

PENERAPAN TEKNOLOGI SISTEM SUMBER TENAGA LISTRIK BERBASIS BATERAI UNTUK PENYEDIAAN DAYA LISTRIK USAHA KULINER BERGERAK

Budhi Anto¹, Dahliysmanto², Jahrizal³

^{1,2,3}Universitas Riau

Jl. HR. Subrantas km 12,5 Pekanbaru, Indonesia

e-mail: ¹budhianto@eng.unri.ac.id, ²dahliysmanto@lecturer.unri.ac.id,
³jahrizal@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Usaha kuliner bergerak (UKB) merupakan salah satu bentuk usaha ekonomi mikro yang ditekuni oleh banyak orang. UKB membutuhkan sumber energi listrik untuk keperluan pencahayaan tempat usahanya dan aktifitas memasak. Artikel ini memaparkan suatu metode penyediaan tenaga listrik yang lebih efisien dan efektif untuk UKB, yaitu menggunakan sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai (STLB). Suatu Sistem STLB terdiri dari unit baterai-terkemas, unit inverter daya dan suatu saklar pemindah, yang terangkai dan terkemas menjadi suatu kemasan yang kompak, serta suatu unit alat pengisi muatan baterai. Jenis baterai yang digunakan adalah lithium-ferro-phosphate (LFP) yang memiliki keunggulan-keunggulan yaitu mempunyai kerapatan energi yang tinggi, ringan, dan mempunyai usia pakai yang panjang. Kami telah bekerja sama dengan UKB “Mie Yamin A. K.” sebagai mitra pengabdian masyarakat untuk menerapkan teknologi sistem STLB. Metode pelaksanaan pengabdian masyarakat mencakup perancangan dan pembuatan unit STLB, pengujian-pengujian fungsional, pemasangan unit STLB pada tempat usaha mitra, dan evaluasi penggunaan sistem STLB oleh mitra. Kami telah mengevaluasi pihak mitra untuk mengetahui dampak penggunaan teknologi sistem STLB terhadap bisnisnya. Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa pihak mitra telah menggunakan sistem STLB untuk operasional bisnis hariannya dan tidak ditemukan permasalahan pada kinerja sistem STLB selama masa pemakaian. Dengan menggunakan sistem STLB, pihak mitra telah memperbaiki strategi penjualan produknya sehingga memperoleh kenaikan volume penjualan sangat signifikan yaitu rata-rata di atas 50%. Pihak mitra juga telah melakukan diversifikasi produk dagangannya dengan dukungan sistem STLB. Penggunaan sistem STLB tidak membebani tagihan listrik bulanan pihak mitra. Dengan demikian UKB mudah mengakses daya listrik dengan biaya murah.

Kata kunci: *sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai, baterai LFP, usaha kuliner bergerak, pasokan daya listrik*

1. PENDAHULUAN

Usaha ekonomi mikro mempunyai peran penting dan strategis dalam pembangunan ekonomi nasional Indonesia. Usaha mikro merupakan tulang punggung perekonomian dengan menyumbang signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), menyerap tenaga kerja, dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Usaha mikro juga berperan penting dalam mengurangi kemiskinan dan pengangguran, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat [1]-[4]. Laporan Kementerian Koperasi dan UKM menyatakan bahwa pada tahun 2019 terdapat 64.601.352 usaha mikro yang melibatkan 109.842.384 tenaga kerja [5]. Statistik di atas memperlihatkan bahwa sangat banyak warga negara Indonesia yang mengandalkan sumber penghasilannya pada usaha ekonomi mikro.

Pengertian usaha ekonomi mikro dapat dilihat dari beberapa sudut pandang. Menurut peraturan yang berlaku di Indonesia yaitu Undang-Undang No. 20 Tahun 2008, usaha ekonomi mikro adalah usaha produktif milik orang perorangan dan/atau badan usaha perorangan yang

memenuhi kriteria tertentu, yaitu memiliki modal usaha (tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha) maksimum Rp50.000.000 (lima puluh juta rupiah), dan mempunyai hasil penjualan maksimum Rp300.000.000 (tiga ratus juta rupiah) per tahun [6]-[9]. Bidang usaha ekonomi mikro sangat beragam, mencakup sektor pertanian, peternakan, kehutanan dan perikanan, sektor industri pengolahan, sektor perdagangan, sektor transportasi dan komunikasi, serta sektor jasa-jasa [10][11]. Namun beberapa sektor yang paling menonjol adalah industri kuliner, *fashion*, agribisnis, dan kerajinan tangan. Selain itu, ada juga usaha jasa seperti *laundry*, perbaikan gadget, dan jasa desain grafis [12]. Pada sektor industri pengolahan, laporan Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa pada tahun 2023 terdapat 4.181.128 industri mikro di seluruh Indonesia yang melibatkan 9.843.840 tenaga kerja [13].

Usaha kuliner bergerak (UKB) merupakan salah satu bentuk industri mikro yang ditekuni oleh banyak orang. Biasanya UKB mulai beroperasi pada sore hari lalu berhenti menjelang tengah malam. Berdasarkan bentuk tempat usahanya, UKB dapat berbentuk gerobak yang didorong oleh penjualnya, atau gerobak yang ditarik/dipasang pada kendaraan roda dua, atau dapat berbentuk tempat usaha yang menyatu dengan kendaraan roda empat atau dikenal dengan istilah *food-truck*. Karena bersifat *mobile*, UKB memerlukan bahan bakar atau sumber energi yang bersifat dapat disimpan (*storable*) untuk keperluan memasak dan pencahayaan di malam hari. Pada umumnya mereka menggunakan minyak tanah untuk keperluan-keperluan tersebut.

Kebijakan pemerintah mengkonversi penggunaan minyak tanah ke LPG (*liquefied petroleum gas*) telah menjadikan minyak tanah sebagai komoditi yang mahal dan langka di pasaran [14]-[16]. Kondisi ini telah menyulitkan para pelaku bisnis UKB yang menggantungkan kebutuhan pencahayaan usahanya pada lampu minyak tanah, sehingga perlu dicari solusi agar kelangsungan usaha mereka dapat dipertahankan. Kemudian, banyak juga UKB beralih ke penggunaan tenaga listrik untuk operasional bisnisnya dengan mengandalkan pihak ketiga dalam penyediaan daya listriknya, yaitu pemilik lahan tempat UKB mangkal. Para pelaku bisnis UKB harus membayar sejumlah uang kepada pemilik lahan untuk sewa lahan dan sewa listrik.

Kegiatan pengadaan sumber tenaga listrik untuk pedagang UKB telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Manfaluthy telah membantu pedagang UJBK di kota Bekasi, Jawa Barat, dengan menghibahkan seperangkat lampu LED 5 watt bertenaga baterai lithium-ion yang dilengkapi dengan panel surya 7 Wp untuk pengisian ulang muatan baterai [17]. Rombekila dan Buang telah membuat suatu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mini yang terpasang pada gerobak dorong pedagang UKB di Kabupaten Mimika, Papua [18]. PLTS tersebut menggunakan panel surya 100Wp, dan digunakan untuk menyalakan enam lampu listrik dengan daya total 100 watt di malam hari. Kegiatan pengabdian masyarakat yang mereka lakukan hanya menyediakan tenaga listrik untuk keperluan pencahayaan tempat usaha UKB, dengan menggunakan sumber energi listrik dari panel surya.

Kami telah beberapa kali melaksanakan pengabdian masyarakat yang dibiayai oleh Universitas Riau untuk mengatasi masalah yang dihadapi para pedagang UKB. Kami telah memberikan solusi yaitu penggunaan lampu LED bertenaga baterai VRLA (*valve regulated lead acid*) untuk substitusi lampu minyak tanah, dan juga untuk menyediakan sumber energi yang lebih murah dan lebih mudah diperoleh oleh pedagang UKB [19][20]. Bentuk solusi yang kami berikan adalah pedagang UKB menggunakan baterai akumulator untuk menyalakan lampu-lampu LED di malam hari, dan kemudian pada siang hari, baterai VRLA tersebut di-charge menggunakan instalasi listrik rumahnya. Berdasarkan hasil monev yang kami lakukan terhadap pedagang-pedagang UKB yang menjadi mitra kami, mereka telah mengambil banyak manfaat dari sistem peralatan listrik yang dihibahkan kepada mereka, yaitu kemudahan dalam mengakses sumber energi untuk pencahayaan tempat usaha, dan biaya yang dikeluarkan untuk *charging* baterai akumulator lebih kecil daripada uang sewa listrik pemilik lahan. Selain itu, mereka dapat dengan lebih leluasa berjualan di tempat-tempat keramaian tanpa khawatir dengan ketersediaan sumber daya listrik.

Beberapa UKB, seperti *food-truck*, membutuhkan energi listrik dalam jumlah besar, selain untuk menerangi tempat usaha mereka, juga untuk mencatu peralatan-peralatan memasak

seperti blender dan mixer, dan lemari pendingin (*freezer*). Penggunaan baterai VRLA berkapasitas besar sangat tidak menguntungkan karena terlalu berat untuk diangkut pada food-truck. Oleh karena itu diperlukan jenis baterai yang lebih ringan dan mempunyai kerapatan energi yang tinggi sehingga kemasan baterai menjadi ringan dan kompak untuk dinaik-turunkan ke kendaraan food-truck.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk menyediakan suatu sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai (disingkat dengan Sistem STLB) pada UKB jenis food-truck, melalui suatu skema kerjasama. Adapun dalam skema kerjasama tersebut, pihak mitra berpartisipasi dalam hal pengadaan material yang diperlukan untuk pembuatan Sistem STLB. Jenis baterai yang digunakan adalah baterai lithium-ferro-phosphate (LFP) yang mempunyai banyak keunggulan atas baterai jenis VRLA, yaitu lebih ringan, mempunyai dimensi lebih kecil, dan harga lebih murah. Dengan menggunakan Sistem STLB, UKB dapat mengakses tenaga listrik dengan biaya murah, sehingga kelangsungan bisnisnya dapat dipertahankan.

Prinsip Kerja Sistem Sumber Tenaga Listrik Berbasis Baterai

Sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai (STLB) sebenarnya adalah bentuk lain dari teknologi *battery energy storage systems* (BESS). Teknologi ini berkembang sejak tahun 1991 dengan penggunaan baterai lithium-ion secara komersial pertama kali oleh perusahaan Sony [21]-[24].

Baterai merupakan bagian utama dari suatu BESS, karena bagian inilah yang berfungsi menyimpan energi listrik untuk digunakan ketika diperlukan. Terdapat beberapa jenis baterai yang digunakan pada BESS yaitu baterai redox flow, baterai natrium-sulfur, baterai asam-timbal, dan baterai lithium-ion. Baterai lithium-ion adalah jenis baterai yang paling banyak digunakan pada BESS [25][26]. Terdapat beberapa keunggulan yang dimiliki oleh baterai lithium-ion dibandingkan dengan jenis baterai lainnya, yaitu ringan dan memiliki kerapatan energi yang tinggi, mempunyai efisiensi yang tinggi pada saat proses *charging*-nya, mempunyai *life cycle* yang panjang, serta memiliki tingkat natural-discharge atau *self-discharge* yang rendah, sehingga baterai ini paling baik dibanding baterai lain dalam mempertahankan kemampuan menahan muatan penuhnya. Namun demikian terdapat beberapa kelemahan baterai lithium-ion yang seharusnya menjadi perhatian penting ketika menggunakannya, yaitu memiliki resiko-meledak jika penggunaannya tidak tepat, *discharging* sampai baterai kosong akan merusak baterai, dan sensitif terhadap temperatur tinggi [27]-[29].

Terdapat 5 jenis baterai lithium-ion yaitu lithium cobalt oxide (LiCoO_2), lithium manganese oxide (LiMn_2O_4), lithium nickel manganese cobalt oxide (LiNiMnCoO_2 , atau NMC), lithium ferro phosphate (LiFePO_4), dan lithium titanate ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$). Diantara kelimanya, baterai LiFePO_4 (LFP) adalah yang paling banyak digunakan karena mempunyai kestabilan temperatur yang baik selama proses *discharging*-nya [30][31]. Karakteristik sel baterai LFP dijelaskan menggunakan Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik sel baterai LFP

Karakteristik	Nilai
Tegangan nominal (V)	3,2
Kerapatan energi (Wh/kg)	150
Maksimum tegangan <i>charging</i> (V)	3,65
Maksimum arus <i>charging</i> , terus-menerus	0,2 C
Tegangan <i>cut-off</i> , moda <i>discharging</i> (V)	2,5
Maksimum arus <i>discharging</i> , terus-menerus	1 C
Temperatur kerja (°C)	-20 ~ 55
Penggunaan baterai yang dianjurkan	SOC: 10% ~ 90%

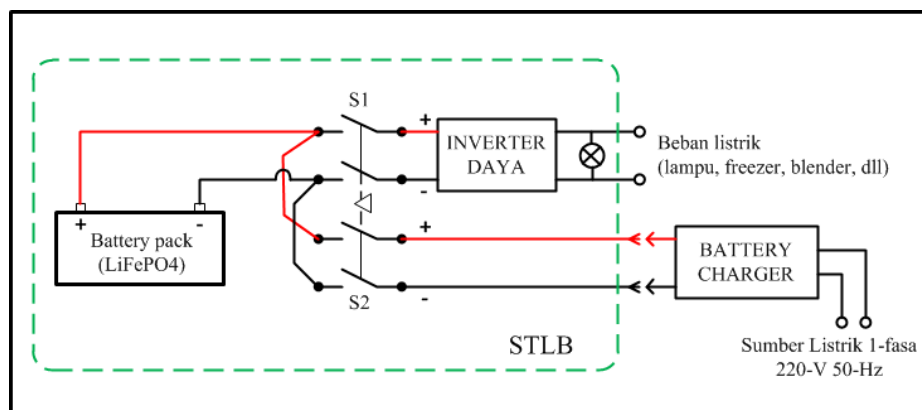
Keadaan energi yang tersimpan pada suatu baterai dinyatakan menggunakan nilai *State-of-Charge* (SOC). Baterai dalam keadaan penuh mempunyai SOC 100%. Baterai dalam keadaan kosong mempunyai SOC 0%. Pada moda *charging*, maksimum tegangan pengisian adalah 3,65 volt, sedangkan maksimum arus pengisian adalah 0,2 C. Pada moda *discharging*, maksimum arus yang dapat ditarik dari baterai secara terus-menerus adalah 1 C, sedangkan minimum tegangan terminal sel baterai adalah 2,5 volt. Secara umum terdapat 2 jenis kemasan sel baterai LFP yaitu bentuk silindris dan bentuk kotak atau prismatic. Kemasan beberapa sel baterai LFP diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kemasan sel baterai LFP, (a) kemasan silindris, (b) kemasan prismatic.

Suatu sistem STLB terdiri atas 4 komponen utama, yaitu: (1) baterai-terkemas (*battery pack*) yang dilengkapi dengan *battery management system* (BMS), (2) inverter daya, (3) saklar pemindah, dan (4) *battery charger*. Baterai-terkemas yang tersusun dari beberapa sel baterai LFP yang dirangkai seri dan paralel berfungsi sebagai unit penyimpan energi listrik. Inverter daya berfungsi mengubah daya listrik searah dari baterai-terkemas menjadi daya listrik bolak-balik untuk seterusnya digunakan mencatu peralatan-peralatan listrik di tempat usaha UKB. Saklar pemindah berfungsi untuk mengatur moda penggunaan STLB, yaitu moda penggunaan muatan baterai (*discharging mode*) dan moda pengisian muatan baterai (*charging mode*). Unit *battery charger* berfungsi mengisi muatan baterai-terkemas.

Baterai-terkemas, inverter daya dan saklar pemindah dirangkai dan dikemas pada suatu kemasan yang kompak. Sedang unit *battery charger* terpisah dari kemasan tersebut. Diagram rangkaian listrik sistem STLB diperlihatkan pada Gambar 2. Gambar 3 memperlihatkan satu set sistem STLB lengkap yang terdiri dari kemasan STLB (sebelah bawah) dan *battery charger* (sebelah atas).



Gambar 2. Diagram pengawatan Sistem STLB.



Gambar 3. Sistem STLB lengkap dengan Battery Charger.

Cara pengoperasian sistem STLB dijelaskan menggunakan diagram pengawatan pada Gambar 2. Baterai-terkemas, inverter daya, dan saklar pemindah terdapat dalam satu kemasan. Saklar pemindah mempunyai dua susunan kontak yaitu kontak S1 dan kontak S2. Kedua susunan kontak tersebut dilengkapi dengan *mechanical-interlocking* untuk mencegah keduanya tutup secara bersamaan. Jika S1 posisi tutup, maka S2 dikunci pada posisi buka, sebaliknya jika S2 pada posisi tutup, maka S1 dikunci pada posisi buka. Untuk moda charging, susunan kontak S2 ditutup, kemudian terminal-terminal keluaran battery charger dihubungkan ke terminal positif dan terminal negatif kontak S2. Battery charger mendapat daya listrik dari sumber tegangan 1-fasa 220-V 50-Hz yaitu sumber tegangan listrik yang tersedia di rumah pada umumnya. Untuk moda discharging, susunan kontak S1 ditutup, sehingga baterai-terkemas terhubung ke inverter daya. Selanjutnya inverter daya mencatu peralatan-peralatan listrik yang terdapat di tempat usaha UKB.

Pedagang UKB dapat menggunakan moda charging untuk mengisi muatan baterai pada siang hari, dan menggunakan moda discharging untuk menggunakan STLB untuk mencatu peralatan-peralatan listrik di tempat usahanya.

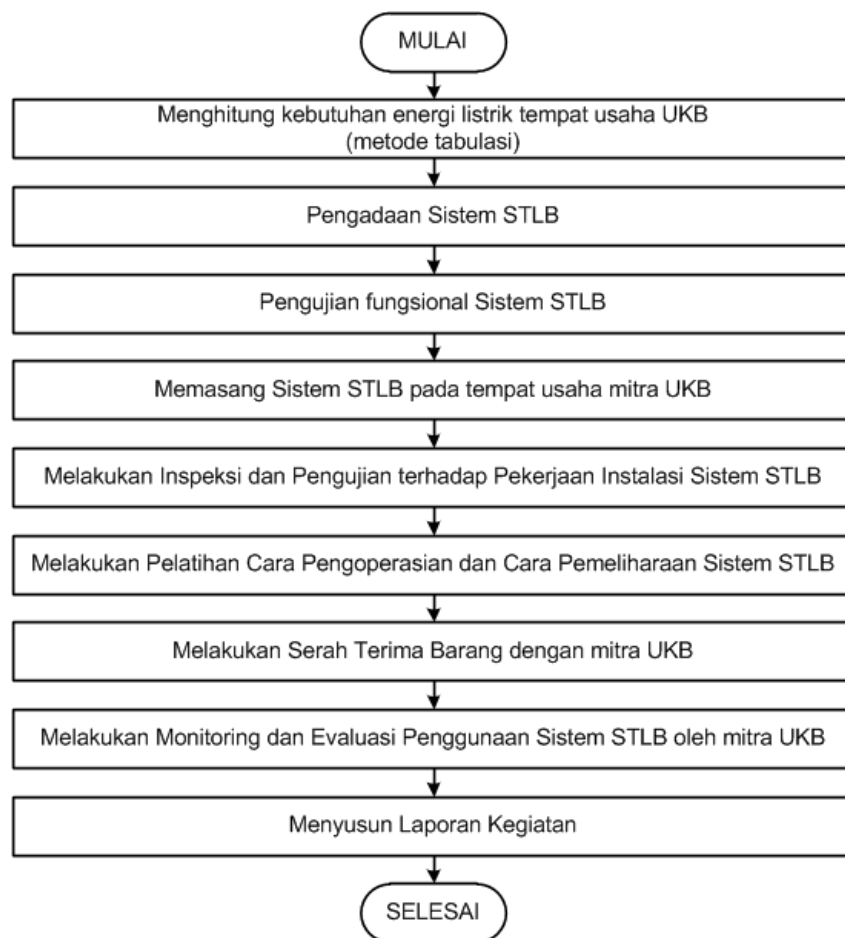
2. METODE PENGABDIAN

Program Pengabdian Masyarakat ini mencakup dua kegiatan utama yaitu (1) pengadaan sistem STLB, dan (2) pemasangan sistem STLB pada tempat usaha UKB. Kami telah bermitra dengan UKB bentuk food-truck yang berbisnis di Kota Pekanbaru untuk menerapkan teknologi sistem STLB. Mitra kami adalah UKB “Mie Yamin A.K.” yang menjual kuliner mie yamin dan dimsum di Jl. Sultan Syarif Qasim, Pekanbaru, Propinsi Riau. Selama ini UKB tersebut telah menggunakan sumber tenaga listrik berbasis baterai VRLA dengan kapasitas 0,312 kWh untuk menyalakan lampu-lampu LED menerangi tempat usahanya. Kemudian karena ingin mengembangkan bisnisnya, “Mie Yamin A. K.” berencana menambah peralatan-peralatan listrik seperti blender dan lemari pendingin kecil untuk menyimpan produk dagangannya sebelum dimasak untuk dikonsumsi pelanggan. Sistem STLB sangat tepat untuk memenuhi kebutuhan UKB tersebut.

Metode pelaksanaan pengabdian masyarakat dijelaskan menggunakan diagram alir pada Gambar 4. Tahap-tahap pelaksanaannya dijelaskan sebagai berikut:

- (1) Pengadaan Sistem STLB yang spesifikasinya dapat memenuhi kebutuhan energi listrik tempat usaha mitra UKB.
- (2) Melakukan pengujian-pengujian fungsional terhadap Sistem STLB, mencakup moda discharging dan moda charging.
- (3) Memasangkan Sistem STLB pada tempat usaha mitra UKB.

- (4) Melakukan pemeriksaan/inspeksi terhadap pekerjaan instalasi listrik.
- (5) Melakukan pengujian terhadap instalasi Sistem STLB yang telah terpasang pada tempat usaha mitra UKB.
- (6) Melakukan pelatihan kepada pihak mitra tentang cara pengoperasian Sistem STLB baik pada moda discharging, maupun moda charging, serta pelatihan tentang cara pemeliharaan Sistem STLB.
- (7) Melakukan serah-terima Sistem STLB dengan pihak mitra.
- (8) Melakukan monitoring dan evaluasi terhadap mitra UKB terkait penggunaan Sistem STLB dalam kegiatan bisnis hariannya.
- (9) Menyusun laporan kegiatan.



Gambar 4. Diagram alir kegiatan pengabdian masyarakat

Untuk mengukur ketercapaian tujuan kegiatan pengabdian masyarakat ini, maka kami melakukan monitoring dan evaluasi penggunaan Sistem STLB oleh pihak mitra. Tujuan kegiatan monitoring dan evaluasi adalah untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan: (1) Apakah pihak mitra menggunakan sistem STLB dalam menjalankan bisnisnya sehari-hari, (2) Apakah terdapat peningkatan omset pihak mitra, (3) Apakah biaya charging STLB membebani tagihan listrik pihak mitra, dan (4) Apakah terdapat permasalahan dalam pengoperasian sistem STLB. Kegiatan monitoring dilakukan selama 3 (tiga) bulan sejak serah-terima Sistem STLB.

Untuk mendapatkan jawaban pertanyaan pertama, maka kami melakukan beberapa kunjungan ke tempat usaha mitra UKB ketika dia berjualan di malam hari selama 3 bulan sejak

pemasangan Sistem STLB. Untuk mendapatkan jawaban pertanyaan kedua, ketiga dan keempat, maka kami melakukan wawancara dengan pihak mitra setiap bulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang kami lakukan mencakup perancangan dan pembuatan Sistem STLB serta pemasangannya pada tempat usaha UKB. Dalam pengabdian masyarakat ini, pihak mitra yaitu UKB “Mie Yamin A.K.” telah berkontribusi dalam bentuk penyediaan material yang diperlukan untuk pembuatan STLB.

Perancangan Sistem STLB dimulai dengan menghitung konsumsi energi listrik tempat usaha UKB “Mie Yamin A.K.” selama waktu operasionalnya. Konsumsi energi listrik dihitung menggunakan metode tabulasi sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2. Peralatan-peralatan listrik yang akan digunakan adalah lampu-lampu LED, lampu dekoratif, blender, dan lemari pendingin kecil (*chest freezer*). Dari Tabel 2, Kebutuhan energi listrik UKB adalah 2200 Wh.

Tabel 2. Konsumsi energi listrik food-truck UKB Mie Yamin A.K.

No.	Nama peralatan listrik	Daya (W)	Durasi pemakaian (jam)	Energi listrik (W x jam)
1.	Lampu LED (4 x 30-W)	120	5	600
2.	Lampu dekoratif	10	5	50
3.	Chest freezer kapasitas 100 liter	200	6	1200
4.	Blender	350	1	350
Total Konsumsi Energi Listrik				2200

Selanjutnya kapasitas penyimpanan energi listrik dari baterai-terkemas (Q) dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$Q = \frac{E}{DOD \times \eta} \quad (1)$$

Pada persamaan (1), Q adalah dalam satuan watt.jam (Wh), E adalah konsumsi energi listrik beban dalam satuan Wh, DOD adalah *depth-of-discharge* baterai LFP, biasanya menggunakan angka 80%, dan η adalah efisiensi baterai, biasanya menggunakan angka 95%.



Gambar 5. Baterai-terkemas, lengkap dengan unit BMS dan layar monitor

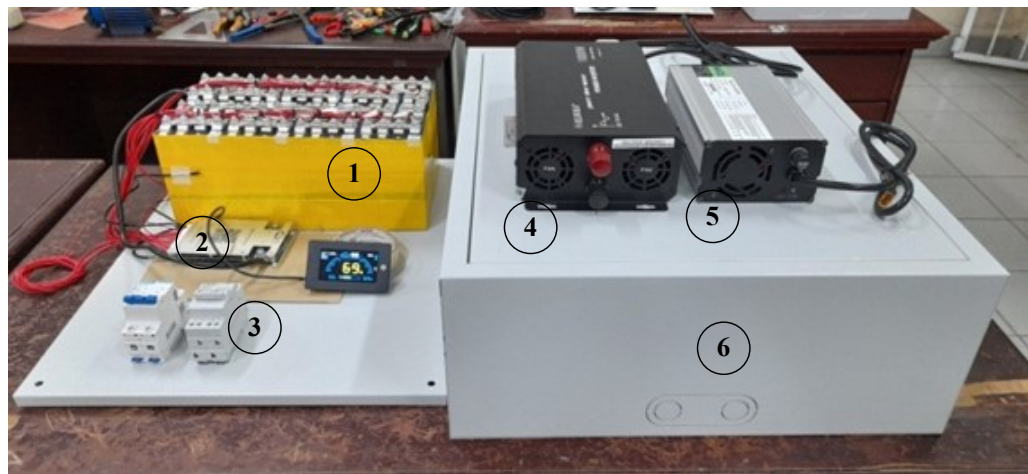
Dengan memasukkan nilai $E = 2200 \text{ Wh}$ ke persamaan (1), diperoleh kapasitas penyimpanan baterai-terkemas $Q = 2895 \text{ Wh}$. Kami telah memilih sel baterai jenis prismatic dengan kapasitas penyimpanan 30 Ah untuk membangun baterai-terkemas. Berdasarkan nilai Q , jumlah sel baterai LFP yang diperlukan adalah 32 sel. Kami telah menggunakan konfigurasi 16S2P yaitu 16 sel dirangkai seri dan 2 susunan seri dirangkai paralel. Baterai-terkemas beserta unit BMS dan layar monitor kondisi baterai diperlihatkan pada Gambar 5.

Berdasarkan konfigurasi baterai-terkemas, maka kami telah memilih battery charger yang menghasilkan tegangan keluaran 58,4 V dengan arus pengisian 10 A. Selanjutnya kami telah memilih inverter daya dengan spesifikasi tegangan masukan 48 VDC dan daya keluaran 1000 W. Spesifikasi komponen-komponen utama sistem STLB ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi komponen-komponen utama sistem STLB

No.	Nama komponen	Spesifikasi
1.	Baterai-terkemas	Jenis sel baterai: LiFePO4, 3,2-V 30-Ah
		Jumlah sel = 32, Susunan = 16S2P
		Tegangan nominal = 51,2 V
		Kapasitas nominal = 3,072 kWh
	BMS	LiFePO4 16S 80-A
2.	Inverter Daya	Tegangan masukan: 48 VDC
		Tegangan keluaran: 220-V 50-Hz, <i>pure sine-wave</i>
		Daya: 1000-W (<i>continuous</i>) 2000-W (<i>peak</i>)
3.	Battery Charger	Tegangan masukan: 220-V 50-Hz
		Tegangan keluaran: 58,4 V
		Arus keluaran: 10 A
4.	Saklar Pemindah	Arus pengenal 63-A

Gambar 6 memperlihatkan bagian-bagian utama sistem STLB sebelum dirakit. Komponen nomor 1 adalah baterai-terkemas susunan 16S2P berkapasitas 3,072 kWh. Komponen nomor 2 adalah unit BMS untuk baterai LFP susunan 16S dengan arus pengenal 80-A. Komponen nomor 3 adalah saklar pemindah. Komponen nomor 4 adalah inverter daya. Komponen nomor 5 adalah battery charger dengan tegangan pengisian 58,4 V dan arus pengisian 10 A. Komponen nomor 6 adalah kotak besi berukuran 50cmx60cmx20cm untuk mengemas STLB.



Gambar 6. Bagian-bagian utama sistem STLB sebelum dirakit

Selanjutnya untuk keperluan identifikasi, sistem STLB yang telah dibuat mempunyai spesifikasi sebagai berikut,

- Kapasitas penyimpanan energi listrik : 3 kWh
- Tegangan keluaran : 220-V 50-Hz
- Daya keluaran : 1000-W

Gambar 7 memperlihatkan kemasan STLB setelah dirakit.



(a)



(b)

Gambar 7. Kemasan STLB, (a) bagian dalamnya, (b) tampak luar

Kami telah melakukan pengujian-pengujian fungsional terhadap sistem STLB yang dibuat. Pengujian moda discharging telah dilakukan dengan membebani STLB dengan 2 unit lampu LED 12-W dan kipas angin 37-W. Dokumentasi pengujian pembebanan STLB diperlihatkan pada Gambar 8. Hasil pengujian moda discharging telah memperlihatkan bahwa sistem STLB telah berfungsi sebagaimana mestinya.



Gambar 8. Pengujian moda discharging sistem STLB

Sistem STLB telah dipasang pada tempat usaha mitra UKB dan telah dilakukan serah-terima barang dengan pihak mitra. Kami juga telah melakukan pelatihan kepada pihak mitra tentang cara pengoperasian Sistem STLB baik saat moda discharging, maupun saat moda charging, dan pelatihan tentang cara melakukan pemeliharaan terhadap Sistem STLB sehingga usia pakainya bisa panjang. Sistem STLB yang telah terpasang pada tempat usaha mitra dan telah digunakannya diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pihak mitra telah menggunakan sistem STLB dalam bisnis hariannya

Biaya *charging* STLB dihitung menggunakan basis tarif listrik PLN untuk rumah tinggal dengan kelas R-1 TR/2200 VA yaitu sebesar Rp1.444,70/kWh. Biaya *charging* STLB tiap bulan (B_{chg}) dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$B_{chg} = \frac{30Q_n}{0,8} \times 1444,7 \quad (2)$$

Pada persamaan (2), Q_n adalah kapasitas nominal baterai-terkemas dalam satuan kWh.

Dengan menggunakan nilai $Q_n = 3,072$ kWh pada persamaan (2), diperoleh biaya *charging* Rp 166.429,44 tiap bulan. Angka ini sebenarnya jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan biaya sewa listrik pedagang UKB di tempat dia mangkal yang sebesar Rp10.000,00 tiap malam atau Rp300.000,00 tiap bulan. Perhitungan biaya *charging* STLB menggunakan persamaan (2) juga menjelaskan mengapa penggunaan sistem STLB tidak terlalu membebani biaya tagihan listrik bulanan pedagang UKB.

Kami telah melakukan monitoring dan evaluasi (monev) pihak mitra terkait penggunaan Sistem STLB. Monitoring dilakukan dengan cara melakukan kunjungan langsung ke tempat mitra berjualan dan dengan cara melakukan wawancara menggunakan saluran telepon. Hasil monev selama 3 bulan pemakaian Sistem STLB dirangkum sebagai berikut,

- (1) Pihak mitra telah menggunakan Sistem STLB untuk operasional bisnisnya sehari-hari. STLB telah di-*charge* setiap hari, dan telah di-*discharge* setiap malam.
- (2) Terdapat peningkatan volume penjualan produk: mie yamin dari rata-rata 15 porsi per hari menjadi 23 porsi per hari (meningkat 53,33%); dimsum dari rata-rata 25 porsi per hari menjadi 45 porsi per hari (meningkat 80%)
- (3) Terdapat penambahan varian produk baru yaitu dimsum mentai dan minuman kemasan botol dingin
- (4) Terdapat peningkatan tagihan rekening listrik bulanan dari rata-rata Rp 563.862 menjadi rata-rata Rp 703.311 (meningkat 24,73%)
- (5) Tidak ditemukan permasalahan dalam penggunaan Sistem STLB.

Dari rangkuman hasil monev di atas dapat diketahui bahwa pihak mitra telah menggunakan Sistem STLB dengan periode pemakaian 1 *cycle* per hari, yang berarti dalam 1 hari STLB telah di-*charge* 1 kali dan telah di-*discharge* 1 kali. Sebagai catatan, berdasarkan informasi dari pabriknya (CATL), baterai LFP yang digunakan mempunyai usia pakai 4000 *cycle*. Dengan demikian usia pakai baterai-terkemas Sistem STLB dapat mencapai 4000 hari atau 10 tahun lebih. Kemudian penggunaan Sistem STLB secara signifikan telah meningkatkan volume penjualan pihak mitra yaitu rata-rata di atas 50%. Selain itu pihak mitra telah berhasil melakukan diversifikasi produk dengan tambahan produk dimsum mentai dan minuman dalam kemasan. Dari segi biaya operasional, terdapat peningkatan biaya tagihan listrik bulanan yang

tidak terlalu besar yaitu rata-rata 24,73%, di mana ini terutama disebabkan oleh biaya *charging* STLB. Dari hasil *money* dapat juga diketahui bahwa pihak mitra telah menggunakan Sistem STLB dengan kemudahan tanpa suatu permasalahan.

4. SIMPULAN

Suatu Sistem STLB yang dapat memenuhi kebutuhan energi listrik pedagang UKB telah dirancang dan dibuat, serta dilaporkan penggunaannya pada artikel ini. Sistem STLB yang dibuat terdiri dari suatu kemasan kompak yang berisi rangkaian baterai-terkemas, inverter daya, dan saklar pemindah, dan suatu unit battery charger untuk mengisi muatan baterai-terkemas. STLB yang dibuat mempunyai spesifikasi: kapasitas penyimpanan energi listrik 3-kWh, tegangan keluaran 220-V 50-Hz, dan daya keluaran 1000-W. Sedangkan unit battery charger mempunyai spesifikasi tegangan keluaran 58,4 V dan arus keluaran 10 A. Sistem STLB yang dibuat telah melewati serangkaian pengujian baik pengujian moda *discharging* maupun moda *charging*, sehingga memberikan jaminan kepada pedagang UKB bahwa mereka dapat menggunakan Sistem STLB tersebut untuk operasional bisnisnya.

Kami telah mengevaluasi pihak mitra untuk mengetahui dampak penggunaan teknologi Sistem STLB terhadap bisnisnya. Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa, tidak ditemukan permasalahan pada instalasi dan kinerja Sistem STLB selama masa pemakaian, terdapat kenaikan volume penjualan sangat signifikan yaitu rata-rata di atas 50% dan pihak mitra telah dapat melakukan diversifikasi produk dagangannya, dan juga pihak mitra mudah mengakses tenaga listrik untuk operasional tempat usahanya dengan biaya murah.

5. SARAN

Mengingat penggunaan Sistem STLB telah memberikan dampak positif terhadap produktifitas usaha UKB dan keberlangsungan usaha mereka, serta mempertimbangkan banyaknya warga negara Indonesia yang bekerja menjadi pedagang UKB, maka sudah seharusnya pemerintah Republik Indonesia menggalakkan penggunaan Sistem STLB oleh masyarakat pedagang UKB. Meskipun biaya pengadaan Sistem STLB berkapasitas besar cukup mahal untuk kalangan pedagang UKB, tetapi mereka sebenarnya dapat memiliki Sistem STLB dengan cara mencicil. Dalam hal ini, pemerintah dapat mengambil peran sebagai fasilitator dengan cara menyediakan pinjaman modal kepada para pedagang UKB sehingga mereka dapat memiliki Sistem STLB dengan biaya pengadaan yang tidak memberatkan kemampuan keuangan mereka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi (DAPTV) dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Riau atas pembiayaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dalam skema pembiayaan Program INOVOKASI, Kontrak no. 28331/UN.19.5.1.3/AL.04/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. C. Yolanda, "Peran Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah (UMKM) Dalam Pengembangan Ekonomi Indonesia," *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, vol.2, no.3, pp. 170-186, 2024.
- [2]. K. Ismail, M. Rohmah, dan D. A. Pratama Putri, "Peranan UMKM Dalam Penguatan Ekonomi Indonesia," *Jurnal Neraca: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Ekonomi Akuntansi*, vol. 7, no.2, pp. 208-217, 2023.

- [3]. A. H. Aliyah, "Peran Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM) Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat," *WELFARE: Jurnal Ilmu Ekonomi*, vol. 3, no.1, pp.64–72, 2022.
- [4]. A. Munthe, M. Yarham, dan Ridwana Siregar, "Peranan Usaha Mikro Kecil Menengah Terhadap Perekonomian Indonesia," *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi*, vol.2, no.3, pp.593–614, 2023.
- [5]. Kementerian Koperasi dan UKM, *Perkembangan Data Usaha Mikro, Kecil, Menengah (UMKM) dan Usaha Besar (UB) Tahun 2018 – 2019*.
- [6]. Hasnati, S. Dewi, A. S. Utama, L. Shafira, dan W. Andri, "Penyuluhan Hukum Mengenai Bentuk-Bentuk Badan Usaha Bagi UMKM Menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008 Kepada Anggota Karang Taruna Kelurahan Meranti Pandak Kota Pekanbaru," *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, vol. 1, no. 1, pp.96 – 104, 2021.
- [7]. M. H. Sinaga, Sri Martina, dan D. Purba, "Pengaruh Modal Kerja, Jam Kerja Dan Tingkat Pendidikan Terhadap Pendapatan UMKM Di Kabupaten Simalungun," *Jurnal Ilmiah Accusi*, vol. 6, no. 1, pp. 151–160, 2024.
- [8]. R. Yoga Perdata, "Pelaksanaan Unit Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Menurut Hukum Islam Di Indonesia," *UNES Law Review*, vol.6, no.2, pp.6218-6225, 2023.
- [9]. I. Akhadi, "Pemilihan Bentuk Usaha UMKM Menurut Perspektif Perpajakan," *Abdi Implementasi Pancasila: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol.4, no.1, pp.15-21, 2024.
- [10]. S. Sofyan, "Peran UMKM (Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah) Dalam Perekonomian Indonesia," *Bilancia*, vol.11, no.1, pp. 33 – 64, 2017.
- [11]. L. Hanim, dan M. S. Noorman, *UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) dan Bentuk-Bentuk Usaha*, Unissula Press, 2018.
- [12]. U. R. Nurul Janah, dan F. R. Seston Tampubolon, "Peran Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah Dalam Pertumbuhan Ekonomi: Analisis Kontribusi Sektor UMKM Terhadap Pendapatan Nasional Di Indonesia," *PENG: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, vol. 1, no.2, pp.739-746, 2024.
- [13]. Badan Pusat Statistik. *Profil Industri Mikro dan Kecil 2023*.
- [14]. J. Pramono, dan Gunanto, "Dampak Program Konversi Minyak Tanah ke LPG Terhadap Distribusi Minyak Tanah Bersubsidi (Studi Kasus di Pangkalan Kota Salatiga)," *Among Makarti: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, vol.2, no.2, pp.739-746, 2009.
- [15]. P. Hendri, M. Suryaningsih, dan I. H. Dwimawanti, "Evaluasi Program Konversi Minyak Tanah ke LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) di Kelurahan Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang," *Journal of Public Policy and Management Review*, vol. 2, no.2, pp.11 – 20, 2013.
- [16]. E. Vikalista, "Implementasi Kebijakan Konversi Minyak Tanah ke LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) di Kecamatan Banjarmasin Utara Kota Banjarmasin," *Jurnal Ilmu Politik dan Pemerintahan Lokal*, vol.1, no.2, pp.40 – 57, 2012.
- [17]. M. Manfaluthy, "Upaya Meringankan Biaya Penerangan Gerobak Kaki Lima di Saat Pandemi COVID-19 Dengan LED Bertenaga Surya," *Terang: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, vol.4, no.1, pp.107–115, 2021.
- [18]. A. Rombekila, dan N. Buang, "Perakitan *Solar Cell* Untuk Penerangan Gerobak Pedagang Kaki Lima Pada Bumdes Kampung Mawokau Jaya," *Jurnal Pakem AMATA*, vol.3, no.1, pp.1-5, 2023.
- [19]. B. Anto, Dahliyusmanto, dan E. Hamdani, "Lampu LED Bertenaga Baterai Akumulator Untuk Pencahayaan Usaha Dagang Mikro-Kecil di Desa Indah Karya, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau," *Prosiding Sem. Nas. Pemberdayaan Masyarakat ke-4*, Pekanbaru, tanggal 9-Nov-2022.
- [20]. B. Anto, Dahliyusmanto, E. Hamdani, Y. Solfiah, dan E. Ervianto, "Program Pengadaan Dan Pemasangan Lampu LED Bertenaga Baterai VRLA Untuk Pencahayaan Usaha

- Dagang Kuliner di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau,” *Community: Jurnal Pengabdian*, vol.5, no.2, pp.64 – 70, 2023.
- [21]. Asian Development Bank (ADB). *Handbook on Battery Energy Storage System*. 2018.
- [22]. A. Kilischekow, and W. Million. *The History of Battery Technology: Evolution of Energy Storage*. 2025. <https://lionsmart.com/history-of-battery-technology/>
- [23]. M. Li, J. Lu, Z. Chen, dan K. Amine, “Review: 30 Years Of Lithium-Ion Batteries,” *Advanced Materials*, vol.30, no.33, 2018.
- [24]. M. Shaibani, dan M. Majumder, “Lithium–Sulfur Battery: Generation 5 Of Battery Energy Storage Systems,” *Storing Energy*, 2022.
- [25]. Y. Wang, T. Yu, J. Chen, B. Gao, M. Yu, dan J. Zhu, “Advances In Safety Of Lithium-Ion Batteries For Energy Storage: Hazard Characteristics And Active Suppression Techniques,” *Energy Reviews*, vol.4, no.1, 2025.
- [26]. H. Du, *et al.*, “Side Reactions/Changes In Lithium-Ion Batteries: Mechanisms And Strategies For Creating Safer And Better Batteries,” *Advanced Materials*, vol. 36, no.29, 2024.
- [27]. B. Anto, dan D. B. Pratama, “Lithium-Ion Battery Charger For BEV Applications Based On MF Full-Bridge DC-DC Converter,” *ELKOMIKA*, vol. 11, no.4, pp. 1013 – 1031, 2023.
- [28]. I. S. Mylenbusch, K. Claffey, dan B. N. Chu, “Hazards Of Lithium-Ion Battery Energy Storage Systems (BESS), Mitigation Strategies, Minimum Requirements, And Best Practices,” *Process Safety Progress*, vol.42, no.4, pp.664-673, 2023.
- [29]. M. He, D. Chartouni, D. Landmann, dan S. Colombi, “Safety Aspects Of Stationary Battery Energy Storage Systems,” *Batteries*, vol.10, no.12, pp.182113 – 182172, 2024.
- [30]. S. Evro, A. Ajumobi, D. Mayon, and O. S. Tomomewo, “Navigating Battery Choices: A Comparative Study of Lithium Iron Phosphate and Nickel Manganese Cobalt Battery Technologies,” *Future Batteries*, vol. 4, 2024.
- [31]. M. Assi, and M. Amer, “A Comparative analysis of Lithium-ion batteries using a proposed electrothermal model based on numerical simulation,” *World Electric Vehicle Journal*, vol.16, no.2, 2025.