

Sistem Sumber Tenaga Listrik Berbasis Baterai Untuk Usaha Jajanan Kuliner Bergerak

^{1*}Budhi Anto, ²Dahliyusmanto, ³Firdaus, ⁴Jahrizal

¹Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau, Jl. HR. Subrantas km 12,5 Pekanbaru, Riau

budhianto@eng.unri.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau, Jl. HR. Subrantas km 12,5 Pekanbaru, Riau

dahliyusmanto@lecturer.unri.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau, Jl. HR. Subrantas km 12,5 Pekanbaru, Riau

firdaus@eng.unri.ac.id

⁴Jurusan Ilmu Ekonomi, Universitas Riau, Jl. HR. Subrantas km 12,5 Pekanbaru, Riau

jahrizal@lecturer.unri.ac.id

Email Koresponding: budhianto@eng.unri.ac.id

ABSTRAK

Usaha jajanan kuliner bergerak (UJKB) merupakan salah satu bentuk usaha ekonomi mikro yang ditekuni oleh banyak orang. Biasanya UJKB mulai beroperasi pada sore hari lalu berhenti menjelang tengah malam. UJKB 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 UJKB, yaitu menggunakan sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai (STLB). Suatu sistem STLB pada dasarnya 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. Telah dianalisis bahwa penggunaan sistem STLB dapat menekan biaya operasional disamping kemudahan mendapatkan tenaga listrik untuk operasional UJKB. Metode ini diharapkan dapat diimplementasikan kepada para pedagang UJKB melalui kegiatan pengabdian masyarakat ataupun melalui kegiatan bisnis yang berorientasi profit.

Kata kunci: *Baterai LFP, Pasokan Daya Listrik, Sistem Sumber Tenaga Listrik Berbasis Baterai, Usaha Jajanan Kuliner Bergerak.*

1. PENDAHULUAN

Usaha ekonomi mikro mempunyai peran penting dan strategis dalam pembangunan ekonomi nasional. Selain berperan dalam pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja, usaha mikro juga berperan dalam mendistribusikan hasil-hasil pembangunan (LPPI, 2015). Laporan Kementerian Koperasi dan UKM menyatakan bahwa pada tahun 2019 terdapat 64.601.352 usaha mikro yang melibatkan 109.842.384 tenaga kerja (Kemenkop UKM, 2021). Statistik di atas memperlihatkan bahwa sangat banyak warga negara Indonesia yang mengandalkan sumber penghasilannya pada usaha ekonomi mikro. Usaha jajanan kuliner bergerak (UJKB) merupakan salah satu bentuk usaha ekonomi mikro yang ditekuni oleh banyak orang. Berdasarkan Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) yang dikeluarkan oleh Kementerian Investasi/BKPM, usaha ini dimasukkan dalam kelompok usaha Penyediaan Makanan Keliling/Tempat Tidak Tetap, dengan kode usaha 56104 (Kementerian Investasi/BKPM, 2024). Biasanya UJKB mulai beroperasi pada sore hari lalu berhenti menjelang tengah malam.

Berdasarkan bentuk tempat usahanya, UJKB 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*, UJKB 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 gas telah menjadikan minyak tanah sebagai komoditi yang mahal dan langka di pasaran (Hendri, dkk, 2013). Kondisi ini telah menyulitkan para pelaku bisnis UJKB yang menggantungkan kebutuhan pencahayaan usahanya pada lampu minyak tanah, sehingga perlu dicari solusi agar kelangsungan usaha mereka dapat dipertahankan. Kemudian, banyak juga UJKB beralih ke penggunaan tenaga listrik untuk operasional bisnisnya dengan mengandalkan pihak ketiga dalam penyediaan daya listriknya, yaitu pemilik lahan tempat UJKB mangkal. UJKB-UJKB harus membayar sejumlah uang kepada pemilik lahan untuk sewa lahan dan sewa listrik.

Kami telah beberapa kali melaksanakan pengabdian masyarakat yang dibiayai oleh Universitas Riau untuk mengatasi masalah yang dihadapi para pedagang UJKB. 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 UJKB (Anto, dkk., 2023) (Anto, dkk., 2022). Bentuk solusi yang kami berikan adalah pedagang UJKB 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 UJKB 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 UJKB, 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*.

Artikel ini menjelaskan tentang suatu sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai (disingkat dengan sistem STL) berkapasitas besar yang dikemas pada kemasan yang kompak dengan berat yang tidak terlalu besar sehingga dapat dengan mudah dimuat dan diturunkan dari kendaraan *food-truck*.

1.1 Prinsip Kerja Sistem Sumber Tenaga Listrik Berbasis Baterai

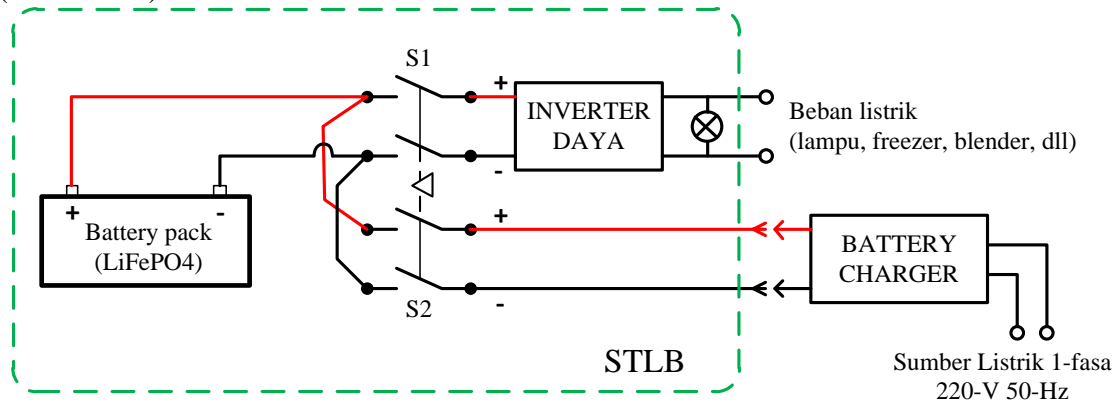
Sistem sumber tenaga listrik berbasis baterai (STL) sebenarnya adalah bentuk lain dari teknologi *battery energy storage systems* (BESS). Teknologi ini berkembang sejak tahun 1991 dengan penggunaan baterai lithium-ion secara komersial pertama kali oleh perusahaan Sony (Nationalgrid, 2024). Baterai merupakan 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 (ADB, 2018). 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 (Kong, dkk, 2018). Terdapat 5 jenis baterai lithium-ion yaitu lithium cobalt oxide (LiCoO₂), lithium manganese oxide (LiMn₂O₄), 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 (ADB, 2018).

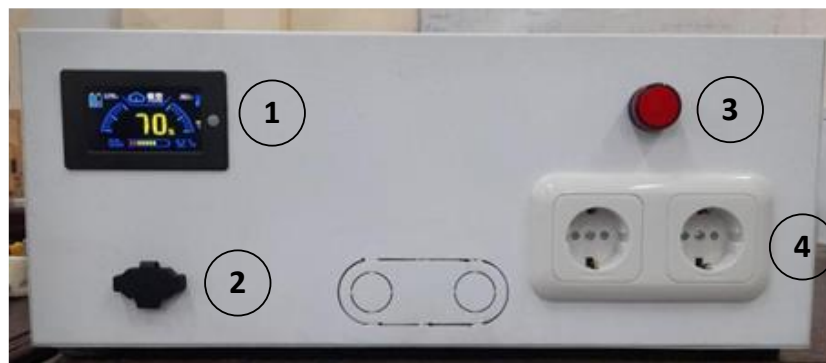
Komponen-komponen yang menyusun sistem STLB adalah sebagai berikut,

- 1) Baterai-terkemas (*battery pack*) yang dilengkapi dengan *battery management system* (BMS)
- 2) Inverter daya
- 3) Saklar pemindah
- 4) *Battery charger*.

Baterai-terkemas yang tersusun dari beberapa sel baterai LFP yang dirangkai seri dan paralel berfungsi sebagai unit penyimpanan 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 UJKB. 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 1. Gambar 2 memperlihatkan tampak depan kemasan STLB, sedangkan Gambar 3 memperlihatkan satu set sistem STLB lengkap yang terdiri dari kemasan STLB (sebelah bawah) dan *battery charger* (sebelah atas).



Gambar 1. Diagram Pengawatan Sistem STLB



Gambar 2. Tampak Depan Kemasan STLB

Pada Gambar 2, komponen nomor 1 adalah layar monitor yang menampilkan keadaan baterai-terkemas mencakup informasi prosentase kapasitas sisa baterai-terkemas (*State-of-Charge, SOC*), tegangan terminal, arus, dan temperaturnya. Komponen nomor 2 adalah soket untuk menghubungkan keluaran *battery charger* ke STLB (digunakan saat moda *charging*). Komponen nomor 3 adalah lampu indikator STLB pada moda *discharging*, lampu indikator akan menyala saat moda *discharging*.

Komponen nomor 4 adalah dua kotak kontak listrik arus bolak-balik bertegangan 220V 50Hz untuk mencatu peralatan-peralatan listrik yang digunakan di tempat usaha UJKB.



Gambar 3. Sistem STLB Lengkap dengan Battery Charger

Cara pengoperasian sistem STLB dijelaskan menggunakan diagram pengawatan pada Gambar 1. 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 UJKB. Pedagang UJKB 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.

1.2 Perhitungan Biaya *Charging* STLB

Biaya *charging* STLB dihitung berdasarkan kapasitas penyimpanan baterai-terkemas (Q). Karena *charging* dilakukan setiap hari, maka total energi listrik yang digunakan untuk proses *charging* dalam 1 bulan (30 hari) adalah sebagai berikut,

$$W_{chg} = 30 \times Q \quad (1)$$

Catatan, Q dinyatakan menggunakan satuan kWh.

Jika efisiensi battery charger adalah 80%, maka energi listrik yang digunakan oleh battery charger dalam 1 bulan adalah sebagai berikut,

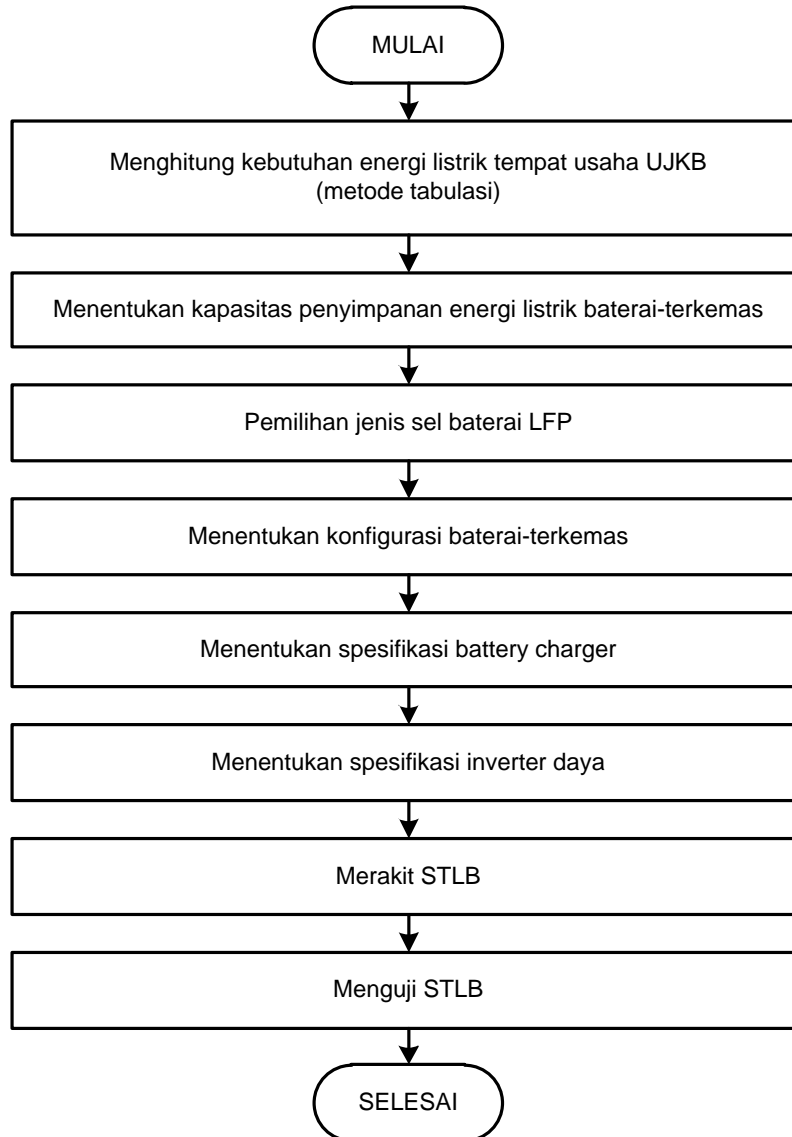
$$W_{battchg} = \frac{W_{chg}}{0,8} \quad (2)$$

Selanjutnya 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 (PLN, 2024). Dengan demikian, biaya *charging* STLB tiap bulan adalah sebagai berikut,

$$B_{chg} = W_{battchg} \times 1444,70 \quad (3)$$

2. METODE

Sistem STLB menawarkan fleksibilitas dalam menentukan kapasitas penyimpanan baterainya sehingga dapat memenuhi kebutuhan penggunanya. Metode pembuatan suatu sistem STLB dijelaskan menggunakan diagram alir pada Gambar 4. Proses perancangan suatu sistem STLB dimulai dengan menentukan kebutuhan energi listrik UJKB. Besar penggunaan energi listrik tempat usaha UJKB dapat ditentukan menggunakan metode tabulasi. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan kapasitas penyimpanan energi baterai-terkemas. Kemudian dilanjutkan dengan pemilihan jenis sel baterai LFP. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan konfigurasi baterai-terkemas: berapa sel yang dirangkai paralel dan berapa susunan yang dirangkai seri. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan spesifikasi battery charger: berapa tegangan pengisian dan berapa arus pengisian baterai. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan spesifikasi inverter daya: berapa tegangan masukannya, dan berapa daya keluarannya.



Gambar 4. Diagram alir Metode Pembuatan Sistem STLB

Kapasitas penyimpanan energi baterai-terkemas yang digunakan pada STLB dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$Q = \frac{W_{bn}}{DOD \times \eta} \quad (4)$$

di mana Q adalah dalam satuan watt.jam (Wh), W_{bn} adalah konsumsi energi listrik beban

dalam Wh, DOD adalah *depth-of-discharge* baterai LFP, biasanya menggunakan angka 80%, dan η adalah efisiensi baterai, biasanya menggunakan angka 95%.

Baterai-terkemas STLB disusun oleh banyak sel baterai LFP yang dirangkai paralel dan seri. Konfigurasi baterai-terkemas biasanya dinyatakan dalam ySxP, dimana x menyatakan jumlah sel baterai yang dirangkai paralel, dan y menyatakan jumlah susunan paralel yang dirangkai seri. Konfigurasi 16S2P menyatakan terdapat 2 sel baterai LFP yang dirangkai paralel, dan terdapat 16 susunan paralel yang dirangkai seri. Jumlah sel baterai LFP yang diperlukan untuk membangun suatu baterai-terkemas dengan kapasitas penyimpanan Q dapat dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$N = \frac{Q}{3,2 \times C} \quad (5)$$

di mana C adalah kapasitas penyimpanan sel baterai dalam satuan Ah.

Karakteristik sel baterai LFP dijelaskan menggunakan Tabel 1. 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 prisma. Kemasan beberapa sel baterai LFP diperlihatkan pada Gambar 5.

Tabel 1. Karakteristik sel baterai LFP

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



(a)



(b)

Gambar 5. Kemasan Sel Baterai LFP, (a) Kemasan Silindris, (b) Kemasan Prisma

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kami telah bermitra dengan UJKB bentuk *food-truck* untuk menerapkan teknologi sistem STLB untuk menyediakan energi listrik yang dapat dengan mudah diperoleh dengan biaya murah. Mitra kami adalah UJKB Mie Yamin A.K. yang menjual kuliner mie yamin dan dimsum. Penampilan mitra kami diperlihatkan pada Gambar 6. Selama ini, UJKB tersebut hanya mengoperasikan lampu-lampu LED untuk pencahayaan tempat usahanya. Kemudian karena ingin mengembangkan bisnisnya, Mie Yamin A. K. berencana untuk 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 UJKB tersebut. Konsumsi energi listrik UJKB Mie Yamin A.K. selama masa pengoperasiannya 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 UJKB adalah 2200 Wh.

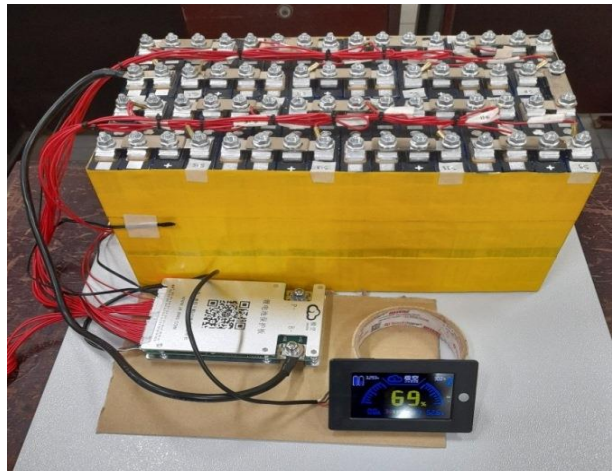


Gambar 6. UJKB “Mie Yamin A. K.” yang menggunakan *food-truck*

Tabel 2. Konsumsi Energi Listrik *Food-Truck*

| 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 |

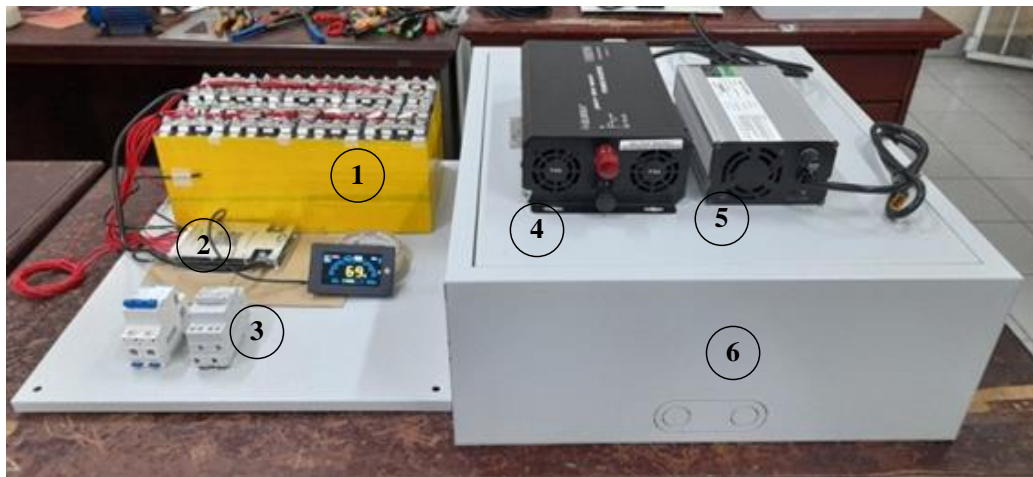
Dengan memasukkan nilai $W_{bn} = 2200$ Wh ke persamaan (4), diperoleh kapasitas penyimpanan baterai-terkemas $Q = 2895$ Wh. Kami telah memilih sel baterai jenis prismatic dengan kapasitas penyimpanan 30 Ah untuk membangun baterai-terkemas. Berdasarkan nilai Q , dengan menggunakan persamaan (5), diperoleh jumlah sel baterai LFP yang diperlukan adalah 32 sel. Kami telah menggunakan konfigurasi 16S2P pada baterai-terkemas yang dibuat. Baterai-terkemas beserta unit BMS dan layar monitor kondisi baterai diperlihatkan pada Gambar 7. 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.



Gambar 7. Baterai-terkemas, lengkap dengan unit BMS dan layar monitor

Tabel 3. Spesifikasi komponen-komponen utama sistem STLB untuk food-truck

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



Gambar 8. Bagian-bagian utama sistem STLB sebelum dirakit

Gambar 8 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 9 memperlihatkan

kemasan STLB setelah dirakit.



(a)



(b)

Gambar 9. Kemasan STLB, (a) bagian dalamnya, (b) tampak luar.

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

Kami telah melakukan pengujian-pengujian fungsional terhadap sistem STLB yang dibuat. Pengujian pembebanan telah dilakukan dengan membebani STLB dengan 2 unit lampu LED 12-W dan kipas angin 37-W. Dokumentasi pengujian pembebanan STLB diperlihatkan pada Gambar 10. Hasil pengujian pembebanan telah memperlihatkan bahwa sistem STLB telah berfungsi sebagaimana mestinya.



Gambar 10. Pengujian pembebanan sistem STLB.

Biaya charging STLB dihitung menggunakan persamaan (1) sampai dengan persamaan (3). Dengan menggunakan nilai $Q = 3,072$ kWh, diperoleh biaya charging Rp 166.429,44 tiap bulan. Angka ini sebenarnya jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan biaya sewa listrik pedagang UJKB di tempat dia mangkal. Nilai rupiah tersebut juga menjelaskan mengapa penggunaan sistem STLB tidak terlalu membebani biaya tagihan listrik bulanan pedagang UJKB.

Pembuatan sistem STLB 3 kWh telah memerlukan biaya Rp 15.000.000. Dibandingkan dengan biaya pengadaan genset 1000-W yaitu sebesar Rp 3.500.000, maka biaya pengadaan STLB 3 kWh

adalah 4,29 kali biaya pengadaan genset 1000-W. Dengan pola penggunaan peralatan-peralatan listrik yang sama, genset 1000-W akan mengkonsumsi bbm sekitar 2,5 liter tiap malam. Dengan harga bbm pertalite di tingkat pengecer Rp 12.000 per liter, maka biaya bahan bakar genset 1000-W tiap malam adalah Rp 30.000 atau Rp 900.000 tiap bulan. Selain itu terdapat biaya perawatan genset yaitu rata-rata Rp 40.000 tiap bulan. Dengan demikian biaya operasional dan perawatan genset 1000-W adalah Rp 940.000 tiap bulan. Biaya operasional STLB 3 kWh adalah Rp 166.429,44 tiap bulan, tanpa biaya perawatan. Dengan demikian biaya pengadaan dan operasional genset 1000-W akan sama dengan biaya pengadaan dan operasional sistem STLB 3 kWh setelah penggunaan selama 15 bulan. Setelah itu pedagang UJKB harus mengeluarkan Rp 940.000 tiap bulan untuk operasional dan perawatan genset, berbanding dengan Rp 166.429,44 tiap bulan untuk operasional sistem STLB 3 kWh. Analisis di atas memperlihatkan bahwa memang biaya pengadaan sistem STLB lebih mahal daripada biaya pengadaan genset, tetapi biaya operasionalnya jauh lebih rendah daripada yang genset, sehingga secara keseluruhan penggunaan sistem STLB lebih ekonomis daripada penggunaan genset.

Hal lain yang juga merupakan keunggulan dari penggunaan sistem STLB oleh pedagang UJKB adalah bahwa sistem STLB tidak menghasilkan suara bising dan polusi asap. Biaya pengadaan sistem STLB cukup mahal untuk kalangan pedagang UJKB. Tetapi mereka sebenarnya dapat memiliki sistem STLB dengan cara mencicil. Oleh karena itu diperlukan sistem pembiayaan yang berorientasi sosial sehingga pedagang UJKB dapat memiliki sistem STLB dengan biaya pengadaan yang tidak memberatkan kemampuan keuangan mereka.

4. KESIMPULAN

Suatu sistem STLB yang dapat memenuhi kebutuhan energi listrik pedagang UJKB jenis food-truck telah dirancang dan dibuat, serta dilaporkan 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 UJKB bahwa mereka dapat menggunakan sistem STLB tersebut untuk operasional bisnisnya. Dibandingkan dengan penggunaan genset, penggunaan sistem STLB memiliki keunggulan-keunggulan yaitu biaya pengadaan dan operasional sistem STLB lebih ekonomis, dan pengoperasian sistem STLB tidak menghasilkan suara bising dan polusi asap.

Selanjutnya untuk menyelesaikan kegiatan pengabdian masyarakat ini, sistem STLB akan diserahkan kepada pihak mitra yaitu UJKB Mie Yamin A.K. untuk digunakan dalam operasional bisnisnya. Kemudian kami akan melakukan monitoring dan evaluasi terhadap mitra kami terkait penggunaan teknologi sistem STLB. Monitoring dilakukan untuk mengetahui hal-hal sebagai berikut,

- a) Apakah pihak mitra menggunakan sistem STLB dalam menjalankan bisnisnya sehari-hari.
- b) Apakah terdapat peningkatan omset pihak mitra
- c) Apakah biaya charging STLB membebani tagihan listrik pihak mitra
- d) Apakah terdapat permasalahan dalam pengoperasian sistem STLB.

Ada beberapa saran terkait dengan penerapan teknologi sistem STLB oleh masyarakat, yaitu:

- a) Teknologi tepat guna ini perlu diterapkan secara meluas pada usaha ekonomi yang bersifat *mobile* lainnya, sehingga kelangsungan dan produktifitas usaha mereka semakin baik dan semakin meningkat dan penggunaan bahan bakar minyak secara keseluruhan dapat dihemat.
- b) Biaya pengadaan sistem STLB cukup mahal untuk kalangan pedagang UJKB. Tetapi mereka sebenarnya dapat memiliki sistem STLB dengan cara mencicil. Oleh karena itu diperlukan sistem pembiayaan yang berorientasi sosial sehingga pedagang UJKB dapat memiliki sistem STLB dengan biaya pengadaan yang tidak memberatkan kemampuan keuangan mereka.

REFERENSI

- Anto B, Dahliyusmanto, Hamdani E, Solfiah Y, Ervianto E. (2023). Program pengadaan dan pemasangan lampu LED bertenaga baterai VRLA untuk pencahayaan usaha dagang kuliner di kota Pekanbaru, Provinsi Riau. *Community: Jurnal Pengabdian*. 5(2): 64 – 70.
- Anto B, Pratama DP. (2023). Lithium-ion battery charger for BEV applications based on MF full-bridge DC-DC converter. *ELKOMIKA*. 11(4): 1013 – 1031.
- Anto B, Dahliyusmanto, Hamdani E. (2022). Lampu LED bertenaga baterai akumulator untuk pencahayaan usaha dagang mikro-kecil di desa Indah Karya, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. *Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Masyarakat ke-4*, Pekanbaru, tanggal 9 November 2022.
- Asian Development Bank (ADB). (2018). *Handbook on Battery Energy Storage System*.
- Hendri P, Suryaningsih M, Dwimawanti IH. (2013). Evaluasi program konversi minyak tanah ke LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) di kelurahan Tembalang, kec. Tembalang, kota Semarang. *Journal of Public Policy and Management Review*. 2(2): 11 – 20.
- Kementerian Investasi/BKPM. (2024). *Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) 2020*. Dilihat dari laman: <https://oss.go.id/informasi/kbli-berbasis-risiko>.
- Kementerian Koperasi dan UKM. (2021). *Perkembangan Data Usaha Mikro, Kecil, Menengah (UMKM) dan Usaha Besar (UB) Tahun 2018 – 2019*.
- Kong L, Li C, Jiang J, Pecht MG. (2018). Li-ion battery fire hazards and safety strategies. *Energies*. 11(9): 1 – 11.
- Lembaga Pengembangan Perbankan Indonesia (LPPI). (2015). *Profil Bisnis Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM)*. Dilihat dari laman: <https://www.bi.go.id/id/umkm/penelitian/Documents/Profil%20Bisnis%20UMKM.pdf>.
- Nationalgrid. (2024). *What is battery storage?* Dilihat dari laman: <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-is-battery-storage>.
- PT PLN (Persero). (2024). *Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tariff Adjustment) bulan April – Juni 2024*. dilihat dari laman : https://web.pln.co.id/statics/uploads/2024/03/Penetapan-Penyesuaian-TTL-TARIFF-ADJUSTMENT-Apri-Juni-2024_1-1.jpg.