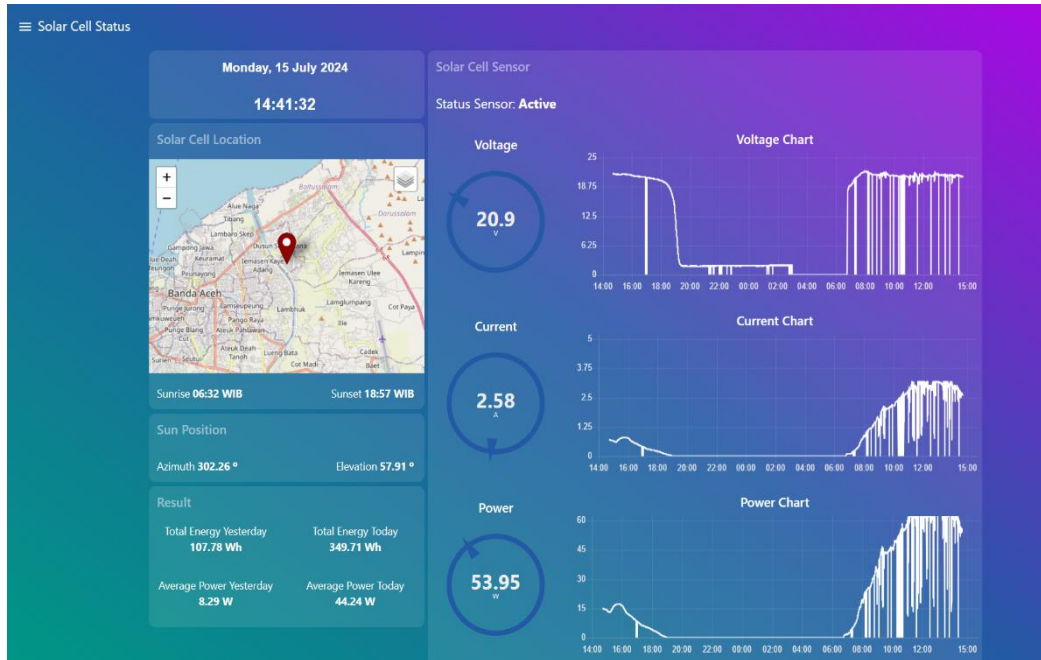


(b)

Gambar 5. Tampilan (a) Cloud server, (b) FTP/SFTP

3.4 Studi Kasus: Monitoring Panel Surya dan Suhu Ruangan

Sebagai bentuk penerapan nyata, pelatihan menggunakan studi kasus *monitoring* panel surya dan suhu ruangan berbasis IoT. Sistem dirancang untuk memantau parameter lingkungan seperti suhu dan kelembapan udara, serta parameter listrik berupa arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya. Data yang diperoleh ditampilkan secara *real-time* dan direkam sebagai data historis untuk keperluan analisis. Sistem *monitoring* panel surya memantau tegangan, arus, dan daya, serta kondisi lingkungan secara langsung, yang ditampilkan dalam bentuk grafik visualisasi *real-time* mencakup informasi energi harian. Adapun *monitoring* suhu ruangan digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan guna menganalisis tingkat kenyamanan termal bangunan, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan seperti pemasangan ventilasi atau pendingin ruangan. Kedua studi kasus ini mendemonstrasikan kemampuan sistem dalam melakukan *datalogging* dan visualisasi data yang dapat dipantau dari mana saja.



Gambar 6. Tampilan *dashboard* IoT untuk memonitor tegangan dan arus



(a)



(b)

Gambar 7. Penyerahan bingkisan oleh dosen pemateri.

4. Pembahasan

Hasil pelatihan secara keseluruhan menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis praktik langsung (*learning by doing*) efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis mahasiswa di bidang IoT dan *embedded system*. Peserta yang sebelumnya hanya memiliki pemahaman teoritis terbatas mampu merancang dan mengoperasikan sistem IoT fungsional secara mandiri setelah mengikuti seluruh sesi pelatihan. Pemahaman terhadap arsitektur IoT menjadi fondasi penting yang memudahkan peserta dalam memahami alur kerja sistem secara menyeluruh. Dengan mengetahui posisi dan fungsi *embedded system* dalam setiap lapisan arsitektur, mahasiswa dapat merancang sistem yang lebih terstruktur dan efisien. Implementasi perangkat keras menggunakan mikrokontroler ESP8266 bersama sensor DHT22 dan INA219

memberikan pengalaman nyata dalam membangun sistem akuisisi data yang stabil dan andal. Integrasi Node-RED sebagai *platform* berbasis *Flow-Based Programming* terbukti mempercepat proses pengembangan sistem IoT karena peserta tidak perlu menguasai pemrograman tingkat lanjut untuk membangun alur transfer data yang kompleks. Penggunaan *cloud server* berbasis VPS juga memberikan pemahaman praktis mengenai pengelolaan data jarak jauh, yang merupakan kompetensi penting dalam penelitian berbasis teknologi digital. Studi kasus *monitoring* panel surya dan suhu ruangan berhasil menunjukkan relevansi teknologi IoT terhadap permasalahan nyata di masyarakat, sekaligus membuka wawasan mahasiswa terhadap potensi topik penelitian tugas akhir yang aplikatif. Kegiatan pengabdian ini memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kesiapan mahasiswa menghadapi tantangan penelitian berbasis teknologi digital (Lecic & Gardasevic, 2018).

5. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pengabdian yang telah dilaksanakan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Pelatihan *Internet of Things* berbasis *embedded system* berhasil meningkatkan pemahaman mahasiswa Teknologi Informasi mengenai konsep dasar arsitektur IoT dan peran *embedded system* sebagai penghubung antara dunia fisik dan dunia digital.
- 2) Mahasiswa mampu mengimplementasikan perangkat keras IoT, meliputi perakitan sensor dan mikrokontroler, serta melakukan pemrograman *embedded system* untuk akuisisi dan pengolahan data secara *real-time*.
- 3) Integrasi sistem IoT dengan Node-RED sebagai *platform* dan *cloud server* dapat dipahami dan diterapkan dengan baik, yang ditunjukkan melalui keberhasilan pengiriman, penyimpanan, dan visualisasi data sensor secara *real-time* maupun historis.
- 4) Kegiatan pelatihan ini mendorong peningkatan motivasi dan kesiapan mahasiswa dalam mengembangkan penelitian berbasis IoT dan *embedded system* sebagai topik tugas akhir maupun penelitian lanjutan.
- 5) Pelatihan ini berhasil memberikan wawasan dan keterampilan praktis kepada mahasiswa Teknologi Informasi dalam merancang bangun sistem IoT mulai dari *layer* fisik hingga *layer* aplikasi.

Referensi

- Chandra, M. B., Puneeth, K., & Dubey, G. (2021). Moisture level sensor using Node-RED. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 7(2), 406–412. <https://doi.org/10.32628/CSEIT217283>
- Hasni, N., & Saparudin, F. A. (2023). Water level monitoring system user interface using Node-RED. *Progress in Engineering Application and Technology*, 4(2), 403–414.
- Kavitha, V., & Malathi, V. (2019). A smart solar PV monitoring system using IoT. *Proceedings of the First International Conference on Secure Reconfigurable Architectures & Intelligent Computing (SRAIC)*, 19–33. <https://doi.org/10.5121/csit.2019.91502>
- Lecic, M., & Gardasevic, G. (2018). IoT sensor integration to Node-RED platform. *Proceedings of the 17th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2018.8345544>
- Nugraha, H., Hermawan, A. D., Mulya, M. A. J., Firmansyah, I., & Suryadi. (2023). Temperature sensor integration into the Node-RED platform for transformer monitoring. *Proceedings of the 4th Engineering Physics International Conference (EPIC)*, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2673/1/012037>

- Pavithra, D., & Balakrishnan, R. (2015). IoT based monitoring and control system for home automation. *Proceedings of the Global Conference on Communication Technologies (GCCT)*, 169–173. <https://doi.org/10.1109/GCCT.2015.7342646>
- Ramu, S. K., Irudayaraj, G. C. R., & Elango, R. (2021). An IoT-based smart monitoring scheme for solar PV applications. In *Electrical and electronic devices, circuits, and materials* (pp. 211–233). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119755104.ch12>.