

**RANCANG BANGUN GEROBAK UMKM KELILING
DENGAN INTERKONEKSI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BAYU (PLTB) DAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA (PLTS)**

NASKAH PUBLIKASI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan



Disusun oleh:

DIAZ PUTERA SUHERIAN

202203020002

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PEKAJANGAN PEKALONGAN
TAHUN 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN GEROBAK UMKM KELILING DENGAN
INTERKONEKSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) DAN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS).**

NASKAH PUBLIKASI

Disusun Oleh :

DIAZ PUTERA SUHERIAN

NIM : 202203020002

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

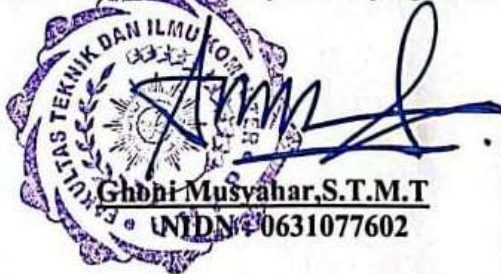

Ghoni Musyahar, S.T.M.T
NIDN : 0631077602

Pembimbing II


R. Kurniawan Dwi Septiady, S.IP., M.M.
NIDN : 0618097904

Disetujui oleh:

**Kepala Program Studi Diploma Tiga Teknik Elektronika
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan**


Ghoni Musyahar, S.T.M.T
NIDN : 0631077602

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Diaz Putera Suherian
Tempat/Tanggal Lahir : Pemalang, 15 Mei 2004
NIM : 202203020002
Program Studi : Diploma Tiga Teknik Elektronika

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **“RANCANG BANGUN GEROBAK UMKM KELILING DENGAN INTERKONEKSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)”** beserta seluruh isinya adalah hasil karya saya sendiri dan bahan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya tulis saat ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis saya maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Pekalongan, 8 Agustus 2025

Yang membuat Pernyataan



Diaz Putera Suherian

NIM : 202203020002

RANCANG BANGUN GEROBAK UMKM KELILING DENGAN INTERKONEKSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

Diaz Putera Suherian

Diploma Tiga Teknik Elektronika
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
Jl. Raya Pahlawan No : Gejlig- Kajen Kab. Pekalongan
Telp.: (0285)385313
www.fastikom.umpp.ac.id

ABSTRAK

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu pilar penting dalam perekonomian Indonesia, namun masih menghadapi kendala terkait ketersediaan energi listrik yang efisien dan berkelanjutan. Hal ini menjadi dasar untuk membuat rancang bangun gerobak UMKM dengan interkoneksi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pembuatan rancang bangun ini bertujuan untuk membuat gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS sebagai sumber energi alternatif. Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan potensi energi angin dan matahari secara simultan sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada listrik PLN maupun genset. Proses pembuatannya meliputi tahap perancangan rangka gerobak, instalasi komponen PLTB dan PLTS, hingga pengujian sistem interkoneksi pada *solar charge controller* yang terhubung ke baterai sebagai penyimpan energi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa interkoneksi PLTB dan PLTS mampu menyediakan daya listrik yang stabil untuk mendukung kebutuhan operasional UMKM seperti penerangan dan blender. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa investasi awal untuk membuat sistem interkoneksi PLTB dan PLTS dapat kembali dalam jangka waktu 4 tahun 4 bulan, sehingga penerapan sistem interkoneksi PLTB dan PLTS terbukti layak dan, efisien, dan ramah lingkungan sebagai solusi energi berkelanjutan bagi UMKM.

Kata kunci: PLTB, PLTS, interkoneksi, energi terbarukan, UMKM

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia memiliki peran vital dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional, khususnya dalam hal penciptaan lapangan kerja dan peningkatan pendapatan masyarakat. Kontribusi UMKM terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) cukup signifikan dan menjadikannya sebagai salah satu pilar utama penggerak ekonomi di tingkat lokal. Meskipun demikian, perkembangan UMKM masih menghadapi berbagai kendala, antara lain terbatasnya akses terhadap pembiayaan, minimnya adopsi teknologi modern, serta kurangnya kapasitas manajerial. Selain itu, kompleksitas infrastruktur dan regulasi turut menjadi tantangan dalam mendorong akselerasi pertumbuhan sektor ini. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan yang mendukung akses terhadap pembiayaan, meningkatkan kapasitas sumber daya manusia, serta mendorong integrasi teknologi guna menciptakan ekosistem UMKM yang lebih produktif dan berdaya saing [1].

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) berbasis gerobak keliling seperti pedagang kaki lima, gerobak makanan, dan gerobak minuman, menghadapi tantangan utama dalam operasionalnya. Salah satunya adalah kebutuhan listrik sebagai pemasok daya bagi peralatan elektronik seperti penerangan, pendingin, blender, alat penyegel minuman (*cup sealer*), dan pemanas makanan. Saat ini, sebagian besar pelaku UMKM tersebut masih bergantung pada sumber listrik konvensional, seperti jaringan listrik PLN atau genset berbahan bakar fosil. Ketergantungan ini menimbulkan sejumlah kendala, antara lain keterbatasan terhadap infrastruktur listrik, tingginya biaya operasional, serta dampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi gas buang dari penggunaan bahan bakar fosil.

Setelah dilakukan wawancara kepada pelaku UMKM, dimana pada prosesnya penulis mewawancarai 2 orang pelaku UMKM. Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan mengenai seputar biaya operasional apabila menggunakan listrik PLN yang didapatkan dengan membayar kepada pemilik tempat untuk operasional UMKM. Wawancara ini dilakukan kepada pelaku UMKM gerobak

yang berdagang disuatu tempat berjualan minuman jus buah dan berjualan minuman *pop ice* dan es teh. Hasilnya dimana memang pelaku UMKM tetap mendapat keuntungan meski harus menyewa listrik beserta tempat untuk operasional. Sehingga hal ini membuat penulis untuk melakukan sebuah inovasi dengan memanfaatkan energi terbarukan sebagai penunjang energi listrik untuk operasional UMKM.

Untuk mengatasi permasalahan pasokan listrik pada UMKM adalah pemanfaatan sumber energi terbarukan yang bisa digunakan secara portabel. Alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), ketika kedua sumber energi ini digunakan secara bersamaan dalam satu sistem, dikenal sebagai sistem interkoneksi PLTB dan PLTS. Penggunaan sistem ini bertujuan untuk menghadapi kondisi cuaca di lingkungan sekitar, pada saat cuaca cerah dan intensitas sinar matahari tinggi, PLTS mampu bekerja secara optimal. Sebaliknya, ketika kondisi cuaca mendung atau hujan efisiensi panel surya menurun, sistem tetap dapat menghasilkan listrik melalui PLTB. Sistem ini memberikan keuntungan fleksibilitas dalam menghadapi variasi kondisi cuaca [2]. Interkoneksi PLTB dan PLTS ini tidak hanya memberikan kontinuitas suplai energi, tetapi juga memungkinkan optimalisasi pemanfaatan sumber daya alam secara efisien dengan PLTS menghasilkan listrik arus searah (DC) yang disimpan dalam baterai, sementara PLTB menghasilkan listrik arus bolak balik (AC) yang juga dapat digunakan untuk pengisian daya. Penerapan sistem interkoneksi ini terbukti mampu menghasilkan energi listrik yang mencukupi untuk menunjang kebutuhan penerangan dan operasional UMKM secara berkelanjutan [3].

Penggunaan sistem interkoneksi PLTB dan PLTS menjadi solusi strategis bagi UMKM mengatasi pasokan listrik dan tingginya biaya operasional. Kombinasi ini memungkinkan pemanfaatan sumber energi terbarukan yang berkelanjutan dan efisien, dengan memanfaatkan keunggulan masing-masing sumber energi sesuai kondisi lingkungan [4]. Selain memberikan solusi terhadap keterbatasan akses listrik dan tingginya biaya operasional, penerapan interkoneksi PLTB dan PLTS memberikan keandalan energi bagi UMKM [5]. Maka dengan latar belakang

tersebut, penulis memilih judul tugas akhir membuat **“RANCANG BANGUN GERBAK UMKM KELILING DENGAN INTERKONEKSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)”**.

1.2 Metodologi Penulisan

Di dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, penulis melakukan dengan beberapa metode. Dengan tujuan agar mendapatkan masukan-masukan yang berhubungan dengan pembuatan tugas akhir ini. Metode yang digunakan adalah:

1. Metode studi literatur

Pada metode ini penulis melakukan pencarian terhadap sumber-sumber referensi dan narasumber, jurnal, internet, dan media baik media cetak maupun media elektronik.

2. Metode riset

Dalam penggunaan metode ini, penulis mengumpulkan serta mengambil data melalui pengujian terhadap objek penelitian yang relevan.

3. Metode wawancara

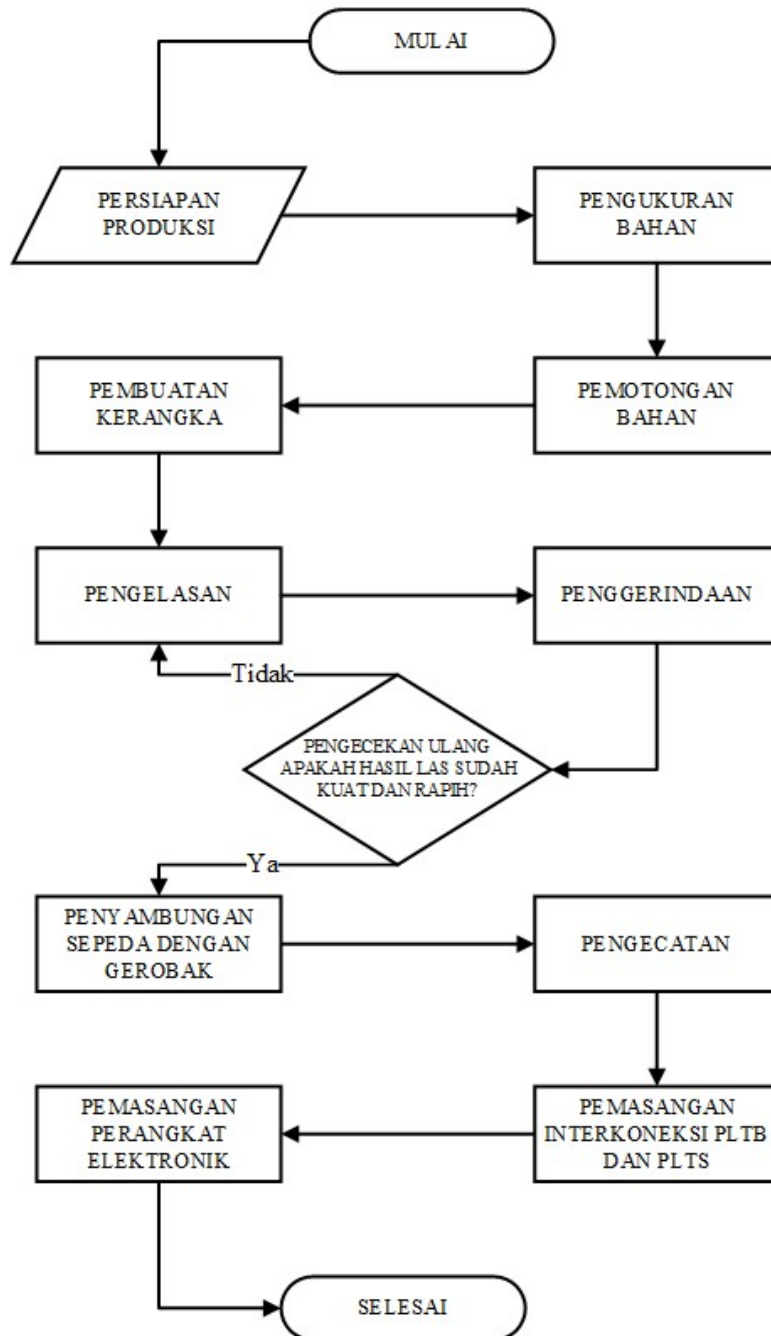
Untuk metode wawancara penulis akan melakukan kegiatan wawancara terhadap pihak yang bersangkutan, seperti melakukan wawancara pada pelaku UMKM.

4. Metode observasi

Metode observasi dilakukan untuk melakukan pengumpulan data dengan cara mengamati objek yang sedang diteliti secara langsung.

II. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

2.1 Perencanaan Alat



Gambar 3.1 Diagram Blok Pembuatan Gerobak UMKM Dengan Interkoneksi PLTB Dan PLTS.

2.2 Perancangan Alat

Persiapan yang dilakukan untuk melakukan perancangan gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS adalah sebagai berikut:

2.2.1 Alat dan Bahan

Dalam perancangan dan pembuatan gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS memerlukan alat kerja, alat ukur, dan material pendukung, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Alat Kerja

Alat kerja digunakan untuk membantu dalam pembuatan rancang bangun tugas akhir “gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS” diperlihatkan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Alat Kerja.

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	Gerinda	Memotong besi dan menghaluskan permukaan
2.	Bor	Membuat lubang pada benda kerja
3.	Mesin Las	Untuk menyatukan potongan besi
4.	Palu	Untuk memaku, mengetuk penitik
5.	Tang Kombinasi	Untuk memegang besi ketika dipotong dan saat pengelasan, dan sebagai pengikat sambungan kabel
6.	Tang Lancip	Untuk menjepit benda kerja yang kecil
7.	Tang Potong	Untuk memotong kabel
8.	Tespen	Mendeteksi aliran listrik, untuk menentukan fasa
9.	Penggaris Siku	Pengukur dengan sudut siku-siku yang berguna ketika membuat garis miring pada benda kerja
10.	Meteran	Mengukur ukuran benda kerja
11.	Kunci Pas 8, 10, 12, 14	Mengencangkan dan melepas mur baut
12.	Kunci Shock 8, 10, 12, 14	Mengencangkan dan melepas mur baut
13.	Kunci Inggris	Mengencangkan dan melepas mur baut
14.	Obeng +/-	Mengencangkan dan melepas baut
15.	Kuas	Mengoleskan cat
16.	Solder	Untuk melelehkan timah dan menempelkannya pada sambungan kabel, dan permukaan PCB
17.	Penitik	Untuk memberikan titik sebelum pengeboran

No	Alat	Harga
18.	Gunting Seng	Memotong seng

2. Alat Ukur

Alat ukur digunakan untuk membantu pengecekan dan pengukuran sistem perancangan kelistrikan dari “gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS” diperlihatkan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Alat Ukur.

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	Multitester	Mengukur nilai tegangan, arus, dan hambatan
2.	Tang Ampere	Mengukur nilai arus
3.	<i>Wattmeter</i>	Mengukur nilai daya
4.	<i>Tachometer</i>	Mengukur nilai putaran

3. Material Pendukung

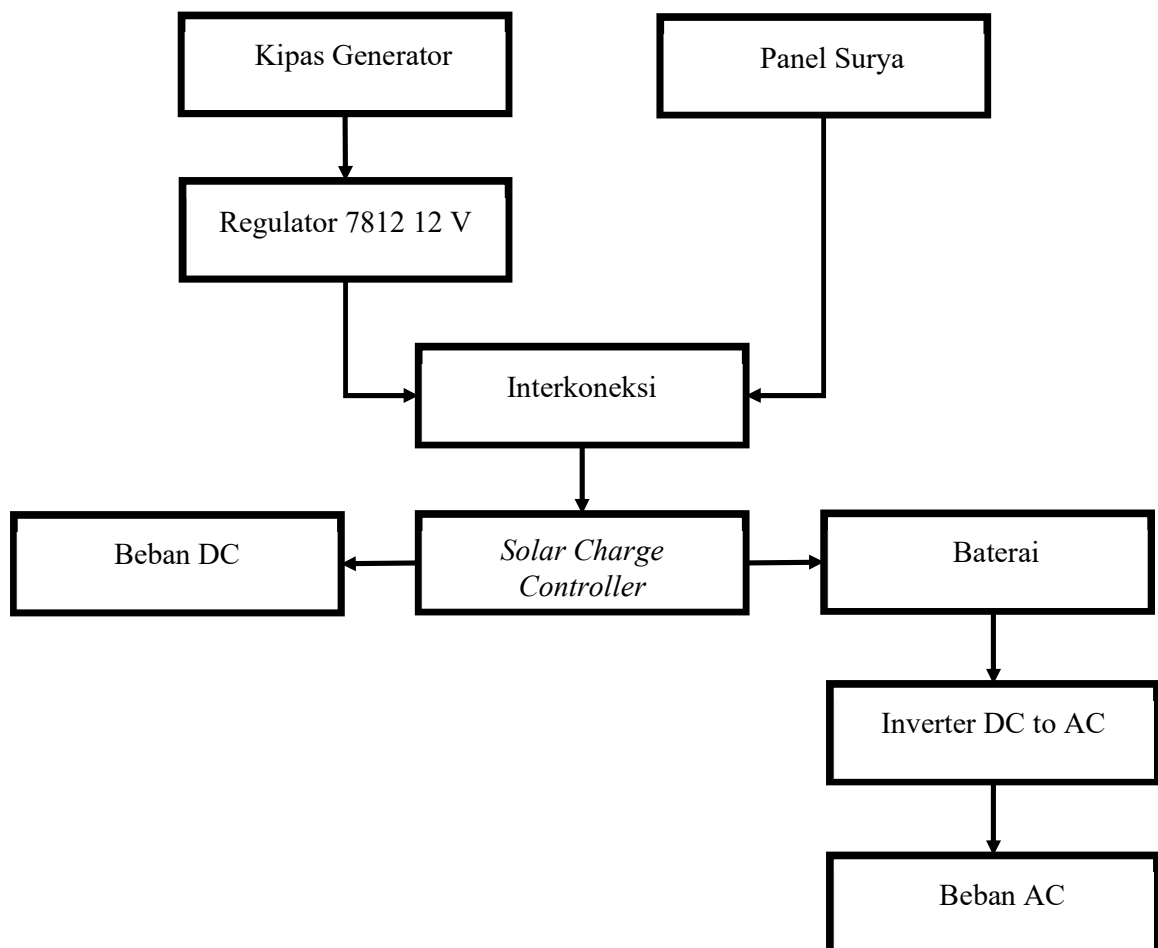
Material pendukung digunakan untuk membantu pembuatan rancang bangun gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS diperlihatkan pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3.1 Material Pendukung.

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Besi siku L	<ul style="list-style-type: none"> Siku L 4 cm × 4 cm Siku L 2,5 cm × 2,5 cm Siku L 3 cm × 3 cm 	Masing-masing 1 batang dengan panjang 6 meter
2.	Plat besi	Plat besi 2,5 cm	1 batang dengan panjang 6 meter
3.	Seng	Lebar 77 cm	1 lembar panjang 5 meter
4.	Baut mur seng	Baut -, mur persegi 12	Secukupnya
5.	Baut mur	<ul style="list-style-type: none"> Mur baut 8 Mur baut 10 Mur baut 12 Mur baut 14 	Secukupnya
6.	Baut mur	<ul style="list-style-type: none"> Baut 21 dipotong bagian kepalanya Mur 21 	2 pcs
7.	Sepeda	Sepeda jepang	1 pcs
8.	Roda gerobak	Ukuran velg 17 inch	Sepasang roda gerobak

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
9.	As roda gerobak	-	1 batang
10.	Lempeng kayu	-	Secukupnya
11.	Engsel	-	3 pcs
12.	Cat	<ul style="list-style-type: none"> • Avian cat besi warna hitam 1 Kg • Avian cat besi warna putih 200 gram 	Masing-masing cat 1 kaleng
13.	Tiner	-	1 botol
14.	Lem Dextone	-	2 pcs
15.	Baking soda	-	1 pcs 500 gram

2.3 Perancangan Sistem Kendali Tenaga Bayu dan Tenaga Surya Pada Gerobak Dengan Interkoneksi PLTB dan PLTS



Gambar 3.2 Diagram Alir Cara Kerja Rangkaian.

III. PENGUJIAN ALAT

3.1 Pengujian Alat

Dalam bab ini penulis akan menguraikan dan menjelaskan beberapa hasil pengujian dari penelitian tugas akhir ini. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS. Berikut prosedur pengujian yang dilakukan.

3.2 Pengujian Pengisian Baterai Dengan Interkoneksi PLTB dan PLTS

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengisian daya baterai dengan rangkaian interkoneksi PLTB dan PLTS. Mulai dari modul surya yang berperan mengubah energi dari cahaya matahari menjadi sumber energi listrik hingga generator kipas angin gantung yang memanfaatkan hembusan angin untuk memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan pengujian pengisian baterai dengan interkoneksi PLTB dan PLTS ini meliputi:

1. Posisikan modul surya ke arah matahari, dan posisikan baling-baling kipas angin gantung ke arah depan di gerobak bagian depan.
2. Sambungkan kedua sumber energi tersebut ke PV + dan PV – pada *solar charge charge controller*.
3. Sambungkan ke baterai, dimana *solar charge controller* pada BAT + menuju terminal positif baterai dan BAT – menuju terminal negatif baterai.
4. Kemudian *solar charge controller* akan menunjukkan indikator pengisian baterai dari kedua sumber energi dan menunjukkan nilai tegangannya.
5. Kemudian test dengan multimeter pada baterai sehingga muncul nilai tegangan baterai dan gunakan tang ampere untuk mengetahui arusnya.

Hasil pengujian tersebut dapat diketahui saat melakukan test pengujian.

Tabel 4.1 Pengujian Pengisian Baterai Dari Sumber PLTB.

Putaran Baling-Baling	Tegangan	Arus	Kondisi Angin	Kecepatan Gerobak
179,5 RPM	12,47V	0,064A	Stabil	10 Km/h
285,4 RPM	12,65V	0,072A	Stabil	0 Km/h

Kesimpulan : Pengujian ini dilakukan ketika gerobak bergerak dan gerobak diam namun dengan bantuan kipas angin, hasilnya pada saat pengujian ketika gerobak bergerak dengan dikayuh dengan kecepatan 10 Km/h dengan kondisi angin stabil dapat memutar baling-baling pada generator dengan kecepatan 179,5 RPM sehingga bisa untuk melakukan pengisian daya baterai. Dan pada saat pengujian menggunakan bantuan kipas angin dengan kondisi gerobak tidak bergerak dengan kecepatan putaran generator sebesar 285,4 RPM bisa digunakan untuk pengisian daya baterai.

Tabel 4.2 Pengujian Pengisian Baterai Dari Sumber PLTS.

Jam	Tegangan	Arus	Cuaca
08.00	20,55V	0,145A	Cerah
09.00	22,70V	0,280A	Cerah
10.00	23,45V	0,325A	Cerah
11.00	23,60V	0,344A	Cerah
12.00	24,50V	0,402A	Cerah
13.00	24,50V	0,402A	Cerah
14.00	24,60V	0,402A	Cerah
15.00	24,70V	0,410A	Cerah
16.00	13,45V	0,065A	Mendung
17.00	13,21V	0,057A	Hujan



Gambar 4.1 Pengujian Tegangan Listrik Dari PLTS.



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Dari Baterai.

Kesimpulan : Baterai 12V 7Ah mendapat pengisian daya melalui interkoneksi PLTB dan PLTS, apabila yang bekerja hanya salah satu saja sudah bisa untuk melakukan pengisian baterai. Pengisian baterai dengan menggunakan modul surya dapat dilakukan ketika siang hari dengan kondisi sinar matahari bersinar terik, namun ketika keadaan mendung maka hasil pengisian baterai masih bisa tetapi tidak optimal. Pengisian baterai dengan generator PLTB dilakukan ketika gerobak dalam

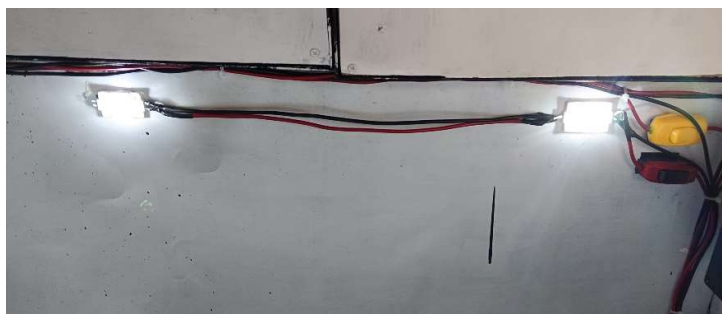
posisi bergerak untuk berkeliling, pada kondisi ini generator dapat berputar karena baling-baling dapat berputar karena menabrak angin ketika gerobak bergerak. Ketika gerobak bergerak untuk berkeliling pada pada siang hari maka baterai akan mendapatkan pengisian daya melalui 2 sumber pengisian melalui modul surya dan generator. Baterai digunakan untuk menyalakan perangkat lampu dan perangkat elektronik pendukung aktivitas UMKM, tanpa pengisian daya dari interkoneksi PLTB dan PLTS baterai dapat bertahan selama 1 jam, dimana setelahnya blender tidak dapat bergerak namun masih bisa untuk menyalakan 4 buah lampu DC dan 1 buah lampu AC.

3.3 Pengujian Lampu

Pada pengujian ini untuk mengetahui apakah lampu yang digunakan sebagai penerangan dapat bekerja dengan optimal dan untuk memastikan apakah sistem interkoneksi ini dapat digunakan untuk mengaktifkan lampu.

Tabel 4.3 Pengujian Tegangan dan Arus Pada Lampu DC Dalam Gerobak.

Jam	Tegangan	Arus
18.00	12,71V	0,011A
19.00	12,35V	0,011A



Gambar 4.3 Pengujian lampu DC Dalam Gerobak.

Tabel 4.4 Pengujian Tegangan dan Arus Pada Lampu DC Depan Gerobak.

Jam	Tegangan	Arus
18.00	12,71V	0,014A
19.00	12,32V	0,014A



Gambar 4.4 Pengujian Lampu DC Depan Gerobak.

Tabel 4.5 Pengujian Tegangan dan Arus Pada Lampu AC.

Jam	Tegangan	Arus
18.00	216V	0,173A
19.00	214V	0,173A



Gambar 4.5 Pengujian Tegangan dan Arus Pada Lampu AC.

Kesimpulan : Lampu pada gerobak dapat menyala semua dengan optimal, dimana pengujian ini dilakukan pada jam 17.30, namun pada pencatatannya diterakan pengukuran arus dan tegangan pada pukul 18.00 dan 19.00 dimana pada rentang 1

jam tegangan yang digunakan untuk menyalakan 4 lampu DC dan 1 lampu AC tidak terjadi penurunan tegangan yang signifikan, untuk nilai arusnya masih tetap sama. Pengujian ini baterai tidak mendapat suplai pengisian daya dari modul surya dan hanya mengandalkan PLTB ketika gerobak bergerak dan daya hasil pengisian baterai saat siang hari.

3.4 Pengujian Baterai ke Beban

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah beban peralatan elektronik yang digunakan dapat bekerja atau tidak. Peralatan elektronik yang digunakan pada pengujian ini adalah blender.

Tabel 4.6 Pengujian Beban Menggunakan Blender Dengan Menggiling Es Sebanyak 10 Kali selama 20 Menit.

Tegangan	Arus	Jumlah (Gelas)
197V	0,020A	2 gelas
199V	0,020A	2 gelas
199V	0.016A	2 gelas
198V	0,025A	3 gelas
200V	0,014A	1 gelas
200V	0,017A	1 gelas
202V	0,023A	1 gelas
200V	0,017A	1 gelas
200V	0,017A	1 gelas
203V	0,025A	2 gelas

Kesimpulan : Pada pengujian ini, blender dinyalakan sebanyak 10 kali dalam rentang waktu 20 menit. Untuk penggilingan pertama hingga ke-3 dilakukan dengan membuat 2 gelas es, dan penggilingan ke-4 dilakukan untuk membuat 3 gelas es, dan seterusnya penggilingan ke-5 hingga ke-10 berturut-turut dengan jeda waktu 2 menit menggiling 1 gelas es. Pengujian ini dilakukan saat baterai mendapat pengisian daya dari modul surya, pada saat pengujian ini tegangan yang dihasilkan modul surya menunjukkan 24,5V dengan tegangan baterai 14,4V. Hal ini menunjukkan bahwa pada pengujian ini membuktikan blender dapat bekerja dengan optimal.

Tabel 4.7 Pengujian Beban Menggunakan Blender Dengan Menggiling Es Sebanyak 10 Kali selama 30 Menit.

Tegangan	Arus	Jumlah (Gelas)
259V	0,017A	1 gelas
227V	0,017A	1 gelas
223V	0,017A	1 gelas
223V	0,023A	2 gelas
225V	0,020A	1 gelas
227V	0,020A	1 gelas
223V	0,031A	3 gelas
226V	0,017A	1 gelas
226V	0,034A	3 gelas
222V	0,028A	2 gelas

Kesimpulan : Pada pengujian ini blender dinyalakan 10 kali giling dalam kurun waktu 30 menit, setiap giling es diberi waktu 3 menit jeda untuk mulai menggiling es berikutnya. Blender digunakan untuk menggiling es untuk 1 gelas sebanyak 7 kali, menggiling es untuk 3 gelas sebanyak 2 kali, dan menggiling es untuk 2 gelas sebanyak 1 kali. Pada pengujian ini tegangan yang dihasilkan modul surya sebesar 24,7V dengan tegangan baterai 14,4V. Hal ini menunjukkan bahwa pada pengujian ini blender dapat bekerja dengan optimal.

Tabel 4.8 Pengujian Beban Menggunakan Blender Dengan Menggiling Es Sebanyak 10 Kali selama 15 Menit.

Tegangan	Arus	Jumlah (Gelas)
223V	0,017A	1 gelas
221V	0,017A	1 gelas
221V	0,020A	1 gelas
222V	0,020A	1 gelas
220V	0,017A	1 gelas
222V	0,020A	1 gelas
223V	0,023A	2 gelas
224V	0,023A	2 gelas
224V	0,020A	1 gelas
222V	0,020A	1 gelas

Kesimpulan : Pada pengujian ini blender dinyalakan 10 kali giling dalam kurun waktu 15 menit, blender digunakan untuk menggiling es 1 gelas sebanyak 8 kali dan menggiling 2 gelas es sebanyak 2 kali. Pada pengujian ini tegangan yang dihasilkan modul surya sebesar 24,5V dan tegangan baterai sebesar 14,4V. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian ini dapat menyalakan blender secara optimal.

Tabel 4.9 Pengujian Beban Menggunakan Blender Dengan Menggiling Es Sebanyak 10 Kali Selama 30 Menit Saat Cuaca Mendung Hingga Hujan.

Tegangan	Arus	Jumlah (Gelas)
226V	0,020A	1 gelas
220V	0,020A	1 gelas
220V	0,023A	1 gelas
220V	0,028A	2 gelas
210V	0,020A	1 gelas
210V	0,017A	1 gelas
205V	0,017A	1 gelas
204V	0,020A	3 gelas
198V	0,020A	3 gelas
106V	0,017A	2 gelas

Kesimpulan : Pada pengujian ini blender dinyalakan 10 kali selama 30 menit, dalam pengujian ini pengisian baterai dari modul surya tidak optimal karena dalam kondisi cuaca mendung kemudian hujan, pengujian ini dilakukan sore hari. Dengan tegangan modul surya yang mulanya sebesar 11,9V menjadi 11,7V ketika penggilingan es ke-10. Pengujian ini berhenti pada penggilingan ke-10 karena suplai listrik sudah tidak dapat untuk menyalakan blender, tegangan pada baterai sebesar 14,4V namun sudah tidak bisa untuk menyalakan blender.

3.5 Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan pada rancang bangun ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa alat bekerja secara optimal atau tidak. Mulai dari interkoneksi PLTB dan PLTS ke baterai, dan baterai menuju beban.



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Keseluruhan.

Kesimpulan : Pengujian keseluruhan pada rancang bangun gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS dapat bekerja secara optimal.

3.6 Perbandingan Nilai Ekonomis Pada UMKM Setelah Menggunakan Interkoneksi PLTB dan PLTS

Pada pengujian rancang bangun gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS ini juga memiliki nilai ekonomis pada penggunaan listrik untuk kebutuhan menyalakan peralatan elektronik. Untuk mengetahui nilai ekonomis yang diperoleh maka dilakukan perbandingan antara menggunakan listrik PLN dengan menggunakan interkoneksi PLTB dan PLTS. Untuk menghitung

perbandingannya maka yang dihitung adalah mulai dengan biaya operasional, menghitung selisih keuntungan yang diperoleh, analisis ROI (*Return On Investment*), dan BEP (*Break Even Point*). Dimana bekerja 6 hari dengan waktu kerja 8 jam. Kemudian menghitung berapa lama balik modal yang didapatkan ketika menggunakan interkoneksi PLTB dan PLTS.

3.6.1 Biaya Operasional

Tabel 4.10 Biaya Operasional.

Bahan Produksi dan Gaji Pegawai	Waktu operasional 20 hari	Harga
Pop Ice (10 renteng dengan varian 10 rasa, dimana 1 renteng berharga Rp15.000)	20 hari (1 kali belanja)	$Rp15.000 \times 10 = Rp150.000$
Buah naga (2 buah) 3 hari	20 hari (3 kali belanja)	$Rp10.000 \times 2 = Rp20.000$ $Rp20.000 \times 3 = Rp60.000$
Buah mangga (1 kg)	20 hari (10 kali belanja)	Rp25.000 $Rp25.000 \times 10 = Rp250.000$
Buah alpukat (1 kg)	20 hari (7 kali belanja)	Rp25.000 $Rp25.000 \times 7 = Rp175.000$
Air mineral (1 galon)	20 hari (5 kali belanja)	Rp20.000 $Rp20.000 \times 5 = Rp100.000$
Es batu crystal	20 hari (20 kali belanja)	Rp12.000 $Rp12.000 \times 20 = Rp120.000$
Cup 16 oz	20 hari (20 kali belanja)	Rp14.000 $Rp14.000 \times 20 = Rp140.000$
Tutup cup	20 hari (20 kali belanja)	Rp5.000 $Rp5.000 \times 20 = Rp100.000$
Sedotan	20 hari (7 kali belanja)	Rp10.000 $Rp10.000 \times 7 = Rp70.000$
Gaji pegawai	20 hari (20 kali operasional)	Rp30.000 $Rp30.000 \times 20 = Rp600.000$
Total biaya		Rp1.765.000

Untuk biaya operasional UMKM jus buah dan minuman *pop ice*, terdapat beberapa bahan untuk produksi dan gaji pegawai, untuk memulai produksi selama 20 hari maka diperlukan modal sebesar Rp1.165.000 untuk belanja bahan-bahan produksi selama 20 hari. Setelah perhitungan untuk biaya bahan produksi sudah dilakukan, maka selanjutnya mulai menghitung gaji pegawai dimana perharinya dibayar Rp30.000 maka dalam operasional selama 20 hari maka $Rp30.000 \times 20 =$

Rp600.000. Maka biaya operasional selama 20 hari adalah melakukan penjumlahan biaya bahan produksi dan gaji pegawai adalah $\text{Rp}1.165.000 + \text{Rp}600.000 = \text{Rp}1.765.000$.

Untuk produksi selama tahun maka dalam satu tahun dengan hari operasional aktif selama 317 hari, maka apabila dibagi dalam 20 hari maka hasilnya adalah 16. Kemudian, biaya bahan produksi dan gaji pegawai selama 20 hari dalam satu tahun adalah $\text{Rp}1.765.000 \times 16 = \text{Rp}28.240.000$. maka dalam satu tahun operasional memerlukan biaya bahan produksi dan gaji pegawai sebesar Rp28.240.000.

Untuk biaya operasional keseluruhan selama 1 tahun dengan cara melakukan penjumlahan biaya operasional dan gaji pegawai satu tahun dengan biaya investasi awal membuat rancang bangun gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS adalah $\text{Rp}28.240.000 + \text{Rp}2.266.000 = \text{Rp}30.506.000$. Maka untuk biaya operasional keseluruhan adalah Rp30.506.000.

Kemudian dilakukan perhitungan selisih biaya operasional dengan menggunakan listrik PLN dan menggunakan listrik mandiri menggunakan interkoneksi PLTB dan PLTS. Perhitungan biaya operasional listrik ini bertujuan untuk menghitung selisih keuntungan yang didapat ketika menggunakan listrik PLN dan menggunakan listrik mandiri menggunakan interkoneksi PLTB dan PLTS.

1. Menggunakan Listrik PLN

Untuk biaya operasional ketika menggunakan listrik PLN, maka dihitung dengan menghitung daya peralatan listrik yang digunakan dengan durasi waktu penggunaannya, kemudian diperoleh total kebutuhan energi listrik dengan mengeluarkan tarif biaya listrik.

1) Penggunaan daya untuk blender dan lampu

Blender memiliki daya sebesar 300W dan lampu 5W, untuk durasi penggunaannya setiap sekali produksi blender menyala selama 15 detik untuk sekali giling. Apabila setiap operasional blender digunakan selama 50 kali, maka 15 detik dikalikan 50 menjadi 750 detik. Sedangkan durasi waktu yang digunakan untuk menyalakan lampu 5W memiliki durasi selama 2,5 jam,

sehingga untuk perhitungan penggunaan daya adalah sebagai berikut:

Penggunaan daya blender:

$$750 \text{ detik} \div 3600 \text{ detik} = 0,2083 \text{ jam}$$

$$\text{Daya yang digunakan} = 300\text{W} \times 0,2083 \text{ jam} = 62,5 \text{ Wh} = 0,0625 \text{ kWh.}$$

Penggunaan daya lampu:

$$\text{Daya yang digunakan} = 5\text{W} \times 2,5 \text{ jam} = 12,5 \text{ Wh} = 0,0125 \text{ kWh.}$$

2) Total daya

Total daya blender dan lampu:

$$0,0625 \text{ kWh} + 0,0125 \text{ kWh} = 0,075 \text{ kWh.}$$

3) Biaya listrik

Jika tarif listrik PLN Rp1.699/kWh, maka:

$$0,075 \times \text{Rp}1.699 = \text{Rp}127,4.$$

2. Menggunakan Interkoneksi PLTB dan PLTS

Untuk biaya operasional ketika menggunakan interkoneksi PLTB dan PLTS tidak perlu mengeluarkan untuk membayar tarif listrik, namun menggunakan modal awal untuk membuat rancangan alat interkoneksi PLTB dan PLTS. Berikut adalah rincian biaya untuk membuat gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS.

Tabel 4.11 Biaya Investasi Alat dan Teknologi.

Alat	Harga
Gerobak	Rp1.000.000
Plat besi 2,5 cm, panjang 6 meter	Rp30.000
Kayu reng 4 meter (3 batang)	Rp24.000
Paku cun (20 pcs)	Rp8.000
Seng 77 cm × 2 m	Rp42.000
Baut dan mur seng (20 pcs)	Rp20.000
Modul surya 50 Wp	Rp350.000
Baterai 12V 7Ah	Rp160.000
Kipas angin gantung 32 W diameter baling-baling 80 cm	Rp60.000
<i>Solar Charge Controller</i>	Rp80.000
Inverter DC to AC 500W	Rp250.000
Modul Regulator 7812 12V	Rp10.000
Wattmeter	Rp70.000

Alat	Harga
Kabel 2,5 mm 5 meter warna merah, 5 meter warna hitam	Rp6.000 per meter \times 10 meter = Rp60.000
Terminal blok listrik 16 blok	Rp35.000
Lampu AC 5W 1 pcs	Rp12.000
Lampu DC 1,5W 4 pcs	Rp10.000
Saklar 1 pcs	Rp6.000
Saklar kecil 2 pcs	Rp8.000
Kotak kontak	Rp6.000
<i>Fitting</i>	Rp5.000
Kabel <i>ties</i> 2 pcs	Rp20.000
Total biaya	Rp2.266.000

3.6.2 Selisih Keuntungan Ketika Menggunakan Listrik PLN dan Interkoneksi PLTB dan PLTS

Keuntungan yang didapat dihitung dengan menghitung pendapatan perharinya dengan modal untuk belanja bahan produksi. Apabila pelaku UMKM perharinya mampu memproduksi minuman *pop ice* dan jus buah sebanyak 60 gelas maka berapa keuntungan yang dapat diperoleh perharinya. Untuk mengetahui berapa keuntungan yang didapatkan dengan perharinya menjual 60 gelas minuman, berikut adalah tabel perhitungan biaya bahan produksi pergelasnya, harga jual pergelasnya, dan keuntungan pergelasnya.

Tabel 4.12 Harga Pokok Penjualan dan Keuntungan.

Jenis minuman	Biaya bahan produksi pergelas	Harga pokok penjualan (<i>metode mark up</i>)	Keuntungan pergelas
<i>Pop ice</i>	Rp2.000	Rp4.000	Rp2.000
Jus buah	Rp3.000	Rp5.000	Rp2.000

1. Menggunakan Listrik PLN

Untuk biaya operasional ketika menggunakan listrik PLN, tarif listrik perharinya adalah Rp127,4. Namun, pada saat operasionalnya pelaku UMKM membayar tarif listrik kepada penyewa tempat untuk aktivitas UMKM beserta biaya sewa tempat untuk operasionalnya sebesar Rp10.000 perharinya. Sehingga hal ini membuat tidak hanya membayar tarif listrik namun juga membayar sewa tempat

untuk operasionalnya. Maka untuk keuntungan yang diperoleh perharinya ketika menggunakan listrik PLN adalah:

Tabel 4.13 Total Pendapatan Perharinya.

Keuntungan	Total pendapatan
Keuntungan perhari	$Rp2.000 \times 60 = Rp120.000$

Apabila total pendapatan perharinya sebesar Rp120.000, total pendapatan ini kemudian dikurangi dengan modal untuk belanja bahan dan tarif sewa listrik PLN beserta tempat untuk operasionalnya. Untuk modal belanja diperlukan biaya maka dilakukan penjumlahan dengan membagi biaya operasional dan gaji pegawai selama 20 hari adalah Rp1.765.000 dibagi 20 hari maka.

Biaya operasional perharinya = $Rp1.765.000 \div 20 \text{ hari} = 88.250$

Untuk biaya operasional beserta gaji pegawai perharinya sebesar Rp88.250, untuk tarif sewa listrik dan sewa tempat untuk operasional sebesar Rp10.000 perharinya. Maka total pendapatan bersih perharinya menggunakan listrik PLN adalah:

$Rp120.000 - Rp88.250 - Rp10.000 = Rp21.750$.

Maka untuk pendapatan bersih yang diterima perharinya ketika menggunakan listrik PLN adalah Rp21.750.

2. Menggunakan Interkoneksi PLTB dan PLTS

Untuk biaya operasional ketika menggunakan interkoneksi PLTB dan PLTS tidak perlu membayar biaya tarif PLN dan sewa tempat untuk operasional. Karena pada rancang bangun gerobak UMKM ini bisa digunakan untuk berkeliling, sehingga bisa digunakan untuk operasional secara luas dengan berkeliling tidak menetap di suatu tempat dan menggunakan energi listrik secara mandiri. Untuk membuat rancang bangun gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS hanya diperlukan modal awal sebesar Rp2.266.000. Sehingga untuk keuntungan pendapatan perhari dapat dihitung dengan dikurangi untuk belanja bahan produksi.

Karena gerobak UMKM keliling ini dapat menjangkau konsumen secara luas, maka produksinya juga mengalami peningkatan produksi pada saat operasionalnya. Jika perharinya mampu memproduksi minuman sebanyak 60 gelas, maka total pendapatan sebesar Rp120.000 dikurangi biaya belanja untuk bahan produksi perharinya sebesar Rp88.250, maka total pendapatan bersih yang diperoleh adalah sebesar Rp31.750.

3. Selisih Keuntungan

Tabel 4.14 Selisih Keuntungan Menggunakan Listrik PLN Dengan Interkoneksi PLTB dan PLTS.

Komponen	Listrik PLN	Interkoneksi PLTB dan PLTS
Total pendapatan perhari ($Rp2.000 \times 60$)	Rp120.000	Rp120.000
Biaya operasional pemakaian listrik perharinya	Rp10.000	Rp0
Biaya belanja bahan produksi dan gaji pegawai perharinya	Rp88.250	Rp88.250
Selisih keuntungan perhari	Rp21.750	Rp31.750

Untuk selisih keuntungan perharinya ketika menggunakan listrik PLN dan menggunakan listrik mandiri interkoneksi PLTB dan PLTS, maka selisih keuntungan bersih yang didapatkan ketika memproduksi minuman sebanyak 60 gelas maka selisih keuntungan bersih yang didapatkan adalah Rp10.000. Selain terdapat selisih keuntungan yang didapatkan, penggunaan interkoneksi PLTB dan PLTS pada UMKM juga membuat pelaku UMKM tidak bergantung pada listrik PLN dan menyewa tempat untuk operasionalnya. Penggunaan interkoneksi PLTB dan PLTS pada gerobak UMKM keliling juga membuat pelaku UMKM mampu meningkatkan mobilitas pergerakannya dengan menjangkau beberapa tempat seperti sekolah, permukiman warga, tempat wisata, bahkan universitas sehingga dapat meraih konsumen yang lebih banyak untuk meningkatkan produksinya.

3.6.3 Analisis ROI (*Return on investment*) Usaha Minuman *Pop Ice* dan jus Buah Dengan Interkoneksi PLTB dan PLTS.

Perhitungan ROI (*Return On Investment*) dilakukan dengan membagi keuntungan bersih investasi dengan biaya investasi awal, lalu dikalikan 100%. Rumusnya adalah :

$$ROI = (\text{keuntungan bersih setahun} \div \text{biaya produksi dan gaji pegawai setahun dan biaya investasi alat dan teknologi}) \times 100\%$$

Untuk menentukan keuntungan setahun maka, dilakukan perhitungan dengan rumus pendapatan setahun sebesar $\text{Rp}120.000 \times 317 \text{ hari} = \text{Rp}38.040.000$. Kemudian dikurangi biaya bahan produksi dan gaji pegawai selama setahun serta biaya investasi alat dan teknologi sebesar $\text{Rp}30.506.000$.

Keuntungan bersih setahun : $\text{Rp}38.040.000 - \text{Rp}30.506.000 = \text{Rp}7.534.000$.

$$ROI = (\text{Rp}7.534.000 \div \text{Rp}30.506.000) \times 100\% = 0,24\%.$$

Maka, dalam waktu operasional satu tahun investasi yang dikeluarkan menghasilkan pengembalian 0,24% dalam waktu satu tahun.

3.6.4 Analisis BEP (*Break Even Point*) Usaha Minuman *Pop Ice* dan Jus Buah Dengan Interkoneksi PLTB dan PLTS

Break Even Point adalah kondisi dimana tingkat penjualan dan biaya produksi berada dalam posisi yang sama sehingga pelaku UMKM mendapatkan kembali modal untuk investasi. Pada penelitian ini BEP yang didapatkan pelaku UMKM pada kurun waktu setelah pelaku UMKM mulai berniaga.

Untuk balik modal atau *Break Even Point*nya saat pelaku UMKM menggunakan gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS diperoleh dengan melakukan perhitungan modal awal pembuatan gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS, dan operasionalnya dalam waktu berapa lama sehingga diperoleh titik balik modalnya. Dengan biaya investasi alat dan teknologi sebesar $\text{Rp}2.266.000$ serta biaya bahan produksi dan gaji pegawai selama satu tahun sebesar $\text{Rp}30.506.000$ dengan operasional selama satu tahun memperoleh keuntungan bersih sebesar $\text{Rp}7.534.000$. Maka dapat diperoleh titik balik modalnya dengan menghitung biaya operasional dan gaji pegawai selama satu tahun serta biaya investasi alat dan teknologi dibagi keuntungan bersih pertahun.

Biaya investasi + biaya operasional : $\text{Rp}30.506.000 + \text{Rp}2.266.000 = \text{Rp}32.772.000$

BEP : $\text{Rp}32.772.000 \div \text{Rp}7.534.000 = 4,34$.

Maka dengan perhitungan ini, dapat diperoleh titik balik modalnya pada operasional 4 tahun 4 bulan.

Kesimpulan : Penggunaan sistem interkoneksi PLTB dan PLTS memiliki selisih keuntungan sebesar Rp10.000 dibandingkan menggunakan listrik PLN, meskipun untuk menggunakan gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS memerlukan biaya investasi alat dan teknologi sebesar Rp2.266.000. Dalam operasional selama 4 tahun 4 bulan sudah diperoleh nilai BEP (*Break Even Point*)nya.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada rancang bangun gerobak UMKM keliling dengan interkoneksi PLTB dan PLTS, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian ini, pembuatan dan perancangan gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS dapat dibuat dengan melakukan pembuatan rangka untuk gerobak terlebih dahulu. Pada mulanya gerobak bekas direstorasi dan dihitung ulang untuk ukurannya, kemudian tahap pembuatan, dari mulai perakitan kembali dengan pengelasan dan dilanjutkan dengan menggabungkan rangka gerobak dengan sepeda. Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan komponen lainnya, seperti atap gerobak, penutup gerobak, dan alat kemudinya. Dilanjutkan dengan pemasangan komponen interkoneksi PLTB dan PLTS.
2. Pada penelitian ini, dijelaskan sistem kerja interkoneksi PLTB dan PLTS sebagai pengisi daya baterai. Output dari generator yang sudah melalui *power supply* regulator 7812 12V dan output modul surya kemudian diinterkoneksi dan dihubungkan ke terminal PV+ dan PV- SCC, kemudian terminal BAT+ dan BAT- SCC dihubungkan ke terminal positif dan negatif baterai, sehingga pengisian daya baterai dari interkoneksi PLTB dan PLTS dapat dilakukan.
3. Penelitian juga dijelaskan bagaimana cara untuk menganalisis nilai ekonomis dari operasional UMKM dengan menggunakan interkoneksi PLTB dan PLTS. Pelaku UMKM melakukan investasi untuk membuat gerobak UMKM dengan interkoneksi PLTB dan PLTS, kemudian dilakukan analisa perhitungan omzet setiap operasional dimana perharinya pelaku UMKM menyisihkan uang sebesar Rp10.000 seperti pada saat menyewa listrik PLN perhari, sehingga diketahui pada operasional bulan ke-4, minggu ke-16, dan hari ke-115 sudah didapatkan titik balik modalnya.

4.2 Saran

Beberapa saran untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut dapat dipertimbangkan, saran yang bisa disampaikan diantaranya:

1. Untuk meningkatkan efisiensi pengisian baterai, disarankan untuk menggunakan modul surya dengan kapasitas daya yang lebih tinggi atau menambah jumlah modul surya, serta meningkatkan efisiensi kerja dari generator PLTB.
2. Untuk generator PLTB penulis menyarankan bisa untuk mengembangkannya dengan menggunakan penggerak lain selain baling-baling kipas, atau memperkuat keluaran tegangannya dengan menggunakan komponen elektronika yang bisa menstabilkan tegangan keluaran dari generator.
3. Perawatan berkala pada sistem interkoneksi PLTB dan PLTS dan baterai sangat penting untuk tetap menjaga kinerjanya tetap optimal. Juga melakukan pemeriksaan rutin pada *solar charge controller* dan koneksi baterai.
4. Penulis juga menyarankan untuk melakukan optimalisasi daya pada saat penggunaan peralatan elektronik, bisa menambah daya pada inverter atau juga menambahkan kapasitas baterai yang lebih besar sehingga mampu untuk menunjang kinerja beberapa alat elektronika lainnya.
5. Untuk sistem proteksi PLTB dan PLTS juga diperlukan untuk keamanan rangkaian interkoneksi PLTB dan PLTS. Hal ini diperlukan untuk mengamankan baik dari rangkaian generator PLTB dengan *power supply* regulator 7812 12V dan modul surya supaya tidak terjadi lonjakan arus balik dari salah satu sumber energi listrik tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Supriatna, E. Candra, I. Adinugroho, M. A. Nasution, and N. Yanti, “Pengaruh Kinerja UMKM Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten Sukabumi,” *Sanskara Ekon. dan Kewirausahaan*, vol. 1, no. 02, pp. 43–53, 2023, doi: 10.58812/sek.v1i02.88.
- [2] Wijaya Kusuma Nasution *et al.*, “TALENTA Conference Series: Energy & Engineering Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Angin dan Surya) Menggunakan Metode Brainstorming,” *MEDIA Perspekt. J. Technol.*, vol. 12, no. 2, p. 71, 2021, doi: 10.32734/ee.v5i2.1601.
- [3] Y. Siswanto, I. Nurjannah, and M. Khair, “Rancang Bangun Rangka Pembangkit Listrik Portable Dengan Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dan Pembangkit listrik Tenaga Surya,” *J. Mech. Eng. Apl.*, vol. 20, no. 1, pp. 31–37, 2024, doi: 10.26740/otopro.v20n1.p31-37.
- [4] F. R. Zuraidah Tharo , Siti Anisah, “Analisis Pembangkit Listrik Hybrid Surya-Bayu untuk Pembelajaran Praktis,” *J. Electr. Syst. Control Eng.*, vol. 8(1), pp. 123–129, 2024, doi: <https://doi.org/10.31289/jesce.v8i1.12522>.
- [5] K. N. Irfani, J. Windarta, and S. Handoko, “Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Umkm Coffee Shop Di Kota Semarang Ditinjau Dari Analisis Kelayakan Teknis Menggunakan Software Pvsyst,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 4, pp. 643–652, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i4.643-652.