

Sistem Monitoring Listrik terhadap Beban Lebih Berbasis IoT di Desa Bendet, Kecamatan Diwek, Jombang

Muhammad Agil Haikal¹, *Machrus Ali², Jamaaluddin³, Utoyo Efendi⁴

^{1,2,4}Teknik Elektro, Universitas Darul Ulum, Jombang, Indonesia

³Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email : agil.haikal86@gmail.com¹, machrus7@gmail.com², jamaluddin@umsida.ac.id³

ABSTRAK

Keywords:

Internet of Things,
 konsumsi listrik,
 ESP32,
 PZEM-004T,
 UMKM.

**Corresponding Author*

Pemantauan yang masih mengandalkan meter pelanggan serta tagihan bulanan belum mampu memberikan informasi tentang pola konsumsi, waktu terjadinya beban tinggi, dan kondisi pemakaian yang mendekati kapasitas listrik tersedia. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengembangkan sistem pemantauan listrik berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat menyajikan data secara langsung sekaligus memberikan peringatan awal ketika terjadi potensi beban lebih. Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan Asset Based Community Development (ABCD) melalui tahap koordinasi, pemetaan kebutuhan, perancangan, pemasangan, pelatihan, pendampingan, dan evaluasi. Perangkat yang digunakan terdiri atas mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T. Sistem tersebut mengukur tegangan, arus, daya, energi, frekuensi, serta faktor daya, kemudian menampilkan hasilnya melalui layar lokal dan dasbor berbasis Wi-Fi. Peringatan diberikan melalui indikator atau notifikasi ketika nilai pengukuran melampaui batas operasional yang telah ditentukan. Evaluasi pelatihan menunjukkan kenaikan rata-rata penguasaan materi IoT dan manajemen usaha dari 55,02% sebelum pelatihan menjadi 83,94% setelah pelatihan. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi perangkat monitoring, pelatihan pengguna, dan prosedur operasional dapat meningkatkan kemampuan mitra dalam mengenali kondisi beban tinggi dan mengambil tindakan awal. Sistem yang dikembangkan berfungsi sebagai sarana pemantauan dan peringatan, bukan sebagai pengganti perangkat pengaman listrik. Pengukuran konsumsi dalam periode yang lebih panjang tetap diperlukan untuk membuktikan dampaknya terhadap efisiensi dan biaya listrik.

PENDAHULUAN

Desa Bendet berada di Kecamatan Diwek, Kabupaten Jombang. Desa ini terdiri atas Dusun Bendet dan Dusun Nglaban. Kecamatan Diwek memiliki 20 desa dan sekitar 114 ribu penduduk. Jumlah ini menjadikan Diwek kecamatan terpadat kedua di Kabupaten Jombang. Data BPS Kabupaten Jombang yang bersumber dari kantor desa mencatat penduduk Bendet sebanyak 2.557 jiwa, terdiri atas 1.268 laki-laki dan 1.289 perempuan.

Pemerintah desa melayani administrasi publik di balai desa. BUMDes Bendet Jaya terdaftar dalam basis data BUMDes Provinsi Jawa Timur. Pelaku UMKM, seperti produsen keripik pisang di Dusun Bendet, juga menggerakkan ekonomi warga. Semua aktivitas ini membutuhkan listrik untuk penerangan, perangkat administrasi, peralatan produksi, dan pengisian daya perangkat digital.

Kebutuhan inovasi digital di desa Jombang sudah tampak pada program lain, misalnya website desa di Ngampungan, Kecamatan Bareng. Di Bendet, situs resmi desa masih menampilkan keterangan "Belum Ada Data" pada bagian berita, lembaga desa, dan laporan realisasi APBDes. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan informasi digital desa masih perlu diperkuat. Mitra memantau listrik hanya melalui tagihan bulanan atau meter konvensional. Cara ini tidak memberi informasi tentang waktu lonjakan daya, beban dominan, atau kondisi mendekati daya terpasang. Tanpa data real-time, mitra sulit mengevaluasi pemakaian peralatan. Pemakaian beberapa perangkat berdaya besar secara bersamaan dapat memicu MCB trip dan mengganggu layanan.

Teknologi IoT dapat mengatasi masalah ini. Sensor membaca tegangan, arus, daya aktif, energi, frekuensi, dan faktor daya. ESP32 mengirim data ke media pemantauan melalui Wi-Fi. PZEM-004T mengukur parameter listrik satu fase. Pedoman konservasi energi Kementerian ESDM (2023) menekankan pengelolaan pemakaian energi. Teknologi saja tidak cukup. Data tidak bermanfaat bila pengguna tidak bisa membacanya dan tidak memiliki prosedur tindakan. Karena itu, kegiatan ini memadukan perangkat IoT, pelatihan, SOP, prioritas beban, dan tata kelola data. Sistem berperan sebagai alat monitoring dan peringatan dini. Sistem tidak menggantikan MCB, ELCB, dan pembumian.

METODE

Pendekatan pelaksanaan memakai metode ABCD. Metode terdiri atas persiapan, pelaksanaan, monitoring, evaluasi indikator keberhasilan, dan keberlanjutan program (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Pelaksanaan Program

Kegiatan berlangsung di Desa Bendet, Kecamatan Diwek, Kabupaten Jombang. Mitra adalah Pemerintah Desa Bendet, pengelola balai desa, BUMDes Bendet Jaya, dan perwakilan UMKM. Tim memakai pendekatan partisipatif. Tim bersama mitra menentukan titik demonstrasi, mengenali peralatan utama, dan memilih calon pengelola lokal. Setiap pekerjaan pada panel atau kabel bertegangan mengikuti prosedur keselamatan dan berada di bawah pengawasan personel kompeten. Data sekunder berasal dari BPS Kabupaten Jombang dan situs Pemerintah Kabupaten Jombang.

Tabel 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan

Tahap	Kegiatan utama	Metode	Luaran
Koordinasi	Koordinasi dengan Pemerintah Desa Bendet, BUMDes, dan calon pengguna	Rapat dan identifikasi kebutuhan	Kesepakatan dan penanggung jawab
Survei	Inventarisasi beban, kapasitas listrik, kondisi panel, dan Wi-Fi di balai desa dan UMKM Dusun Bendet dan Nglaban	Observasi, wawancara, pemeriksaan teknis	Data kondisi awal dan titik demonstrasi
Perancangan	Pemilihan sensor, ESP32, layar, dasbor, dan ambang notifikasi	Perhitungan dan diskusi teknis	Desain sistem dan SOP awal
Instalasi	Pemasangan perangkat dalam kotak panel aman	Praktik terbimbing	Perangkat terpasang dan teruji
Pelatihan	Pembacaan data, efisiensi, respons peringatan	Demonstrasi, simulasi, praktik	Peserta memahami sistem
Pendampingan	Pengoperasian awal dan pemecahan kendala	Kunjungan dan konsultasi	Catatan penggunaan awal
Evaluasi	Evaluasi fungsi alat dan pemahaman peserta	Observasi, pretest-posttest, wawancara	Rekomendasi keberlanjutan

TEMUAN DAN DISKUSI

Kondisi awal mitra

Survei awal memeriksa sumber listrik, kapasitas tersedia, kelompok peralatan, kondisi kotak panel, akses Wi-Fi, dan lokasi pemasangan di Bendet. Tim mengelompokkan beban menjadi penerangan, peralatan administrasi, peralatan produksi UMKM, dan beban tambahan. Akar masalah bukan sekadar ketiadaan perangkat digital. Mitra tidak memiliki data konsumsi yang mudah diakses, belum menetapkan batas operasi berbasis daya terukur, dan memakai peralatan tanpa urutan prioritas.

Tabel 2. Kondisi eksisting dan kebutuhan mitra

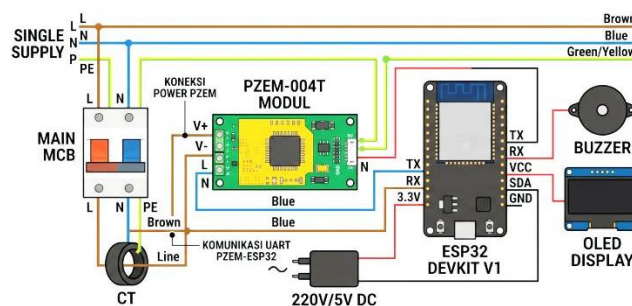
Aspek	Kondisi eksisting	Kebutuhan
Informasi energi	Bergantung pada meter dan tagihan berkala	Dasbor data daya dan energi
Beban lebih	Pemakaian bersamaan dapat memicu MCB trip dan gangguan layanan	Ambang peringatan, indikator, prosedur penanganan
Literasi digital	Pengguna belum terbiasa membaca data listrik	Pelatihan praktis dan tampilan sederhana
Keselamatan instalasi	Kabel, sirkuit, pengaman, dan pembumian perlu diverifikasi	Pemeriksaan oleh tenaga kompeten

Instalasi sistem monitoring

Tim memasang perangkat setelah verifikasi keselamatan. Sensor membaca parameter listrik dan mengirimnya ke ESP32. ESP32 mengolah data, menampilkannya pada layar lokal, dan mengirimnya ke media pemantauan saat Wi-Fi tersedia. Casing atau kotak panel melindungi modul dari debu, sentuhan tidak disengaja, dan gangguan lingkungan. Tim menetapkan ambang secara konservatif berdasarkan kapasitas daya yang aman dipakai. Saat daya atau arus melewati ambang, perangkat memberi sinyal. Pengguna lalu mengurangi atau mematikan beban nonprioritas. Tindakan pada panel utama tetap menjadi wewenang teknisi kompeten.



Gambar 2 Tim Dan Mitra Bendet



Gambar 3 Hasil Rancang Bangun Iot

Pelatihan dan pendampingan

Materi pelatihan mencakup enam topik: dasar listrik satu fase, pengenalan ESP32 dan sensor, pembacaan data dan waktu beban puncak, penentuan ambang peringatan, efisiensi energi, dan keselamatan listrik. Tim mengevaluasi kegiatan melalui observasi fungsi alat, pretest-posttest, dan wawancara. Tabel 3 menunjukkan penguasaan materi sebelum dan sesudah pelatihan. Isi tabel hanya dengan data peserta Bendet.

Tabel 3. Penguasaan dan keterampilan IoT dan manajemen usaha

No	Penguasaan materi	Sebelum (%)	Sesudah (%)
1	Pengertian dan manfaat IoT	62.9	81.8
2	Komponen utama IoT.	59.3	75.7
3	Jaringan dan komunikasi IoT.	72.7	85.6
4	Perakitan perangkat IoT sederhana.	54.6	73.9
5	Pengumpulan dan pengolahan data.	58.8	89.7
6	Penerapan IoT	42.6	82.8
7	Operasional usaha.	46.2	89.5
8	Penyusunan model bisnis	54.2	83.8
9	Perhitungan modal, biaya, dan keuntungan.	43.8	93.9
10	Pemasaran serta evaluasi usaha.	55.1	82.7
	Rata-rata	55.02	83.94

Perubahan kapasitas mitra

Tabel 4 membandingkan kondisi mitra sebelum dan sesudah kegiatan. Perubahan terbesar terjadi pada deteksi beban tinggi. Sebelum kegiatan, mitra baru mengetahui beban tinggi setelah MCB trip. Setelah kegiatan, indikator atau notifikasi muncul saat ambang tercapai.

Tabel 4. Perubahan kapasitas mitra

Aspek	Sebelum kegiatan	Setelah kegiatan
Informasi konsumsi	Bergantung pada meter dan tagihan berkala	Parameter listrik terbaca real-time pada titik demonstrasi
Deteksi beban tinggi	Diketahui setelah MCB trip	Ada indikator atau notifikasi awal saat ambang tercapai
Pengelolaan energi	Tanpa data waktu dan pola pemakaian	Ada catatan untuk mengenali jam pemakaian tinggi
Literasi IoT	Pemahaman terbatas	Mampu menjalankan prosedur dasar dan membaca tampilan
Keselamatan	Batas peran pengguna dan teknisi belum seragam	Memahami SOP dan larangan mengubah instalasi tanpa otorisasi

Keberlanjutan dan keterbatasan

Tim menyusun SOP operasional, jadwal perawatan, dan struktur pengelolaan. Operator balai desa memeriksa tampilan dan status koneksi setiap hari. Pengelola lokal memeriksa kotak perangkat dan buku log setiap minggu. Koordinator teknis memeriksa kestabilan sensor, ambang, dan akses dasbor setiap bulan. Teknisi kompeten memeriksa MCB, ELCB pembumian, dan panel secara berkala. BUMDes Bendet Jaya dapat menjadi pengelola aset perangkat.

Kegiatan ini memiliki empat keterbatasan. Pertama, dana hanya mendukung prototipe pada titik prioritas, bukan digitalisasi seluruh instalasi desa. Kedua, keandalan bergantung pada koneksi Wi-Fi, catu daya, kualitas sensor, dan kebiasaan pengguna. Sistem perlu tampilan lokal atau penyimpanan sementara agar data tidak hilang saat internet terputus. Ketiga, keamanan siber dasar perlu dijaga lewat penggantian kata sandi bawaan dan pembatasan akses dasbor. Keempat, klaim penghematan biaya listrik belum dapat dibuat tanpa data sebelum dan sesudah intervensi dalam periode memadai.

Tim merekomendasikan pencatatan konsumsi minimal satu sampai tiga bulan, penetapan ambang berdasarkan evaluasi teknis, dan penjadwalan bergilir untuk peralatan berdaya besar. Pengembangan ke titik lain baru layak setelah sistem demonstrasi stabil dan pengelola lokal siap.

KESIMPULAN

Kegiatan ini menerapkan sistem monitoring konsumsi listrik dan peringatan dini beban lebih berbasis ESP32 dan PZEM-004T di Desa Bendet, Kecamatan Diwek, Kabupaten Jombang. Mitra dapat membaca parameter listrik secara real-time, menerima peringatan saat ambang tercapai, dan mencatat kejadian beban tinggi. Manfaat sistem bergantung pada kualitas instalasi, literasi pengguna, disiplin pencatatan, jaringan komunikasi, dan kepatuhan pada prosedur keselamatan. Program lanjutan dapat mengembangkan pemantauan multisirkuit, analisis pola beban, dan integrasi energi terbarukan. Pemasangan dan evaluasi harus selalu melibatkan tenaga listrik kompeten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Desa Bendet, peserta dari balai desa, BUMDes, dan UMKM, serta LPPM Universitas Darul Ulum atas dukungan pendanaan kegiatan ini.

REFERENSI

- Ali, M. et al., 2022. Metode Asset Based Community Development (ABCD): Teori dan Aplikasinya. 1st ed. Mojokerto: Insight Mediatama.
- Ali, M., Muhlasin, M., et al., 2024. Pemberdayaan Pokdarwis melalui Smart Tourism dan Manajemen Usaha Desa Made, Kecamatan Kudu, Kabupaten Jombang. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian*

- Masyarakat, 5(5), pp.9248-9253.
- Ali, M. et al., 2023. Peningkatan Keberdayaan Masyarakat melalui Smart Tourism dan Penguatan Manajemen di Wisata Pandansili. Jurnal KARINOV, 6(3), p.185.
- BPS Kabupaten Jombang, 2017. Kecamatan Diwek Dalam Angka: Jumlah Penduduk menurut Desa/Kelurahan dan Kelompok Umur. Jombang: BPS Kabupaten Jombang.
- Fathurrobbani, A., Amalia, F. & Ali, M., 2023. Inovasi Media Informasi melalui Website Desa Ngampungan Kecamatan Bareng Kabupaten Jombang. Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(3), pp.6759-6764.
- Pitrianti, S. et al., 2023. Literasi Digital pada Masyarakat Desa. Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sistem Informasi, 3(1), pp.43-49.