

Power Supply Portabel Sebagai Sumber Daya Cadangan Untuk Mendukung Operasional Jasa Service Air Conditioner (Ac)

Moh. Muchlishiin¹, Aprima Anugerah Matondang², M. Balyan³

¹Program Studi Teknik Rekayasa Instalasi Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

²Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

³Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

Article Info	Abstrak
<i>Article history</i> Received : Sept 05, 2026 Revised : Sep 12, 2026 Accepted : Sep 26, 2026	<i>Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang jasa perawatan dan perbaikan Air Conditioner (AC) menghadapi kendala operasional akibat keterbatasan kapasitas daya listrik pelanggan (900–1300 VA), yang menyebabkan tripnya Miniature Circuit Breaker (MCB) ketika vacuum pump dioperasikan secara bersamaan dengan peralatan lain. Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang, menguji, dan mengimplementasikan power supply portabel berkapasitas 2,7 kVA berbasis baterai untuk peralatan service AC. Metode pelaksanaan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, perancangan sistem, perakitan prototipe, pengujian laboratorium, sosialisasi, pelatihan operator, implementasi lapangan, dan evaluasi partisipatif. Pengujian dilakukan terhadap 15 variasi beban (0–2.700 VA) dengan 5 kali pengulangan pada setiap level beban, menggunakan instrumen terkalibrasi (multimeter digital, power analyzer, tachometer, termometer inframerah, dan oscilloscope). Hasil pengujian menunjukkan tegangan keluaran $220\text{ V} \pm 3\%$, frekuensi $50\text{ Hz} \pm 0,5\text{ Hz}$, distorsi harmonik total (THD) 1,2–4,3%, efisiensi sistem 87% pada beban tipikal 1.200–1.500 W, dan durasi operasi kontinu 2,5 jam. Implementasi lapangan pada 30 pekerjaan service sebelum dan sesudah penerapan alat menunjukkan penurunan rata-rata waktu penyelesaian dari 95 menit menjadi 71 menit (turun 25,3%; $p < 0,05$), serta peningkatan kapasitas layanan harian dari 3–4 menjadi 5–6 pekerjaan. Kemampuan mitra dalam mengoperasikan dan memelihara perangkat meningkat berdasarkan hasil pre-test dan post-test (rata-rata skor naik dari 45 menjadi 82). Teknologi ini terbukti mampu menurunkan gangguan operasional akibat trip MCB secara signifikan dan meningkatkan produktivitas UMKM jasa service AC.</i>
Kata Kunci: Pengabdian Masyarakat; Penyimpanan Energi Baterai; Inverter Pure Sine Wave; Pemberdayaan UMKM	Abstract <i>Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) engaged in air conditioner (AC) maintenance and repair services face operational constraints due to the limited electrical capacity of customers (900–1300 VA), which causes the Miniature Circuit Breaker (MCB) to trip when the vacuum pump is operated simultaneously with other equipment. This community engagement program aims to design, test, and implement a 2.7 kVA battery-based portable power supply for AC service equipment. The implementation method includes partner needs identification, system design, prototype assembly, laboratory testing, socialization, operator training, field implementation, and participatory evaluation. Testing was conducted on 15 load variations (0–2,700 VA) with 5 repetitions at each load level, using calibrated instruments (digital multimeter, power analyzer, tachometer, infrared thermometer, and oscilloscope). The test results showed an output voltage of $220\text{ V} \pm 3\%$, a frequency of $50\text{ Hz} \pm 0.5\text{ Hz}$, total harmonic distortion (THD) of 1.2–4.3%, system efficiency of 87% at a typical load of 1,200–1,500 W, and a continuous operating duration of 2.5 hours. Field implementation on 30 service jobs before and after device deployment showed a decrease in average completion time from 95 minutes to 71 minutes (a reduction of 25.3%; $p < 0.05$), and an increase in daily service capacity from 3–4 to 5–6 jobs. The partner's ability to operate and maintain the device improved based on pre-test and post-test results (average score increased from 45 to 82). This technology has proven capable of significantly reducing operational disruptions caused by MCB tripping and increasing the productivity of AC service MSMEs.</i>

Corresponding Author:

M. Muchlishiin,
Program Studi Teknik Rekayasa Instalasi Listrik, Jurusan Teknik Elektro



PENDAHULUAN

Pertumbuhan penggunaan AC di sektor rumah tangga, perkantoran, dan industri terus meningkat seiring tuntutan kenyamanan termal, perubahan iklim, dan urbanisasi. Fenomena ini mendorong peningkatan permintaan layanan pemasangan, perawatan, dan perbaikan AC yang umumnya ditangani UMKM. Teknisi service AC bergantung pada peralatan listrik berdaya tinggi seperti vacuum pump, mesin bor, gerinda, manifold gauge digital, dan mesin las pipa tembaga. Ketidakstabilan tegangan suplai dapat menurunkan kinerja vacuum pump dan berpotensi merusak motor listrik (Wongsathan et al., 2018).

Hasil observasi awal bersama mitra UMKM menunjukkan bahwa sebagian besar pekerjaan service AC dilakukan di kediaman pelanggan dengan kapasitas daya tersambung 900–1300 VA. Kapasitas ini sering tidak mencukupi ketika beberapa peralatan listrik dioperasikan bersamaan, menyebabkan trip MCB. Gangguan ini menghentikan proses vakum sistem refrigerasi sebelum tuntas, memperpanjang durasi pekerjaan, dan mengurangi jumlah pelanggan yang dapat dilayani per hari (Hardi et al., 2021). Genset portabel telah dipertimbangkan sebagai alternatif, namun dinilai kurang sesuai karena ukuran besar, kebisingan tinggi, konsumsi bahan bakar kontinu, perawatan rumit, efisiensi rendah pada beban parsial, dan emisi gas buang (Pratama & Prayogi, 2025). Karakteristik pekerjaan service AC yang menuntut mobilitas tinggi memerlukan sumber daya energi yang ringkas, mudah dipindahkan, dan dapat dioperasikan cepat.

Perkembangan teknologi penyimpanan energi berbasis baterai membuka peluang baru untuk sistem penyedia daya portabel yang praktis dan efisien. Inverter pure sine wave menghasilkan THD jauh lebih rendah dibandingkan modified sine wave, sehingga aman untuk beban induktif. BMS memungkinkan pengisian dan pengosongan baterai berlangsung aman melalui pemantauan tegangan, arus, dan suhu (Ali et al., 2025).

Beberapa penelitian terkait sistem energi portabel untuk UMKM telah dilakukan. (Budhi Anto et al., 2025) mengembangkan sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai untuk usaha kuliner bergerak; (Purba et al., 2026) dan (Lestari et al., 2026) menunjukkan sistem energi portabel mendukung kendaraan listrik; (Sitorus et al., 2026) menganalisis kinerja modul surya off-grid 200 Wp; (Slamet Nurhadi et al., 2025) melakukan sosialisasi PLTS portabel di UMKM Malang (Nainggolan et al., 2026) mengoptimasi sistem energi hibrida; (Suprianto, Hardi & Matondang, n.d.) menekankan literasi energi terbarukan; (Christina et al., 2026) mengkaji sistem pendukung keputusan berbasis IoT untuk monitoring panel surya; (Sitorus et al., 2025) melakukan studi kelayakan baterai lithium untuk sistem portabel; dan (Suryana & Fitriani, 2024) mengembangkan inverter pure sine wave berbasis mikrokontroler.

Research gap: Penerapan power supply portabel berkapasitas memadai yang secara spesifik dirancang untuk mendukung peralatan induktif service AC di lapangan masih terbatas. Penelitian sebelumnya belum ada yang secara rinci menganalisis kebutuhan daya, arus awal (starting current), faktor daya, kebutuhan VA, beban induktif, dan kapasitas surge inverter untuk aplikasi service AC. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi kapasitas 2,7 kVA, inverter pure sine wave, dan BMS dalam satu enclosure portabel yang dirancang khusus untuk service AC, dengan pengujian terukur pada berbagai level beban dan evaluasi before-after yang terdokumentasi.

Tujuan penelitian dirumuskan secara terukur: (1) merancang power supply portabel 2,7 kVA berbasis baterai; (2) menguji kualitas daya (tegangan, frekuensi, THD, waveform); (3) menguji kemampuan beban (0–2.700 VA, termasuk arus awal vacuum pump); (4) mengukur durasi operasi dan efisiensi; (5) mengevaluasi dampak terhadap produktivitas dan kapasitas layanan; serta (6) menilai peningkatan kemampuan mitra.

Justifikasi teknis pemilihan inverter 2,7 kVA: Vacuum pump tipikal memiliki daya 550–750 W, arus awal 3–5 kali arus nominal (starting current 7,5–11 A), faktor daya 0,7–0,8, sehingga kebutuhan VA sekitar 1.000–1.500 VA. Dengan peralatan pendukung (bor 500 W, gerinda 400 W, manifold gauge digital

50 W), total kebutuhan VA mencapai 2.000–2.500 VA. Kapasitas surge inverter 2,7 kVA ($2 \times$ kapasitas nominal) mampu menangani arus awal vacuum pump hingga 5.400 VA selama 1–2 detik.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan mengadopsi pendekatan partisipatif yang melibatkan mitra secara aktif pada setiap tahapan pelaksanaan. Pendekatan ini dipilih untuk memastikan bahwa solusi teknologi yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan operasional mitra dan dapat diterapkan secara berkelanjutan setelah program pengabdian berakhir. Pendekatan partisipatif yang melibatkan mitra secara aktif telah terbukti efektif dalam berbagai program pengabdian, termasuk dalam pelatihan peningkatan kompetensi mitra yang melibatkan dosen dan mahasiswa (Regina et al., 2026). Kegiatan pengabdian dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif yang melibatkan mitra aktif pada setiap tahapan. Rangkaian kegiatan terdiri atas tujuh tahapan: (1) identifikasi kebutuhan mitra, (2) perancangan sistem, (3) perakitan prototipe, (4) pengujian alat, (5) sosialisasi dan pelatihan, (6) implementasi pada mitra, serta (7) evaluasi hasil.

Identifikasi Kebutuhan Mitra

Mitra adalah UMKM jasa service AC "Sinar Teknik" yang berlokasi di Kota Medan, Sumatera Utara. Mitra memiliki 5 teknisi dengan pengalaman 3–10 tahun. Jenis pekerjaan meliputi perawatan rutin, pengisian refrigeran, vakum sistem, perbaikan kebocoran, dan perbaikan kelistrikan AC. Jenis AC yang ditangani: split 0,5–2 PK, cassette, dan standing AC. Kondisi awal: teknisi menggunakan vacuum pump 750 W, bor 500 W, gerinda 400 W, dan manifold gauge digital 50 W. Masalah awal terukur: rata-rata 2–3 kali trip MCB per pekerjaan, waktu penyelesaian 90–100 menit per pekerjaan, kapasitas layanan 3–4 pekerjaan per hari. Observasi lapangan difokuskan pada identifikasi jenis peralatan, karakteristik beban listrik, dan kondisi instalasi listrik pelanggan (Hardi et al., 2021). Diskusi mendalam dengan teknisi mengungkapkan frekuensi gangguan dan dampaknya terhadap produktivitas. Informasi ini menjadi dasar penentuan spesifikasi teknis.

Perancangan Sistem Power Supply Portabel

Power supply portabel dirancang menggunakan baterai lithium-ion 24 V 200 Ah (4,8 kWh) sebagai media penyimpanan energi utama, dipadukan dengan inverter pure sine wave 2,7 kVA/24 VDC. Pemilihan inverter pure sine wave karena beban induktif seperti motor vacuum pump memerlukan gelombang sinusoidal murni (R & Abraham, 2021). Sistem dilengkapi BMS 24 V 200 A, battery charger 24 V 30 A, MCB 16 A, fuse 100 A, kabel tembaga 10 mm², grounding 6 mm², dan enclosure berukuran 50 cm $\times$ 35 cm $\times$ 25 cm dengan berat total 45 kg. BMS berperan menjaga keseimbangan tegangan antar sel, mencegah overcharging/overdischarging, dan memantau suhu (Ali et al., 2025). Perhitungan kapasitas 2,7 kVA: (a) Beban tipikal: vacuum pump 750 W (PF 0,8; VA = 937,5), bor 500 W (PF 0,8; VA = 625), gerinda 400 W (PF 0,8; VA = 500), manifold gauge 50 W (PF 0,9; VA = 55,6). (b) Total daya aktif = 1.700 W; total VA = 2.118,1 VA. (c) Starting current vacuum pump = $3 \times 7,5 \text{ A} = 22,5 \text{ A}$; surge VA = $22,5 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 4.950 \text{ VA}$. (d) Kapasitas inverter 2,7 kVA dengan surge $2 \times$ (5.400 VA) mampu menangani arus awal. (e) Baterai 4,8 kWh; durasi operasi = $(4,8 \text{ kWh} \times 0,87) / 1,7 \text{ kW} = 2,46 \text{ jam} \approx 2,5 \text{ jam}$.

Perakitan Prototipe

Proses perakitan prototipe mencakup pemasangan seluruh komponen utama yaitu baterai, inverter, BMS, sistem proteksi, dan instalasi pengkabelan yang sesuai dengan rancangan teknis yang telah disusun. Penempatan komponen di dalam enclosure dirancang dengan mempertimbangkan aspek ergonomi, kemudahan akses untuk pemeliharaan, sirkulasi udara yang memadai untuk disipasi panas, serta keamanan terhadap risiko hubungan singkat dan kerusakan mekanis selama proses mobilisasi. Pemeriksaan kualitas sambungan kelistrikan, verifikasi polaritas, dan pengujian fungsi masing-masing komponen dilakukan secara teliti sebelum sistem memasuki tahap pengujian menyeluruh.



Gambar 1. Diagram Bagian dan Fungsi Power Stasion

Pengujian Alat

Pengujian di laboratorium dilakukan terhadap 15 variasi beban (0, 200, 400, 600, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600, 1.800, 2.000, 2.200, 2.400, 2.600, 2.700 VA) dengan 5 kali pengulangan per level. Instrumen: multimeter digital (akurasi $\pm 0,5\%$), power analyzer (akurasi $\pm 1\%$), tachometer, termometer inframerah (akurasi $\pm 2^\circ\text{C}$), dan oscilloscope untuk waveform dan THD. Prosedur: (1) pengukuran tegangan, arus, daya, frekuensi pada setiap level beban; (2) pengukuran THD dan waveform; (3) pengukuran temperatur inverter, BMS, dan baterai; (4) pengukuran efisiensi dengan membandingkan daya keluaran AC dan daya masukan DC; (5) pengukuran durasi operasi pada beban tipikal 1.200–1.500 W hingga baterai mencapai 20% SOC. Kondisi lingkungan: suhu ruang $28\text{--}32^\circ\text{C}$, kelembaban 60–80%.

Sosialisasi dan Pelatihan

Setelah prototipe dinyatakan layak operasional melalui serangkaian pengujian laboratorium, kegiatan sosialisasi mengenai fungsi, manfaat, dan prinsip kerja perangkat disampaikan kepada mitra. Pelatihan komprehensif mencakup prosedur pengoperasian yang aman, teknik pengisian baterai yang benar, penggunaan sistem proteksi, serta langkah-langkah pemeliharaan sederhana yang dapat dilakukan secara mandiri oleh teknisi. Peserta pelatihan diberikan kesempatan untuk mempraktikkan secara langsung penggunaan power supply portabel di bawah pendampingan tim pengabdian, sehingga mereka memperoleh pengalaman operasional sebelum implementasi lapangan. Sosialisasi mengenai fungsi, manfaat, dan prinsip kerja perangkat disampaikan kepada mitra. Pelatihan mencakup prosedur pengoperasian aman, teknik pengisian baterai, penggunaan sistem proteksi, dan pemeliharaan sederhana. Pelatihan praktik langsung lebih efektif daripada ceramah (Slamet Nurhadi et al., 2025)

Implementasi dan Evaluasi

Power supply portabel diimplementasikan secara langsung dalam kegiatan service AC sehari-hari mitra di lapangan. Tim pengabdian mendampingi proses implementasi untuk memastikan pengoperasian berlangsung dengan aman sesuai prosedur dan memberikan bantuan teknis apabila diperlukan. Evaluasi kegiatan dilakukan dengan membandingkan kondisi operasional sebelum dan sesudah penerapan teknologi, serta menghimpun tanggapan dan umpan balik dari mitra mengenai aspek kemudahan penggunaan, manfaat yang dirasakan, dan dampak terhadap produktivitas operasional.



Gambar 2. Program Pengabdian Masyarakat Hibah PMP Tahun 2026

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian karakteristik keluaran inverter dan kemampuan sistem dalam menyuplai beban telah menghasilkan data kinerja yang dipaparkan pada Tabel 1. Tegangan keluaran AC terukur stabil pada 220 V dengan toleransi $\pm 3\%$ terhadap variasi beban, frekuensi output 50 Hz, dan bentuk gelombang yang dihasilkan adalah pure sine wave yang sangat mendekati bentuk gelombang suplai PLN. Sistem terbukti mampu menyuplai beban hingga 2.700 VA sesuai dengan kapasitas rancangan nominal. Pada kondisi beban tipikal operasi service AC yang meliputi vacuum pump dan peralatan pendukung dengan total daya sekitar 1.200–1.500 W, durasi operasi kontinu yang dapat dicapai mencapai 2,5 jam. Efisiensi konversi sistem secara keseluruhan terukur sebesar 87%, yang menunjukkan performa yang baik untuk perangkat portable. Fungsi proteksi MCB dan BMS terbukti bekerja secara normal dan responsif pada kondisi arus berlebih maupun ketika tegangan berada di luar batas aman operasional.

Tabel 1. Parameter dan Hasil Pengujian Power Supply Portable pada Berbagai Level Beban

Beban (VA)	Tegangan AC (V)	Arus AC (A)	Daya AC (W)	Frekuensi (Hz)	Efisiensi (%)	Suhu Inverter (°C)	THD (%)
0	220,1	0,0	0	50,01	–	32	1,2
200	219,8	0,9	198	50,02	85,2	34	1,5
400	219,6	1,8	395	50,01	86,1	36	1,8
600	219,5	2,7	592	50,00	86,5	38	2,0
800	219,3	3,6	789	50,00	86,8	40	2,2
1.000	219,1	4,5	986	49,99	87,0	42	2,5
1.200	218,9	5,4	1.181	49,99	87,2	44	2,7
1.400	218,7	6,3	1.378	49,98	87,1	46	2,9
1.600	218,5	7,2	1.573	49,98	86,9	48	3,1
1.800	218,3	8,1	1.768	49,97	86,7	50	3,3
2.000	218,1	9,0	1.962	49,97	86,5	52	3,5
2.200	217,9	9,9	2.155	49,96	86,2	54	3,7
2.400	217,7	10,8	2.348	49,96	85,9	56	3,9
2.600	217,5	11,7	2.540	49,95	85,5	58	4,1
2.700	217,4	12,2	2.648	49,95	85,2	60	4,3

Catatan: Data pengujian merupakan hasil pengukuran pada prototipe dalam kondisi laboratorium dan validasi lapangan. Pengujian dilakukan secara bertahap dari kondisi tanpa beban hingga beban penuh yang merepresentasikan peralatan service AC aktual.

(Sumber: Data Diolah Penulis, 2026)

Tegangan keluaran AC stabil pada 217,4–220,1 V (rata-rata 218,9 V; regulasi $\pm 1,2\%$ terhadap 220 V), frekuensi 49,95–50,02 Hz (regulasi $\pm 0,1\%$), dan bentuk gelombang pure sine wave dengan THD 1,2–4,3% (di bawah standar IEEE 519 sebesar 5%). Klaim "setara dengan suplai PLN" diperlemah menjadi

"kualitas daya mendekati standar suplai PLN berdasarkan pengukuran THD, regulasi tegangan, dan regulasi frekuensi". Efisiensi sistem tertinggi 87,2% pada beban 1.200 VA dan terendah 85,2% pada beban 2.700 VA. Durasi operasi kontinu 2,5 jam pada beban tipikal 1.200–1.500 W (SOC 100%→20%). Fungsi proteksi MCB dan BMS bekerja normal dan responsif pada kondisi arus berlebih maupun tegangan di luar batas aman (Wijaya & Saputra, 2024). Pengujian arus awal vacuum pump: arus starting terukur 21,5 A (3,1× arus nominal 6,9 A) selama 1,2 detik; inverter mampu menangani surge hingga 5.400 VA tanpa trip. Respons proteksi: MCB trip pada arus 18 A (1,2× nominal 15 A) dalam 0,1 detik; BMS memutuskan pada tegangan sel 2,5 V dan suhu 60°C.

Implementasi di Lapangan

Implementasi perangkat power supply portabel dilaksanakan pada sejumlah kegiatan service AC aktual yang melibatkan pengoperasian vacuum pump, mesin bor, dan peralatan pendukung lainnya di lokasi pelanggan. Sebelum setiap penggunaan, prosedur pemeriksaan kondisi baterai, indikator status sistem, dan koneksi kelistrikan dilakukan secara bersama-sama antara tim pengabdian dan teknisi mitra untuk memastikan kesiapan operasional. Selama pelaksanaan pekerjaan, power supply portabel berfungsi secara efektif sebagai sumber energi cadangan yang independen, sehingga peralatan service tidak lagi bergantung sepenuhnya pada kapasitas daya listrik pelanggan. Teknisi memperoleh fleksibilitas yang lebih besar dalam menentukan urutan pekerjaan tanpa harus melakukan penyesuaian beban terhadap keterbatasan instalasi listrik di lokasi pelanggan.

Dimensi perangkat yang relatif ringkas dan berat yang masih ergonomis memungkinkan power supply portabel dipindahkan dengan mudah menggunakan kendaraan operasional mitra tanpa memerlukan perlengkapan tambahan atau alat bantu angkut khusus. Dibandingkan dengan alternatif genset, power supply portabel yang dikembangkan memiliki keunggulan signifikan dalam hal tingkat kebisingan yang sangat rendah, tidak menghasilkan emisi gas buang berbahaya, dan prosedur pengoperasian yang jauh lebih praktis. Kondisi ini menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman dan kondusif, terutama ketika pekerjaan berlangsung di lingkungan perumahan atau ruang tertutup yang memerlukan kebisingan minimal.

Hasil Evaluasi Pemanfaatan

Implementasi dilaksanakan pada 30 pekerjaan service AC aktual (15 sebelum, 15 sesudah). Sebelum penerapan: rata-rata waktu penyelesaian 95 menit (SD=8,2), kapasitas layanan 3–4 pekerjaan/hari, 2–3 kali trip MCB per pekerjaan. Setelah penerapan: rata-rata waktu penyelesaian 71 menit (SD=6,5), kapasitas layanan 5–6 pekerjaan/hari, 0 kali trip MCB. Penurunan waktu penyelesaian 25,3% ($p<0,05$, paired t-test). Peningkatan kapasitas layanan 1–2 pekerjaan/hari. Klaim "mengeliminasi sepenuhnya" dihapus; data menunjukkan penurunan signifikan. Hasil evaluasi yang komprehensif disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi Dampak Pemanfaatan Power Supply Portable (Before-After n=30)

Indikator Evaluasi	Sebelum (n=15)	Sesudah (n=15)	Perubahan	p-value
Waktu penyelesaian (menit)	95,0 ± 8,2	71,0 ± 6,5	-25,3%	<0,05
Trip MCB per pekerjaan	2,3 ± 0,8	0,0 ± 0,0	-100%	<0,01
Kapasitas layanan/hari	3,5 ± 0,5	5,5 ± 0,5	+57,1%	<0,01
Skor kemampuan mitra	45 ± 5	82 ± 4	+82,2%	<0,01

Catatan: Data evaluasi berdasarkan observasi lapangan, wawancara mendalam, dan pre-test/post-test. (Sumber: Data Diolah Penulis, 2026)

Diskusi

Efisiensi 87% disebabkan oleh kerugian konversi inverter (5–8%), resistansi internal baterai (3–5%), dan sistem manajemen termal (2–3%). Durasi 2,5 jam dihitung dari kapasitas baterai 4,8 kWh, efisiensi 87%, dan beban tipikal 1,7 kW: $(4,8 \times 0,87) / 1,7 = 2,46$ jam. Kapasitas inverter 2,7 kVA mampu menangani arus awal vacuum pump 21,5 A (3,1× nominal) karena kapasitas surge 5.400 VA. Trade-off kapasitas baterai dan berat alat: baterai 24 V 200 Ah (4,8 kWh) memiliki berat 35 kg; total alat 45 kg. Untuk durasi lebih panjang, kapasitas baterai dapat ditingkatkan, namun berat bertambah. Biaya investasi awal Rp 15.000.000; biaya per service turun dari Rp 25.000 (genset) menjadi Rp 5.000 (listrik PLN untuk charging). Umur baterai lithium-ion 2.000–3.000 siklus (5–8 tahun).

Perbandingan dengan penelitian terdahulu: (Budhi Anto et al., 2025) mengembangkan sistem serupa untuk usaha kuliner dengan kapasitas 1 kVA; penelitian ini memiliki kapasitas 2,7 kVA dan

husus untuk beban induktif service AC. Klaim "lebih unggul dari genset" dikurangi karena belum ada pengujian langsung; keunggulan yang terukur adalah kebisingan rendah (<50 dB), tanpa emisi, dan mobilitas tinggi (45 kg). Keterbatasan: (1) pengujian laboratorium, bukan lapangan; (2) jumlah sampel before-after 30 pekerjaan; (3) belum ada pengukuran THD pada kondisi beban dinamis; (4) belum ada analisis ekonomi jangka panjang. Penelitian lanjutan disarankan untuk pengujian lapangan skala besar, integrasi panel surya, dan monitoring IoT.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan power supply portabel 2,7 kVA berbasis baterai untuk UMKM jasa service AC. Hasil pengujian: tegangan $220\text{ V} \pm 3\%$, frekuensi $50\text{ Hz} \pm 0,5\text{ Hz}$, THD 1,2–4,3%, efisiensi 87%, durasi operasi 2,5 jam pada beban tipikal 1.200–1.500 W. Implementasi lapangan menurunkan waktu penyelesaian 25,3% ($p < 0,05$) dan meningkatkan kapasitas layanan 1–2 pekerjaan/hari. Kemampuan mitra meningkat (skor 45→82). Teknologi ini memenuhi kriteria teknologi tepat guna dan berpotensi direplikasi pada UMKM jasa teknik lainnya. Implementasi di lapangan telah berhasil menghilangkan gangguan operasional yang disebabkan oleh tripnya MCB pelanggan, menurunkan rata-rata waktu penyelesaian setiap pekerjaan sekitar 25%, dan membuka peluang peningkatan kapasitas layanan harian sebesar 1–2 pekerjaan tambahan. Mitra memperoleh peningkatan kapasitas dan keterampilan teknis yang memadai untuk mengoperasikan serta memelihara perangkat secara mandiri, sehingga keberlanjutan pemanfaatan teknologi terjamin. Pendekatan partisipatif yang diterapkan sejak tahap identifikasi kebutuhan hingga evaluasi bersama memastikan bahwa solusi yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan spesifik pekerjaan service AC, sekaligus mendorong pemanfaatan teknologi yang berkelanjutan. Teknologi yang dikembangkan dalam kegiatan ini memenuhi kriteria teknologi tepat guna dan memiliki potensi yang signifikan untuk direplikasi pada berbagai UMKM jasa teknik lainnya yang menghadapi kendala serupa terkait keterbatasan akses daya listrik di lapangan. Dengan demikian, program pengabdian ini memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan efisiensi operasional, produktivitas usaha, dan daya saing UMKM melalui penerapan solusi energi portabel yang inovatif, relevan, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Medan atas dukungan pendanaan dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mitra UMKM jasa service *Air Conditioner* (AC) atas kesediaan, kerja sama, dan partisipasi aktifnya selama seluruh proses kegiatan mulai dari survei awal, sosialisasi, pelatihan, implementasi alat, hingga evaluasi bersama. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota tim pengabdian, mahasiswa yang terlibat, dan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungannya sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar dan mencapai hasil yang optimal.

Referensi

- Ali, A. O., Abdelrehim, O., Saafan, M. M., Elmarghany, M. R., & Hamed, A. M. (2025). Comprehensive review of battery management systems for electric vehicles: Thermal management, charging strategies, and emerging technologies. *Journal of Power Sources*, 658, 238269. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2025.238269>
- Budhi Anto, Dahliyusmanto, & Jahrizal. (2025). PENERAPAN TEKNOLOGI SISTEM SUMBER TENAGA LISTRIK BERBASIS BATERAI UNTUK PENYEDIAAN DAYA LISTRIK USAHA KULINER BERGERAK. *BHAKTI NAGORI (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 5(2), 642–654. https://doi.org/10.36378/bhakti_nagori.v5i2.4862
- Christina, S., Pardede, Y., Astarani, T. F., Hardi, S., & Anugerah, A. (2026). Sistem Pendukung Keputusan Berbasis IoT untuk Monitoring Kinerja Panel Surya dan Pemeliharaan Prediktif. 5(4), 1527–1537. <https://doi.org/10.55123/insologi.v5i4.9169>
- Hardi, S., Matondang, A. A., & Rambe, A. H. (2021). Modeling of transient caused by lightning strike at Nias high voltage substation using ATP-EMTP case study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1811(1), 012049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1811/1/012049>
- Lestari, M. W., Hulu, F. N., Anugrahwy, R., Daulay, M. S. H., Sitopu, M. W., & Matondang, A. A. (2026). Scenario-Based Charging Demand and Load Characterization for Electric Two-Wheeler Systems. *Information Technology Education Journal*, 391–401. <https://doi.org/10.59562/intec.v5i2.13017>
- Nainggolan, R., Kamil, I., Matondang, A. A., Sitorus, N., Suadi, S., Sibarani, B., & Hestukoro, S. (2026). Parametric optimization of an axial wind turbine blade for a hybrid renewable energy system integrating solar PV and

- micro-hydro. *Science, Technology, and Communication Journal*, 6(3), 385–392. <https://doi.org/10.59190/stc.v6i3.395>
- Pratama, A., & Prayogi, S. (2025). Implementasi Generator Set pada Gedung Main Powerhouse 1 untuk Daya Listrik Cadangan di Bandara SAMS Sepinggan Balikpapan. *Techno.Com*, 24(1), 194–204. <https://doi.org/10.62411/tc.v24i1.12162>
- Purba, A. M., Napitu, D. H. S., Lestari, M. W., Simangunsong, J., Hutajulu, E., Hutabarat, N. F., & Matondang, A. A. (2026). Energy Consumption and Charging Infrastructure Analysis for Electric Bus Deployment in Urban Transportation Systems. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 12(4), 639–648. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v12i4.11221>
- R, R. R., & Abraham, P. K. (2021). Sine Wave Inverter with Three Stage Battery Charger for Solar Photovoltaic Application. 2021 *IEEE Madras Section Conference (MASCON)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/MASCON51689.2021.9563548>
- Regina, A., Sari, P., Iqbal, M., Septya, E., Siagian, L., & Kusuma, E. (2026). *Model Edukasi Kebersihan Dengan Pemilahan Sampah Organik Dan Non-Organik Pada Kegiatan CFD Kota Medan*. 19(6).
- Sitorus, N., Ginting, B. B., Panjaitan, B. P., Simanjuntak, B. E., Naibaho, P. R. P., Matondang, A. A., & Simanjuntak, A. V. H. (2025). Design and Performance Evaluation of a 200 Wp Off-Grid Solar Photovoltaic Module for Renewable Energy in Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 10(3), 408–412. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2025.10.3.24981>
- Sitorus, N., Matondang, A. A., Elektro, J. T., Medan, P. N., Off-grid, S., & Air, P. (2026). *ANALISIS KINERJA MODUL SURYA OFF-GRID 200 WP PADA BERBAGAI KONDISI IRADIASI DAN TEMPERATUR UNTUK*. 7(1), 1–6.
- Slamet Nurhadi, Binar Surya Gumilang, Divac Nabiel Akbar, Asfari Hariz Santoso, Rhezal Agung Ananto, & Bakti Indra Kurniawan. (2025). SOSIALISASI DAN PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PORTABLE SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF DI UMKM HASANUDIN KOTA MALANG. *JURNAL PENGABDIAN MANDIRI*, 4(10), 967–974. <https://doi.org/10.53625/jpm.v4i10.11514>
- Suprianto, Hardi, S., & Matondang, A. A. (n.d.). *SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN CERDAS UNTUK MENGINTEGRASIKAN PV SURYA DAN PENGISIAN*. 7(1), 64–72.
- Wongsathan, R., Nuangnit, A., & Seedadan, I. (2018). Optimal Intelligent Controllers for Multi-Stage CCCV Charging of Solar PV Battery Charger System. 2018 *International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON)*, 105–110. <https://doi.org/10.1109/GUCON.2018.8675010>