

**INSTALASI ALAT BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK
MONITORING ALIRAN LISTRIK PADA WORKSHOP BENGKEL TEKNIK
INSTALASI TENAGA LISTRIK SMK NEGERI 1 TANGERANG**Diyajeng Luluk Karlina^{1*}¹Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia**RIWAYAT ARTIKEL****Diterima:**

09-09-2026

Disetujui:

12-09-2026

Dipublikasi:

13-09-2026

Kata Kunci:*Monitoring Listrik; Internet of Things; Listrik Tiga Fasa; SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang***ABSTRAK**

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilatarbelakangi oleh permasalahan pemantauan aliran listrik pada workshop bengkel Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang. Hasil observasi awal menunjukkan adanya penurunan tegangan pada jaringan listrik tiga fasa, sementara pemantauan masih dilakukan secara manual dan bersifat sesaat. Kegiatan ini bertujuan memasang sistem monitoring aliran listrik berbasis Internet of Things (IoT) untuk membantu pihak sekolah memantau parameter kelistrikan pada Gedung Center of Excellence (CoE). Metode pelaksanaan meliputi identifikasi masalah, observasi lapangan, perancangan perangkat lunak dan perangkat keras, pengujian alat, serta pemasangan sistem monitoring. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT dapat digunakan untuk memantau parameter aliran listrik tiga fasa melalui perangkat dan aplikasi pemantauan yang telah dirancang. Sistem ini membantu guru dan pihak sekolah, khususnya Program Teknik Instalasi Tenaga Listrik, dalam mengetahui kondisi parameter kelistrikan pada siang hari ketika kegiatan belajar mengajar berlangsung maupun pada malam hari ketika gedung tidak digunakan. Sistem yang dipasang juga dapat menjadi sarana kewaspadaan dan pengingat terhadap kondisi penggunaan listrik di workshop.

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan bagian penting dalam berbagai aktivitas manusia sehari-hari. Sejalan dengan perkembangan infrastruktur, teknologi, dan informasi, kebutuhan terhadap energi listrik terus meningkat. Energi listrik digunakan pada berbagai fasilitas, seperti gedung perkantoran, rumah sakit, hotel, universitas, dan sekolah. Agar dapat dimanfaatkan oleh konsumen, energi listrik memerlukan jaringan tenaga listrik yang berfungsi memproduksi, menyalurkan, dan mendistribusikannya kepada pengguna (Apriani, 2021).

Sekolah merupakan salah satu fasilitas yang membutuhkan energi listrik untuk mendukung kegiatan operasional dan pembelajaran. Salah satu bentuk satuan pendidikan formal adalah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan untuk mempersiapkan peserta didik agar memiliki kemampuan bekerja sesuai dengan bidang keahliannya. Pada setiap program keahlian di SMK, khususnya Program Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), tersedia workshop atau bengkel yang digunakan untuk kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum tersebut membutuhkan pasokan energi listrik yang memadai dan berkualitas. Oleh karena itu, kualitas energi listrik yang disalurkan kepada pengguna perlu diperhatikan agar kegiatan pembelajaran dapat berlangsung secara aman dan sesuai kebutuhan.

Dalam proses penyaluran dan penggunaan daya listrik, dapat terjadi berbagai gangguan atau permasalahan kualitas daya, seperti arus berlebih, tegangan berlebih, frekuensi yang berada di bawah kondisi normal, maupun gangguan harmonisa pada jaringan listrik. Gangguan-gangguan tersebut dapat memengaruhi kinerja peralatan listrik dan perlu diperhatikan dalam pengelolaan sistem kelistrikan (Noor et al., 2017; Suryadi, 2016). Untuk mengantisipasi gangguan tersebut, diperlukan pemahaman mengenai batas dan kondisi parameter kelistrikan, antara lain tegangan, arus, frekuensi, dan daya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah monitoring atau pemantauan secara berkelanjutan. Monitoring merupakan kegiatan pengumpulan informasi secara terus-menerus mengenai kondisi suatu objek yang dipantau. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengetahui perubahan kondisi, melakukan evaluasi, serta menentukan kebutuhan perbaikan atau pemeliharaan alat (Aryza et al., 2024).

Pada lingkungan sekolah, khususnya workshop Program Teknik Instalasi Tenaga Listrik, monitoring parameter kelistrikan diperlukan untuk membantu memastikan bahwa pasokan listrik yang digunakan dalam kegiatan praktikum berada dalam kondisi yang sesuai. Pemantauan tersebut juga dapat membantu mengidentifikasi kondisi yang berpotensi menimbulkan gangguan terhadap peralatan praktikum maupun aktivitas pembelajaran. Seiring perkembangan teknologi, sistem monitoring dapat diintegrasikan dengan jaringan internet sehingga informasi kelistrikan dapat diakses secara lebih mudah dan berkelanjutan (Khairunnisa et al., 2025).

Pada kenyataannya, monitoring aliran listrik di sejumlah instansi pendidikan, termasuk workshop bengkel Teknik Instalasi Tenaga Listrik, masih dilakukan secara manual dan bersifat sesaat dengan menggunakan alat ukur konvensional. Pengukuran manual umumnya hanya menggambarkan kondisi kelistrikan pada waktu tertentu, sehingga perubahan atau gangguan yang bersifat fluktuatif berpotensi tidak teridentifikasi secara cepat (Utami et al., 2024). Keterbatasan tersebut menjadi kendala ketika pihak sekolah membutuhkan informasi mengenai kondisi kelistrikan pada waktu yang berbeda, termasuk ketika workshop sedang digunakan maupun ketika gedung tidak sedang digunakan.

Hasil observasi awal pada SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang menunjukkan adanya ketidaksesuaian tegangan pada jaringan listrik tiga fasa di Gedung Center of Excellence (CoE) Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Ketidaksesuaian tersebut berupa penurunan tegangan yang cukup signifikan pada beberapa titik jalur kabel tiga fasa. Namun, temuan awal tersebut diperoleh melalui pengukuran manual menggunakan alat ukur konvensional, sehingga belum dapat diketahui apakah kondisi tersebut hanya bersifat sesaat atau berlangsung secara berkelanjutan. Selain itu, belum tersedianya sistem pemantauan parameter listrik secara real-time menyebabkan pihak sekolah belum dapat memantau kondisi tegangan, arus, frekuensi, dan daya pada workshop secara berkelanjutan. Kondisi ini dapat menyebabkan gangguan kelistrikan, seperti undervoltage, tidak segera diketahui dan ditindaklanjuti.

Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi keterbatasan monitoring manual adalah Internet of Things (IoT). IoT merupakan konsep integrasi perangkat melalui jaringan internet sehingga perangkat dapat mengirimkan, menerima, dan menyajikan informasi secara terhubung. Penerapan IoT dalam sistem pemantauan memungkinkan data dari sensor dikirimkan dan ditampilkan melalui platform daring, sehingga kondisi objek yang dipantau dapat diketahui tanpa harus melakukan pengukuran secara langsung pada setiap waktu (Pasha, 2016). Dalam konteks kelistrikan, IoT dapat digunakan untuk membangun sistem monitoring yang memungkinkan parameter listrik dipantau secara real-time dan berkelanjutan. Penerapan teknologi ini juga telah digunakan untuk memantau kondisi peralatan listrik melalui sistem yang terhubung, sehingga informasi mengenai kondisi peralatan dapat diakses secara lebih mudah dan berkelanjutan (Fabricio et al., 2020). Dengan demikian, teknologi IoT dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan kemudahan akses informasi mengenai kondisi aliran listrik pada suatu bangunan atau fasilitas pendidikan (Apriliyanto et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan melalui pemasangan alat monitoring berbasis Internet of Things untuk memantau aliran listrik pada workshop bengkel Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang. Sistem yang dipasang diharapkan dapat membantu pihak sekolah memantau kondisi aliran listrik tiga fasa secara lebih mudah, baik ketika kegiatan belajar mengajar berlangsung maupun ketika gedung tidak digunakan. Informasi hasil pemantauan juga diharapkan dapat menjadi bahan kewaspadaan dan pengingat dalam mengenali kondisi kelistrikan serta mendukung penggunaan energi listrik yang lebih terpantau.

METODE

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada Workshop Bengkel Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu observasi kebutuhan, perancangan alat monitoring berbasis Internet of Things (IoT), pengujian alat, dan pemasangan sistem monitoring. Kegiatan menggunakan pendekatan deskriptif untuk mengidentifikasi kondisi kelistrikan, kebutuhan mitra, serta pelaksanaan instalasi alat. Sementara itu, hasil pengukuran parameter kelistrikan digunakan sebagai dasar pemantauan kondisi aliran listrik tiga fasa.

Observasi

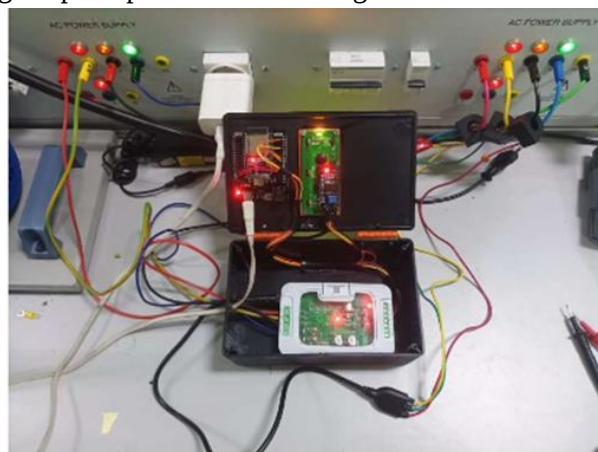
Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi aliran daya tiga fasa pada Gedung Center of Excellence (CoE) Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang. Observasi juga dilengkapi dengan wawancara kepada Kepala Program dan guru Program Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

Observasi dilakukan dengan mengamati kondisi besaran tegangan pada masing-masing fasa jaringan listrik tiga fasa ketika workshop digunakan untuk kegiatan praktikum dan pembelajaran. Berdasarkan hasil pengamatan awal, aliran listrik pada workshop beberapa kali mengalami penurunan tegangan yang cukup rendah, bahkan terdapat kondisi terputusnya tegangan pada salah satu fasa. Kondisi tersebut menjadi dasar perlunya sistem monitoring yang dapat membantu pihak sekolah memantau parameter kelistrikan secara lebih mudah dan berkelanjutan.

Perancangan Alat Monitoring IoT

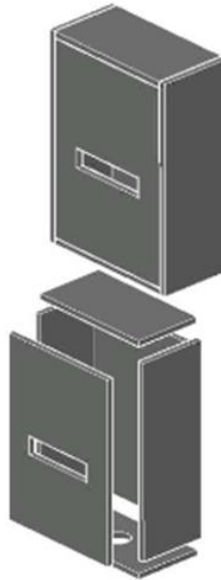
Perancangan alat monitoring dilakukan pada aspek perangkat lunak dan perangkat keras.

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 dengan aplikasi Blynk. Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Sistem dirancang agar data hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan melalui aplikasi Blynk sehingga dapat dipantau secara daring.



Gambar 1. Perancangan Alat Monitoring Internet of Things

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menyusun rangkaian sistem monitoring aliran listrik menggunakan beberapa komponen utama, yaitu ESP32, sensor PZEM-6L24, dan layar LCD I2C 16×2. Komponen-komponen tersebut dirancang dan ditempatkan dalam panel agar sistem dapat digunakan secara lebih teratur serta memudahkan proses pemeriksaan dan penggantian komponen apabila terjadi kerusakan.



Gambar 2. Rangkaian Desain Panel

Pengujian Alat Monitoring IoT

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui fungsi kerja sistem dan kesesuaian hasil pengukuran parameter kelistrikan pada sistem monitoring aliran listrik tiga fasa. Pengujian fungsi dilakukan dengan memeriksa respons sistem terhadap masukan sensor, proses pengolahan data, serta tampilan hasil pengukuran pada LCD dan aplikasi Blynk.

Selain pengujian fungsi, dilakukan pula pengujian kesesuaian pengukuran dengan membandingkan hasil pembacaan sistem monitoring terhadap hasil pengukuran menggunakan alat ukur konvensional. Perbandingan dilakukan pada parameter kelistrikan tiga fasa, termasuk tegangan pada masing-masing fasa R, S, dan T. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan hasil pembacaan yang sesuai dengan kondisi pengukuran langsung di lapangan.

Setelah alat dinyatakan dapat berfungsi dan hasil pembacaannya sesuai dengan pengukuran pembanding, tahap berikutnya adalah pemasangan sistem monitoring pada panel hubung bagi utama di Gedung CoE Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Proses pemasangan dilakukan dengan memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) serta kondisi instalasi listrik yang tersedia.

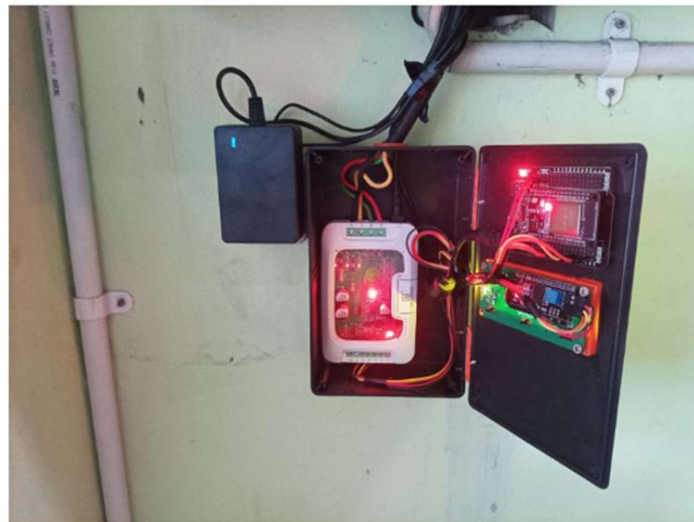
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan secara terstruktur melalui tahapan perancangan, perakitan, pengujian, dan pemasangan sistem monitoring aliran listrik berbasis Internet of Things (IoT) pada workshop bengkel Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang. Kegiatan ini diarahkan untuk membantu pihak sekolah memperoleh sarana pemantauan kondisi listrik tiga fasa yang sebelumnya masih dilakukan secara manual dan tidak dapat dipantau secara berkelanjutan.

Pemasangan Sistem Monitoring Berbasis IoT

Tahap akhir perancangan dilakukan melalui pemasangan komponen sistem secara semi permanen. Model pemasangan ini dipilih agar komponen dapat lebih mudah diperiksa, dirawat, atau diganti apabila mengalami kerusakan maupun gangguan fungsi. Sistem monitoring menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang menghubungkan sensor PZEM-6L24, LCD I2C 16×2, serta aplikasi Blynk sebagai media pemantauan data secara daring.

Setiap komponen dipasang di dalam panel untuk memberikan perlindungan terhadap rangkaian elektronik, mengurangi risiko kerusakan fisik, serta menjaga kerapian instalasi. Setelah seluruh komponen terhubung sesuai dengan rancangan wiring, dilakukan pengujian terhadap fungsi sistem, respons input dan output, kestabilan kerja rangkaian, serta kesesuaian sistem dengan logika pemrograman yang telah dibuat.



Gambar 3. Pemasangan Alat Monitoring pada Workshop Bengkel

Pemasangan sistem dilakukan pada panel hubung bagi utama gedung workshop. Proses pemasangan memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3), mengingat instalasi dilakukan pada jaringan listrik tiga fasa yang memiliki risiko kelistrikan cukup tinggi. Dengan memperhatikan aspek keselamatan kerja, pemasangan dapat dilakukan dengan baik dan sistem dapat berfungsi secara normal setelah seluruh komponen terhubung.

Setelah pemasangan selesai, dilakukan pengambilan data parameter listrik melalui aplikasi Blynk. Hasil pembacaan sistem kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur konvensional. Pengujian dilakukan terhadap parameter listrik tiga fasa, termasuk pengukuran pada masing-masing fasa R, S, dan T. Kegiatan pengambilan data juga didampingi oleh Kepala Program Teknik Instalasi Tenaga Listrik sebagai bagian dari proses pengenalan cara kerja dan penggunaan sistem monitoring kepada pihak jurusan.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai parameter listrik yang ditampilkan oleh sistem monitoring menunjukkan kesesuaian dengan hasil pengukuran menggunakan alat konvensional. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dipasang telah dapat menjalankan fungsi dasar pemantauan parameter listrik pada workshop bengkel Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang.

Pembahasan

Pemasangan sistem monitoring berbasis IoT memberikan alternatif terhadap keterbatasan pemantauan listrik yang hanya dilakukan secara manual dan pada waktu tertentu. Pengukuran manual menggunakan alat konvensional memang dapat memberikan informasi mengenai kondisi

listrik pada saat pengukuran dilakukan, tetapi belum mampu memberikan gambaran kondisi kelistrikan secara berkelanjutan. Melalui integrasi ESP32, sensor listrik, LCD, dan aplikasi Blynk, pihak sekolah memperoleh sarana untuk melihat kondisi parameter listrik melalui sistem yang lebih terintegrasi.

Pemanfaatan IoT dalam monitoring kelistrikan relevan dengan perkembangan teknologi pemantauan yang memungkinkan data diperoleh dan dikirimkan secara daring. Sistem semacam ini dapat membantu pengguna memperoleh informasi mengenai kondisi listrik tanpa harus selalu melakukan pengukuran langsung pada panel. Dengan demikian, penggunaan IoT tidak hanya berfungsi sebagai pengembangan perangkat, tetapi juga menjadi sarana untuk meningkatkan kemudahan akses informasi kelistrikan bagi pengelola workshop. Pemanfaatan teknologi IoT untuk pemantauan parameter listrik juga sejalan dengan kajian sebelumnya yang menunjukkan bahwa integrasi sensor dan jaringan internet dapat digunakan untuk memantau arus, tegangan, maupun kondisi kelistrikan secara lebih praktis (Apriani, 2021; Aryza et al., 2024).

Dalam konteks workshop Teknik Instalasi Tenaga Listrik, keberadaan sistem monitoring memiliki arti penting karena kegiatan praktikum membutuhkan pasokan listrik yang relatif stabil dan aman. Gangguan berupa penurunan tegangan, ketidaksesuaian parameter, atau gangguan pada salah satu fasa berpotensi memengaruhi penggunaan peralatan praktikum. Oleh karena itu, pemantauan terhadap parameter listrik tiga fasa dapat membantu pihak sekolah mengenali kondisi kelistrikan secara lebih awal dan menjadi dasar untuk melakukan pemeriksaan atau tindak lanjut apabila ditemukan kondisi yang tidak sesuai. Sistem ini tidak secara otomatis menghilangkan gangguan listrik, tetapi menyediakan informasi yang dapat mendukung proses pengawasan dan pemeliharaan instalasi.

Hasil pengujian yang menunjukkan kesesuaian antara pembacaan sistem IoT dan alat ukur konvensional menjadi indikator awal bahwa alat telah dapat digunakan untuk fungsi monitoring dasar. Dalam kegiatan pengabdian ini, kesesuaian tersebut tidak dimaknai sebagai pengujian akurasi secara menyeluruh, melainkan sebagai verifikasi awal bahwa sistem yang dipasang mampu membaca dan menampilkan parameter listrik sebagaimana fungsi yang dirancang. Pengujian semacam ini penting dilakukan sebelum alat digunakan oleh mitra secara mandiri agar sistem yang diserahkan telah melalui pemeriksaan fungsi.

Selain menghasilkan perangkat, kegiatan ini juga memiliki unsur transfer teknologi kepada pihak sekolah. Pendampingan kepada Kepala Program dilakukan untuk menjelaskan cara kerja, fungsi komponen, serta penggunaan sistem monitoring yang telah dipasang. Pendampingan tersebut penting karena keberlanjutan manfaat alat tidak hanya bergantung pada keberhasilan pemasangan, tetapi juga pada kemampuan mitra dalam memahami informasi yang ditampilkan dan menggunakan sistem sesuai kebutuhan. Dengan demikian, kegiatan pengabdian tidak berhenti pada instalasi perangkat, tetapi juga mencakup pengenalan teknologi kepada pengguna di lingkungan sekolah.

Secara keseluruhan, pemasangan sistem monitoring listrik berbasis IoT pada workshop bengkel memberikan solusi praktis terhadap kebutuhan pemantauan parameter listrik secara lebih terintegrasi. Sistem yang dipasang dapat menjadi sarana pendukung bagi pihak jurusan dalam melakukan pengawasan kondisi kelistrikan, mengenali perubahan parameter, serta meningkatkan perhatian terhadap penggunaan energi dan keselamatan peralatan praktikum. Pengembangan berikutnya dapat diarahkan pada perluasan cakupan monitoring ke gedung lain, penyimpanan data historis, pemberian notifikasi gangguan, serta integrasi sistem monitoring dengan mekanisme pemeliharaan instalasi listrik sekolah.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menghasilkan sistem monitoring aliran listrik berbasis Internet of Things yang dapat membantu pihak sekolah, khususnya Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik pada Gedung Center of Excellence (CoE), dalam memantau parameter kelistrikan pada kondisi siang hari saat kegiatan belajar mengajar berlangsung maupun malam hari ketika gedung tidak digunakan. Sistem ini memberikan informasi pemantauan yang dapat menjadi bahan kewaspadaan dan pengingat bagi pengguna apabila masih terdapat peralatan listrik yang belum dimatikan setelah kegiatan selesai. Dengan demikian, sistem yang dipasang dapat mendukung pemantauan penggunaan energi listrik secara lebih teratur.

Pengembangan kegiatan selanjutnya dapat diarahkan pada pembuatan sistem monitoring yang lebih terintegrasi dengan cakupan yang lebih luas. Sistem tersebut dapat dikembangkan untuk mencakup seluruh gedung di SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang, tidak hanya terbatas pada Gedung CoE Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik, sehingga pemantauan kondisi dan penggunaan energi listrik dapat dilakukan secara lebih menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak SMK Negeri 1 Kabupaten Tangerang yang telah memberikan kesempatan, dukungan, dan sambutan yang baik sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa instalasi alat monitoring aliran listrik pada workshop Teknik Instalasi Tenaga Listrik dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

REFERENSI

- Apriani, Y. (2021). Monitoring arus dan tegangan pembangkit listrik tenaga surya menggunakan Internet of Things. *JATISI*, 8(2), 889–895. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i2.543>
- Apriliyanto, E., Irawan, D., & Azhar, A. (2023). Sosialisasi pemanfaatan teknologi IoT bidang peternakan di Desa Jatimulyo Kecamatan Jatipuro Kabupaten Karanganyar. *PIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 0–4. <https://doi.org/10.35960/pimas.v2i2.1061>
- Aryza, S., Lubis, Z., & Putra, K. (2024). Sosialisasi sistem proteksi over voltage kantor lurah Kelambir Lima berbasiskan IoT. *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat (JURIBMAS)*, 3(1), 38–46. <https://doi.org/10.62712/juribmas.v3i1.254>
- Fabricio, M. A., Behrens, H., & Bianchini, D. (2020). Monitoring of industrial electrical equipment using IoT. *IEEE Latin America Transactions*, 18(8), 1425–1432. <https://latamt.ieeer9.org/index.php/transactions/article/view/2450>
- Khairunnisa, Rismayanti, Sundari, S., Dewi, A. R., & Damayanti, F. (2025). Sosialisasi teknologi IoT untuk peningkatan pemahaman dan keterampilan siswa SMK Pantai Labu di era 4.0. *Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat (JURIBMAS)*, 4(1), 73–80. <https://doi.org/10.62712/juribmas.v4i1.443>
- Noor, F. A., Ananta, H., & Sunardiyo, S. (2017). Pengaruh penambahan kapasitor terhadap tegangan, arus, faktor daya, dan daya aktif pada beban listrik di minimarket. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 66–73. <https://doi.org/10.15294/jte.v9i2.11358>
- Pasha, S. M. (2016). Thingspeak-based sensing and monitoring system for IoT with MATLAB analysis. *International Journal of New Technology and Research*, 2(6), 19–23.
- Suryadi, A. (2016). Studi harmonisa arus dan tegangan listrik pada kampus Politeknik Enjinereng Indorama. *SINERGI*, 20(3), 213–222. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2016.3.007>
- Utami, N. S., Banurea, G. R., Rahmadana, D., & Robbani, M. I. (2024). Implementasi sensor arus dan tegangan pada sistem monitoring arus dan tegangan (SIKU). *ELECTRA: Electrical Engineering Articles*, 4(2), 47–55. <https://doi.org/10.25273/electra.v4i2.19387>