



# Pemanfaatan PLTS Pada alat Produksi Serbuk Arang Tempurung Kelapa sebagai Bahan Toiletries Herbal

Gloria Montolalu<sup>1</sup>, Ali Akbar S. Ramschie<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia  
e-mail: <sup>1</sup>montolalugloria@gmail.com, <sup>2</sup>ali.a.s.ramschie@gmail.com

## Abstrak

Sistem PLTS pada alat-alat produksi serbuk arang tempurung kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai bahan dasar sediaan toiletries herbal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menganalisis sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi cadangan untuk alat produksi serbuk arang tempurung kelapa. Pemanfaatan limbah ini menjadi bubuk arang memiliki nilai tambah tinggi, khususnya untuk produk *toiletries* herbal. Namun, proses produksinya masih sangat bergantung pada pasokan listrik konvensional. Melalui penerapan sistem PLTS, penelitian ini berupaya mengurangi ketergantungan pada listrik PLN, menawarkan solusi energi berkelanjutan, dan meminimalkan biaya operasional jangka panjang. Metode yang digunakan adalah Rancang Bangun yang terintegrasi dengan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Tahap analisis meliputi identifikasi profil konsumsi daya dan potensi energi surya di lokasi. Tahap desain berfokus pada perancangan konfigurasi sistem yang efisien. Tahap pengembangan mencakup perakitan dan integrasi sistem PLTS ke dalam alat produksi. Tahap evaluasi dilakukan untuk menguji kinerja dan efisiensi energi yang dihasilkan, memastikan sistem berfungsi optimal. Hasilnya, sistem PLTS ini berhasil menyediakan daya cadangan secara andal, menghasilkan penghematan biaya operasional signifikan dibandingkan hanya mengandalkan listrik PLN. Implementasi ini tidak hanya mendukung industri kecil dan menengah (IKM) dalam mengolah limbah menjadi produk bernilai, tetapi juga berkontribusi pada inisiatif energi bersih. Penelitian ini diharapkan menjadi model penerapan energi terbarukan bagi sektor industri serupa.

**Kata Kunci** - PV System, Produksi Serbuk Arang, Sediaan Toiletries Herbal.

## Abstract

*A solar power system for coconut shell charcoal powder (*Cocos nucifera*) production equipment, used as a raw material for herbal toiletries. This research aims to design, build, and analyze a solar power system (PLTS) as a backup energy source for coconut shell charcoal powder production equipment. Utilizing this waste into charcoal powder offers high added value, particularly for herbal toiletries. However, the production process still relies heavily on conventional electricity supplies. By implementing a solar power system, this research seeks to reduce dependence on PLN electricity, offer a sustainable energy solution, and minimize long-term operational costs. The method used is a Design and Construction (DEP) integrated with the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) development model. The analysis phase includes identifying the power consumption profile and solar energy potential at the site. The design phase focuses on designing an efficient system configuration. The development phase includes the assembly and integration of the solar power system into the production equipment. The evaluation phase is conducted to test the performance and energy efficiency of the generated electricity, ensuring optimal system function. As a result, the solar power system successfully provided reliable backup power, resulting in significant operational cost savings compared to relying solely on PLN electricity. This implementation not only supports small and medium-sized industries (SMEs) in processing waste into valuable products but also contributes to clean energy initiatives. This research is expected to serve as a model for implementing renewable energy in similar industrial sectors.*

**Keywords** - PV System, Charcoal Powder Production, Herbal Toiletries Preparation.

## 1. PENDAHULUAN

Keterbatasan cadangan bahan bakar fosil dan dampak negatifnya terhadap lingkungan telah mendorong eksplorasi intensif terhadap sumber energi terbarukan. Di antara berbagai alternatif yang ada, energi surya menonjol sebagai pilihan yang sangat potensial dan berkelanjutan, khususnya di wilayah tropis seperti Indonesia yang menerima intensitas radiasi matahari tinggi sepanjang tahun. Pemanfaatan energi surya melalui Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menawarkan solusi yang efisien, ramah lingkungan, dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap jaringan listrik konvensional, terutama untuk kebutuhan industri skala kecil dan menengah di daerah terpencil. [1]

Pada saat yang sama, permintaan global terhadap produk alami dan herbal terus meningkat. Salah satu bahan baku yang banyak dimanfaatkan adalah arang tempurung kelapa (*Cocos nucifera*), yang memiliki potensi besar sebagai bahan dasar untuk produk perlengkapan mandi dan kosmetik herbal.[2] Meskipun demikian, proses produksi arang tempurung kelapa menjadi serbuk membutuhkan konsumsi energi yang signifikan, yang sering kali masih bergantung pada sumber energi tidak terbarukan. Hal ini menimbulkan tantangan terkait biaya operasional dan jejak karbon.

Untuk mendapatkan hasil yang Optimal, maka dalam Sistem PLTS ini menggunakan Baterai, dimana Output dari Panel surya menuju ke Solar Charge Controller, kemudian menuju ke baterai yang menyimpan energi. kemudian energi tersebut disalurkan lewat Inverter menuju ke beban atau alat produksi.[3] Penentuan spesifikasi komponen-komponen penyusun Sistem PLTS berdasar pada kebutuhan dari beban. Mulai dari menentukan Kapasitas Panel surya, Kapasitas Inverter, Kapasitas SCC, Kapasitas MCB, dan kapasitas Baterai yang akan digunakan. [4]

Hasil yang diperoleh dari produksi ini berupa serbuk arang tempurung kelapa yang akan digunakan sebagai bahan dasar sediaan Toilettries Herbal seperti, sampo, masker wajah/badan, sabun mandi, dan sebagai bahan tambahan dalam produk perawatan kulit lainnya. Sebagai contoh Masker alami yang terbuat dari arang aktif atau *Activated Charcoal* bermanfaat untuk mengatasi masalah kulit seperti mengurangi minyak, kotoran di wajah, serta mengatasi kulit wajah berjerawat.[5]

Beberapa penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan Oleh Marwan,H (2024). Analisis Kelayakan Ekonomi pada Perencanaan PLTS Off Grid sebagai Sumber Energi Oven Pengering Biji Kopi Pada Industri Rumahan.[6] Potensi Pemanfaatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai Bahan Dasar Produk Sabun Herbal studi potensi dan teknologi produksi serbuk arang tempurung kelapa untuk industri toiletris herbal, khususnya pada skala Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM).[2] Pada dua riset yang ada membahas dua segi yang berbeda yaitu dari segi sistem PLTS untuk alat produksi, dan pembahasan mengenai arang tempurung kelapa. Selengkapny pada riset ini akan membahas gabungan dari dua riset diatas yaitu, Sistem PLTS untuk alat produksi serbuk arang tempurung kelapa sebagai bahan dasar sediaan toiletrie herbal. Dengan rancangan Sistem PLTS yang dapat menjadi Back-Up energi jika sumber PLN tidak dapat digunakan.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam Menghasilkan Sistem PLTS maka Metode yang digunakan adalah Rancang Bangun dan diselaraskan dengan metode ADDIE. ADDIE merupakan akronim dari lima tahap utama dalam proses pengembangan, yaitu: Analysis (Analisis), Design (Desain), Development (Pengembangan), Implementation (Implementasi), dan Evaluation (Evaluasi). Metode penelitian rancang bangun atau dalam bahasa Inggris dikenal sebagai "design-based research" (DBR) merupakan pendekatan yang menekankan pada perancangan, pengembangan, dan penilaian produk atau sistem dalam konteks tertentu. Proses ini bersifat iteratif dan melibatkan kolaborasi, serta memperhatikan masukan dari pengguna untuk menghasilkan solusi yang inovatif, efektif, dan dapat diterapkan. Metode ADDIE memiliki sifat literatif, yang menunjukkan bahwa hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk kembali ke tahap-tahap sebelumnya guna melakukan perbaikan atau penyesuaian. Oleh karena itu, pendekatan ini sangat bermanfaat dalam mengembangkan Sistem PLTS mulai dari proses pembuatan sampai pada proses percobaan alat kemudian dari apa yang didapatkan dilakukan proses pengembangan berkelanjutan. Pada Gambar 2.1 merupakan flowchart Alur Penelitian.

## 2.1 FlowChart Penelitian



Gambar 1. FlowChart Penelitian

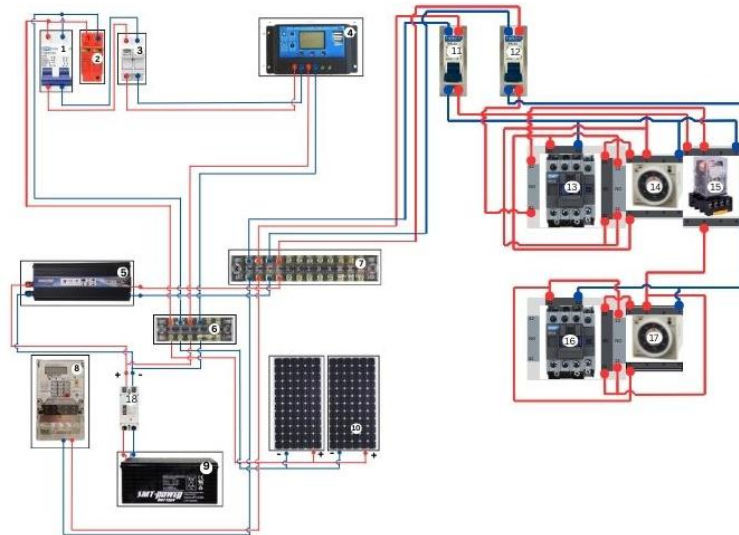
## 2.2 Perancangan Sistem PLTS

Pembangunan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) diawali dengan tahap perancangan dalam menentukan spesifikasi teknis sistem. Tahap perancangan harus mempertimbangkan berbagai aspek kebutuhan daya listrik yang akan dibangkitkan, di mana kapasitas dan konfigurasi sistem PLTS dirancang secara spesifik berdasarkan analisis kebutuhan beban listrik, potensi radiasi matahari di lokasi instalasi, serta tujuan penggunaannya. Proses ini melibatkan perhitungan yang cermat terhadap komponen-komponen utama seperti modul surya, inverter, baterai, dan kontroler pengisian untuk memastikan sistem dapat beroperasi secara optimal dan efisien sesuai dengan kebutuhan energi yang telah ditetapkan. Dengan demikian, perancangan yang matang di awal akan menentukan keberhasilan implementasi sistem PLTS secara keseluruhan. Sebelum itu tentukan Daya beban yang akan digunakan agar mempermudah penyusunan. Berikut rincian beban-beban pada sistem PLTS yang terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 1. Rincian Daya Beban pada Sistem PLTS

| No           | Beban/ Komponen Listrik | Waktu Pengoperasian (Jam) | Daya Listrik (Watt) |
|--------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1            | Motor                   | 1                         | 750                 |
| 2            | Motor DC 30 W x 2 buah  | 1                         | 60                  |
| 3            | Heater                  | 1                         | 300                 |
| 4            | Fan 5 W                 | 1                         | 5                   |
| Daya Total = |                         |                           | 1115 Watt           |

Dari rincian beban yang telah ada maka menjadi acuan dalam penentuan komponen-komponen pada Sistem PLTS yang akan digunakan. Berikut pada Gambar 2.2 dapat dilihat Blok diagram dari Sistem PLTS pada alat produksi serbuk Arang tempurung Kelapa.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem PLTS

Keterangan Gambar 2.2 sebagai berikut:

Berikut komponen-komponen pada gambar yang menjelaskan sistem PLTS:

1. MCB DC, berfungsi sebagai pemutus, baik pemutus kelistrikan dari Suplai Panel Surya maupun sumber kelistrikan dari Baterai.[7]
2. Surge Protect Device (SPD), berfungsi melindungi seluruh peralatan elektronik dari lonjakan tegangan berbahaya yang disebabkan oleh sambaran petir atau gangguan listrik lainnya.
3. Fuse(sekring), pada sistem PLTS berfungsi sebagai pengaman yang memutus aliran listrik secara otomatis ketika terjadi arus berlebih atau hubung singkat, sehingga melindungi komponen seperti panel surya, SCC, dan baterai dari kerusakan serta mencegah risiko kebakaran.
4. Solar Charge Controller (SCC) 50 A, berfungsi untuk mengatur dan mengoptimalkan pengisian daya dari panel surya ke baterai sambil mencegah overcharging, deep discharge, serta melindungi sistem dari arus balik, sehingga meningkatkan efisiensi dan umur baterai.
5. Inverter, berfungsi mengubah arus searah (DC) dari baterai/panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) sesuai dengan kebutuhan Beban.
6. Terminal 25 A, berfungsi sebagai titik penghubung (connection point) untuk menyambungkan kabel antara komponen PLTS (seperti baterai, inverter, atau panel surya) dengan sistem, memastikan aliran listrik yang stabil dan aman.
7. Terminal 25 A, berfungsi sebagai titik penghubung (connection point) untuk menyambungkan kabel antara komponen PLTS (seperti baterai, inverter, atau panel surya) dengan sistem, memastikan aliran listrik yang stabil dan aman.
8. Meter PLN, sebagai Sumber energi Listrik AC.
9. Baterai pada nomor 9 berfungsi sebagai penyimpan energi listrik dari panel surya (melalui SCC) dari sistem PLTS sebagai penyimpanan system Backup.
10. Panel surya,10 berfungsi sebagai komponen utama yang mengubah energi matahari menjadi listrik arus searah (DC) untuk dialirkan ke sistem PLTS, baik langsung ke beban DC maupun melalui SCC ke baterai/inverter.
11. MCB, MCB jalur PLN berfungsi sebagai komponen pengaman dan emutus aliran listrik secara otomatis pada saat terjadi beban arus listrik yang melebihi kapasitas jalur PLN.



12. MCB, MCB jalur PLTS berfungsi sebagai komponen pengaman dan pemutus aliran listrik secara otomatis pada saat terjadi beban arus listrik yang melebihi kapasitas jalur PLTS.
13. Kontaktor untuk tegangan PLN, berfungsi sebagai komponen ATS atau sebagai saklar elektromagnetik yang bisa memutus atau menyambungkan listrik beban yaitu motor listrik.
14. Timer Analog, berfungsi sebagai komponen yang akan menunda proses perpindahan sumber energi listrik dari PLN ke PLTS, Pengaturan waktu dalam rangkaian ATS ini yaitu 3 detik berfungsi agar mencegah kerusakan pada komponen-komponen yang digunakan.
15. Relay Analog, komponen ini berfungsi sebagai komponen pendukung dalam rangkaian ATS agar peralihan sumber dari PLN ke PLTS lebih presisi dan responsive.
16. Kontaktor untuk tegangan PLTS, berfungsi sebagai komponen ATS atau sebagai saklar elektromagnetik yang bisa memutus atau menyambungkan listrik beban yaitu motor listrik.
17. Timer Analog, berfungsi sebagai komponen yang akan menunda proses perpindahan sumber energi listrik dari PLTS ke PLN, Pengaturan waktu dalam rangkaian ATS ini yaitu 3 detik berfungsi agar mencegah kerusakan pada komponen-komponen yang digunakan.

### 2.2.1 Menentukan Kapasitas PLTS

Langkah awal adalah menentukan kebutuhan Watt Peak dari Panel Surya, berdasarkan proses Photovoltaic yang sesuai, dimana untuk Indonesia, proses Photovoltaic optimalnya selama 5 jam dalam sehari (mulai pukul 11.00 sampai dengan pukul 15.00), Secara rata-rata, energi radiasi matahari yang jatuh ke panel PV dan dikonversi ke energi listrik hanya sekitar 20%, sisanya dalam bentuk panas.[8] Berdasarkan data-data yang ada, maka dapat ditentukan jumlah Panel surya sebagai berikut:

Menentukan jumlah Panel Surya

$$\begin{aligned} \text{Watt Peak Panel Surya} &= \text{Total Daya Listrik} / \text{proses Photovoltaic} \\ &= 1.115 / 5 \text{ Jam} \\ &= 223 \text{ WP} \end{aligned} \quad (1)$$

Berdasarkan perhitungan, didapatkan hasil untuk Watt Peak Panel Surya yang digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik harian sebesar 1.115 Watt, adalah sebesar 223 Wp. Dari perhitungan diatas spesifikasi panel surya yang paling mendekati yaitu panel surya dengan 250 Wp. Untuk Membuat pengisian lebih cepat maka kami menambah kapasitas panel surya menjadi 2 buah panel surya Monocrystalline masing-masing 250 Wp sehingga total 500 Wp dengan hubungan Paralel.

### 2.2.2 Menentukan Kapasitas Baterai

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Baterai} &= \text{Total Harian Daya Listrik} / \text{Tegangan DC} \\ &= 1.115 \text{ Watt} / 12 \text{ Volt} \\ &= 92.91 \text{ Ah} \end{aligned} \quad (2)$$

Dari perhitungan diatas maka digunakan Baterai jenis VRLA mengingat efisiensi jenis baterai VRLA yaitu penggunaannya hanya 80% saja,[9] untuk menghindari kerusakan baterai. Untuk itu akan digunakan 1 Buah Baterai VRLA dengan kapasitas 120 Ah yang jika dibatasi penggunaan hanya 80% nilainya menjadi 96 Ah. Tentunya sesuai dengan penggunaan di atas.

### 2.2.3. Menentukan Kapasitas SCC

SCC berfungsi sebagai pengontrol suplai panel ke baterai, Sebelum menentukan Kapasitas SCC yang akan digunakan perlu diketahui terlebih dahulu spesifikasi Panel surya yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Panel Surya

| Parameter                   | Nilai   |
|-----------------------------|---------|
| Daya Maksimum (Pmax)        | 250 W   |
| Tegangan Maksimum (Vm)      | 18.6 V  |
| Tegangan Open Circuit (Voc) | 22.25 V |



|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Arus Output Maksimum (Imp) | 13.45 A |
| Arus Hubung Singkat (Isc)  | 14.39 A |

Menentukan kapasitas dari Solar Charge Controller (SCC) berdasarkan nilai Arus Hubung Singkat (Isc), dimana perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ISCC &= \text{Arus Hubung Singkat (Isc)} \times \text{jumlah panel} \times 1.25 \text{ (faktor keamanan)} \\ &= 14.39 \times 2 \times 1.25 \\ &= 35,975 \text{ A} \end{aligned} \quad (3)$$

Berdasarkan perhitungan penentuan kapasitas dari Solar Charge Controller (SCC), didapat kapasitas Solar Charge Controller (SCC) adalah sebesar 35,97 Ampere, jadi yang digunakan adalah Solar Charge Controller (SCC) berkapasitas 50 Ampere Berdasarkan dengan yang ada di pasaran.

#### 2.2.4. Menentukan Kapasitas Inverter

Pada sistem PLTS, Inverter berfungsi sebagai alat yang dapat merubah sinyal kelistrikan DC ke bentuk sinyal kelistrikan AC yang sesuai dengan sistem kelistrikan yang digunakan di Rumah-rumah.[10] Untuk menentukan besarnya kapasitas dari Inverter, maka hal yang dilakukan adalah memilih Inverter dengan kapasitas diatas dari kebutuhan total daya listrik harian, dimana kebutuhan total daya listrik harian yang telah ditentukan sebesar 1.115 Watt. Berikut rumus menentukan kapasitas Inverter:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Inverter} &= \text{Total Beban} \times \text{Faktor keamanan } 1.2 / \text{efisiensi } 92\% \\ &= 1115 \times 1.2 / 0.92 \\ &= 1454.34 \text{ Watt} \end{aligned} \quad (4)$$

Nilai yang didapatkan dari perhitungan yaitu 1454.34 Watt, maka gunakan Inverter dengan Daya sebesar 2000 Watt.

### 3. PEMBAHASAN DAN HASIL

#### 3.1 Pengujian Daya Output Panel Surya

Untuk mengevaluasi performa panel surya dalam menghasilkan daya keluaran berdasarkan variasi intensitas cahaya, dilakukan pengujian langsung terhadap prototipe sistem PLTS. Daya yang dihasilkan panel surya ini kemudian dimanfaatkan untuk proses pengisian baterai berkapasitas 100 Ah. Pengambilan data pengujian melibatkan penggunaan lux meter untuk mengukur intensitas cahaya, dan watt meter untuk memantau perubahan daya keluaran panel surya.

Pengambilan data dari Panels urya ini dilakukan pada hari Senin 11 Agustus 2025. Dengan 5 kondisi waktu yang berbeda mulai pada pukul 13.34 sampai 17.22.

Tabel 3. Tabel Pengukuran Daya Output Panel Surya Berdasarkan Intensitas Cahaya

| Waktu Pengukuran (jam) | Intensitas cahaya (lux) | Tegangan (Volt) | Arus (Amp) | Daya (Watt) |
|------------------------|-------------------------|-----------------|------------|-------------|
| 13:34                  | 37.114                  | 15.12           | 9.98       | 185.57      |
| 14:40                  | 16.722                  | 14.62           | 4.5        | 83.61       |
| 15:27                  | 16.733                  | 14.63           | 4.5        | 83.66       |
| 16:50                  | 4.777                   | 13.29           | 1.28       | 23.89       |
| 17:22                  | 3.731                   | 13.12           | 1          | 18.66       |

Pada saat melakukan pengukuran, cuaca langit sedikit mendung sehingga Intensitas cahaya yang diukur masih dibawah rata-rata sehingga memengaruhi Daya yang dihasilkan, Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa besarnya daya yang dihasilkan bergantung pada Intensitas Cahaya yang ada, semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka semakin besar daya yang output yang dihasilkan panel surya. Begitupun pengaruh intensitas cahaya terhadap Arus dan tegangan yang dihasilkan.



### 3.2. Data Pengujian Alat

Sesuai Dengan Kapasitas Sistem PLTS, lama waktu pengoperasian Alat Produksi serbuk Arang Tempurung Kelapa dengan Sistem PLTS sebagai Backup yaitu 45 menit. Pada Tabel 3.2 Terdapat Data hasil pengujian selama 45 menit. Dimulai pada pukul 12.00 WITA sampai pada Pukul 12.45 WITA. Dengan 6 kali pengukuran. Pada saat proses pengambilan data kondisi langit Cerah tanpa mendung yang sangat memengaruhi proses pengecasan baterai lewat solar panel.

Pengujian ini dilakukan pada hari Selasa, tanggal 12 Agustus 2025 yang dimulai pada pukul 12.00 - 12.45, menyesuaikan dengan kemampuan kinerja dari Sistem PLTS.

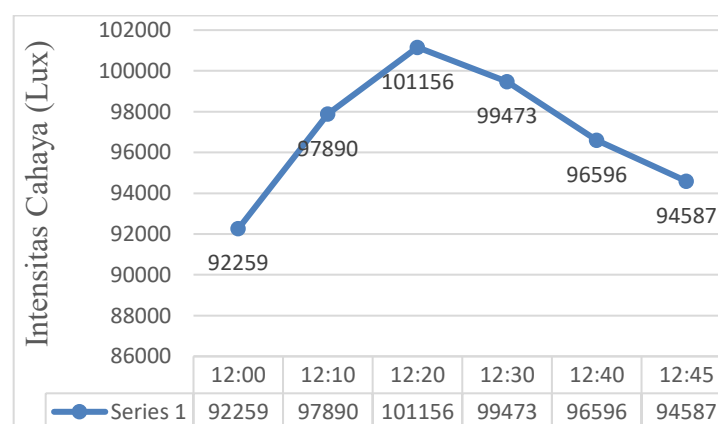
Tabel 3. 1 Hasil Pengujian

| Waktu Kinerja Alat | Intensitas Cahaya (Lux) | Panel Surya |            |                    | SCC          |          | Baterai      |          | Inverter     |          | Beban (Watt) |
|--------------------|-------------------------|-------------|------------|--------------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
|                    |                         | Voc PV (V)  | Isc PV (A) | Daya Keluar PV (W) | Tegangan (V) | Arus (A) | Tegangan (V) | Arus (A) | Tegangan (V) | Arus (A) |              |
| 12:00              | 92259                   | 21.65       | 24.2       | 523.8              | 13.8         | 39.73    | 12.52        | 37.31    | 225.8        | 2.22     | 397          |
| 12:10              | 97890                   | 21.85       | 25.96      | 567.5              | 13.9         | 42.78    | 12.6         | 37.49    | 226          | 2.25     | 401.5        |
| 12:20              | 101156                  | 22.05       | 27.42      | 604.5              | 14           | 45.19    | 12.7         | 37.52    | 226.2        | 2.26     | 405          |
| 12:30              | 99473                   | 21.95       | 26.68      | 585.8              | 13.95        | 43.83    | 12.68        | 37.3     | 226.1        | 2.25     | 402          |
| 12:40              | 96596                   | 21.75       | 25.32      | 550.8              | 14.85        | 41.59    | 12.58        | 37.36    | 225.9        | 2.23     | 399.5        |
| 12:45              | 94587                   | 21.6        | 24.28      | 524.5              | 13.75        | 39.86    | 12.5         | 37.27    | 225.7        | 2.21     | 396          |

Dari data pada tabel 3.2 dapat dilihat bahwa intensitas cahaya berperan penting dalam proses penghasilan daya serta arus dan tegangan yang muncul. Perhatikan pada pukul 12.00 dengan pada pukul 12.20 perbedaan dari nilai intensitas cahaya sangat berpengaruh, dapat dilihat nilai arus dan tegangan pada PV yang sangat berbeda yaitu nilai pada pukul 12.30 lebih tinggi menandakan intensitas cahaya sangat berpengaruh pada daya yang dihasilkan oleh PV. Begitupun pada nilai yang terukur di SCC. Serta arus dan tegangan Baterai yang terbaca pada SCC. Pada akhirnya dapat dilihat pada jumlah Watt yang digunakan oleh beban. Berbandingan pada dua kondisi tersebut sebagai acuan atau gambaran dari pengaruh intensitas cahaya dengan parameter-parameter yang ada.

#### 3.2.1. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Waktu

Pada Gambar 3 terdapat Grafik yang menunjukkan pengaruh Waktu terhadap Intensitas Cahaya.



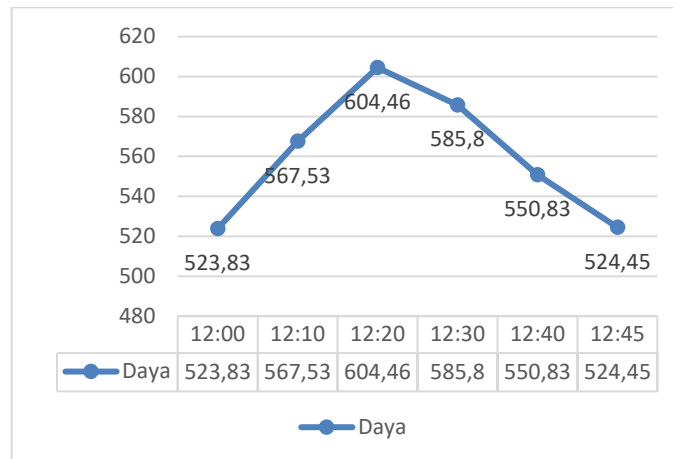
Gambar 3. Grafik Intensitas Cahaya Terhadap Waktu



Pada Gambar 3 terdapat grafik Intensitas cahaya terhadap waktu, dapat dilihat bahwa pada pukul 12.20 merupakan waktu dimana intensitas cahaya berada pada puncaknya, disebabkan oleh posisi matahari, bayangan pohon atau kondisi Langit.

### 3.2.2. Grafik Daya PV terhadap Waktu

Pada Gambar 4 terdapat Grafik yang menunjukkan pengaruh waktu dengan Daya yang dihasilkan oleh PV.

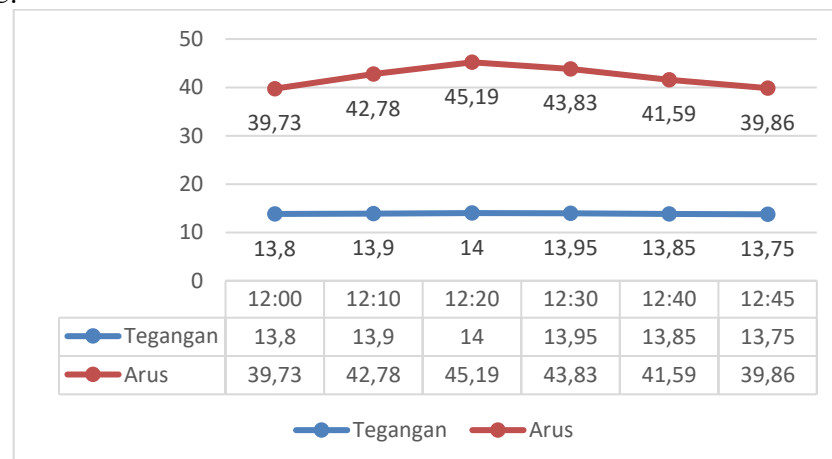


Gambar 4. Grafik Daya PV terhadap Waktu

Grafik pengukuran di Gambar 4 menunjukkan kenaikan daya output panel surya dari pukul 12.00 dan berpuncak pada pukul 12.20 dan mengalami penurunan dari pukul 12.30 sampai pukul 12.45.

### 3.2.3. Grafik Tegangan dan Arus pada SCC terhadap Waktu

Pada Gambar 5 terdapat Grafik yang menunjukkan pengaruh waktu terhadap Tegangan dan Arus yang diukur oleh SCC.



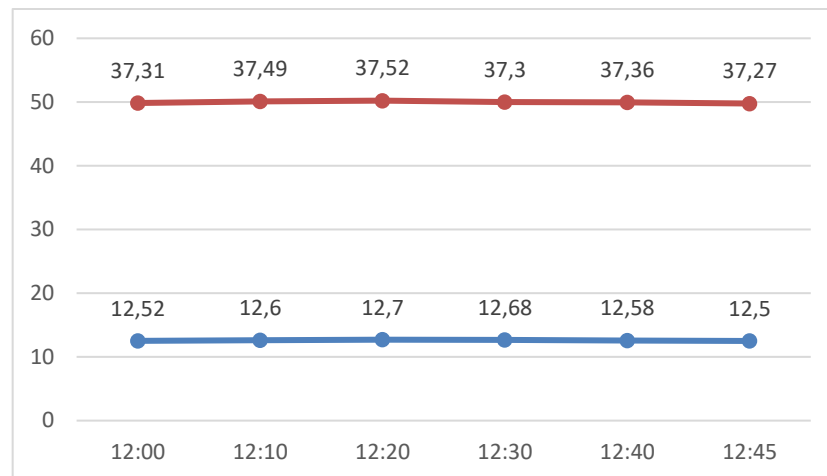
Gambar 5. Grafik Tegangan dan Arus pada SCC terhadap Waktu

Dalam pengukuran, pada Grafik gambar 5 terlihat bahwa tegangan relatif stabil pada nilai yang telah ditentukan dari pukul 12.00 hingga pada pukul 12.20 terjadi puncak yaitu pada 14 V. kemudian mulai turun menginjak 13V pada pukul 12.30.



### 3.2.4. Grafik Tegangan dan Arus Baterai terhadap Waktu

Pada Gambar 6 terdapat Grafik yang menunjukkan pengaruh waktu terhadap Tegangan dan Arus pada Baterai.

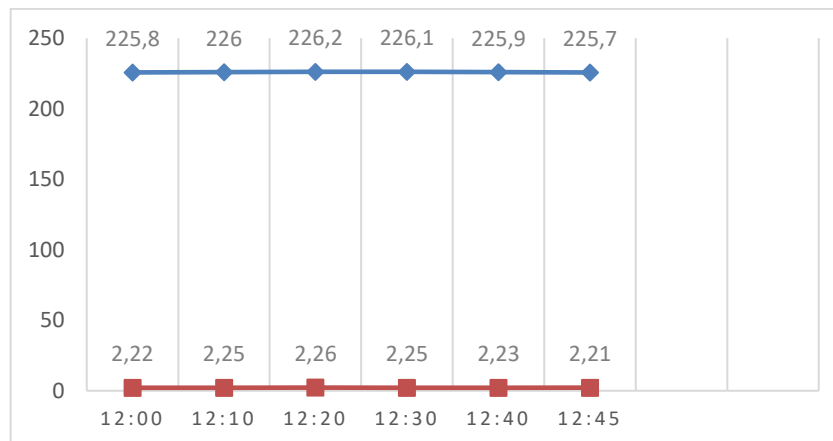


Gambar 6. Tegangan dan Arus pada Baterai terhadap Waktu

Pada gambar 6 tegangan baterai terhadap waktu ini diukur sambil tegangan dari PV mensuplai ke baterai. Tegangan pada baterai yang tertinggi berada di 37,52 V dan di pukul 12.30 tegangan menurun 37.3. Hal ini dikarenakan output dari panel yang sudah tidak menghasilkan secara optimal akibat cuaca dan intensitas cahaya yang menurun.

### 3.2.5. Grafik Tegangan dan Arus Inverter terhadap Waktu

Pada Gambar 7 terdapat Grafik yang menunjukkan pengaruh waktu terhadap Tegangan dan Arus pada Inverter.

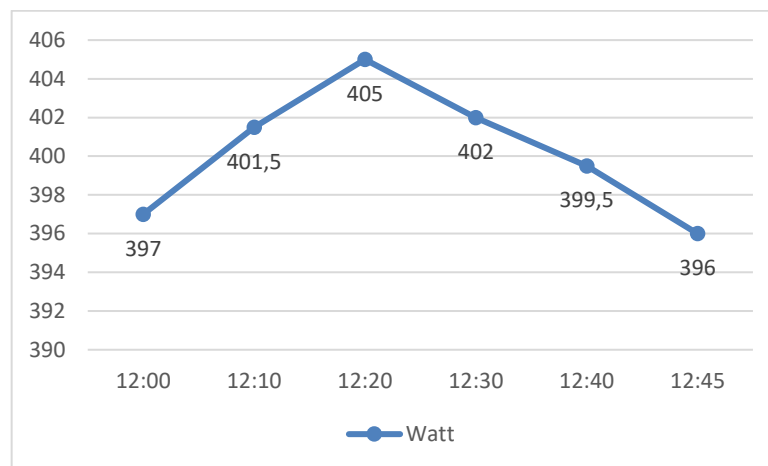


Gambar 7. Tegangan dan Arus terhadap Waktu

Pada Gambar 7 terlihat tegangan dan arus dari inverter yang sudah disalurkan ke beban. Tegangan dan arus dari inverter cenderung konstan. Dengan tegangan yang berpuncak pada pukul 12.20 begitupun arus yang berpuncak pada pukul 12.20.

### 3.2.6. Grafik Daya Beban AC terhadap Waktu

Pada Gambar 8 terdapat grafik yang menunjukkan pengaruh waktu terhadap daya beban.



Gambar 8. Daya terhadap Waktu

Sama seperti grafik sebelumnya puncak waktu yaitu pukul 12.20 sangat berpengaruh pada intensitas cahaya yang dihasilkan begitupun selanjutnya berpengaruh pada Output daya yang akan digunakan oleh beban.

### 3.3. Faktor Efisiensi terhadap Sistem PLTS

Sistem PLTS pada alat produksi serbuk arang tempurung kelapa ditempatkan pada kelompok Tani Cempaka di Meras, diharapkan dapat menjadi bentuk dari pengaplikasian energi terbarukan, dan dapat mengefisiensi biaya pemakaian listrik. Dengan lama operasi 1 jam dan total daya 1115 Watt, dengan besar konsumsi listrik harian pada rumah produksi yaitu 1000 Wh. Berikut Energi listrik yang ditanggung oleh PLTS sebagai berikut:

Besarnya energi listrik (Wh) PLTS = 2000 watt x 1 jam = 1115 Wh = 1.115 kWh

Berdasarkan perhitungan diatas maka selanjutnya menghitung efisiensi dari penggunaan Sistem PLTS terhadap daya listrik harian yang terpakai, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ daya listrik} &= (\text{Besarnya daya listrik PLTS} / \text{Daya Listrik Keseluruhan}) \times 100\% \\ &= (1115\text{Wh} / 2000\text{Wh}) \times 100\% \\ &= 55.75\%\end{aligned}$$

Jika beban listrik rumah tangga untuk Golongan Tarif R-1 dengan daya 1.300 VA sebesar Rp. 1.444,70, maka besarnya penghematan pembayaran listrik melalui penambahan system PLTS sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Harga Listrik harian PLTS} &= \text{Tarif R-1 dengan daya 1.300 VA} \times \text{konsumsi energi} \\ &\quad \text{Listrik Harian Sistem PLTS (Wh)} \\ &= \text{Rp. 1.444,70} \times 1.115 \text{ kWh} \\ &= \text{Rp. 1.661,405}\end{aligned}$$

Jadi penghematan dalam sehari yaitu sebesar Rp. 1.661,405 saat pengoperasia system PLTS dilakukan. Jika dalam sebulan penuh system PLTS tetap dijalankan maka penghematan pembayaran listrik dalam sebulan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Harga Bulanan listrik PLTS} &= \text{Rp. 1.661,405} \times 30 \text{ Hari} \\ &= \text{Rp. 49.842,15}\end{aligned}$$

Dari nilai diatas yang diperoleh memang terlihat hanya jumlah yang kecil, namun jika diterapkan 5-10 tahun maka dijamin sangat menguntungkan dari segi finansial dan tenaga. Sistem PLTS dapat mengefisienkan konsumsi energi listrik rumah Tangga sebesar 55.75% dengan penghematan biaya perbulan sebesar Rp. 49.842,15.



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh tahapan perancangan, implementasi, serta pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada alat produksi serbuk arang tempurung kelapa sebagai bahan dasar sediaan toiletries herbal, beberapa poin penting dapat disimpulkan:

1. Hasil rancangan untuk sistem PLTS dapat diimplementasikan pada alat produksi serbuk arang tempurung kelapa, dimana sistem PLTS ini dapat dioperasikan. Hasil rancangan sistem PLTS ini dapat diletakkan diluar ruangan dengan kemiringan yang telah disesuaikan dengan Titik koordinat Kota Manado yang berada dekat Khatulistiwa dimana Matahari hampir tegak lurus sepanjang Tahun, Curah hujan, dan Potensi bayangan. Sistem PLTS ini juga dilengkapi dengan proteksi beban listrik terhadap tegangan lebih dan tegangan kurang yang dapat merusak peralatan listrik yang terkoneksi dengan sistem PLTS, serta dilengkapi dengan perpindahan otomatis dari suplai kelistrikan sistem PLTS ke PLN maupun sebaliknya, melalui penerapan Automatics Transfer Switch (ATS).
2. Penerapan sistem PLTS ini merupakan langkah konkret dalam mendukung energi bersih dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil, sejalan dengan upaya pelestarian lingkungan. Lebih jauh, inisiatif ini meningkatkan nilai ekonomis limbah tempurung kelapa melalui diversifikasi menjadi bahan baku toiletries herbal, menciptakan peluang usaha baru, dan berkontribusi pada peningkatan perekonomian masyarakat lokal. Penghematan biaya listrik bulanan yang teridentifikasi menegaskan manfaat finansial jangka panjang dari sistem terintegrasi ini.

#### 5. SARAN

1. Sebagai saran dari penulis, pengembangan dari Sistem PLTS yaitu penambahan Jumlah dari Baterai yaitu satu buah baterai dengan Spesifikasi 120Ah 12V agar penyimpanan dari suplai energi listrik lebih banyak sehingga waktu pengoperasian dari Alat Produksi dapat lebih lama.
2. Penambahan Panel Surya menjadi 6 buah Panel Monocrystalline masing-masing 250 Wp sehingga total menjadi 1500 Wp, yang dapat menjalankan system PLTS dengan baik.
3. Perlu melakukan pengujian dalam waktu yang lebih lama, dan secara berulang agar mendapat data yang bervariasi guna dalam proses Analisa.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih karena penelitian ini berhasil dilaksanakan berkat dukungan serta support dari pihak Kampus Politeknik Negeri Manado yang sudah mendanai penelitian ini

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Sukma Wahyuni, H. Mubarak, F. Nur Budiman, and S. Wahyu Pratomo, "Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Komunitas: Menuju Desa Mandiri Energi," *Engagem. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 2, Nov. 2020, doi: 10.29062/engagement.v4i2.181.
- [2] S. N. Rumokoy, K. L. R. Mansauda, C. H. Simanjuntak, A. Joroh, and A. P. Kumaat, "Alat Produksi Serbuk Arang Tempurung Kelapa (Cocos nucifera) Sebagai Bahan Dasar Sediaan Toiletris Herbal: Studi Potensi dan Teknologi," *Urnal Elektr.-Polimdo*, vol. 2, no. 2, p. 6, Dec. 2023, doi: 10.22146/ijl.v1i2.44743.
- [3] D. H. Gultom, A. Dani, and B. Satria, "Analisis Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Penyedia Energi Untuk Lampu Penerangan Jalan di Desa Parsibarungan," *RIGGS J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 2, pp. 5247–5256, July 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i2.1407.



- 
- [4] Priska Restu Utami, Widyastuti, and Marliza, “ANALISA PERHITUNGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK TAMAN MARKISA DI WILAYAH RT 01/ RW 08 KELURAHAN MAMPANG, PANCORAN MAS, KOTA DEPOK,” *J. Abdi Masy. Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, Aug. 2022, doi: 10.56127/jammu.v1i2.198.
  - [5] F. Fahruri, D. S. Megasari, S. Pd, and M. Pd, “PENGARUH PENGAPLIKASIAN MASKER ‘ACTIVATED CHARCOAL’ UNTUK MENGURANGI KADAR SEBUM PADA KULIT WAJAH BERMINYAK,” 2020.
  - [6] M. J. Hutajulu, “Analisis Kelayakan Ekonomi pada Perencanaan PLTS Off Grid sebagai Sumber Energi Oven Pengering Biji Kopi Pada Industri Rumahan,” 2024.
  - [7] A. Indira, A. S. Wardhana, J. Dwi, and K. Laiyan, “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Rumah Tinggal Kabupaten Temanggung menggunakan PVSyst”.
  - [8] P. K. Dash and N. C. Gupta, “Effect of Temperature on Power Output from Different Commercially available Photovoltaic Modules,” vol. 5, no. 1, 2015.
  - [9] B. S. G. Gumilang, S. Djulihenanto, S. L. Hermawan, K. L. Andinia, and Y. I. Wardania, “Sistem Pengisian Baterai VRLA 200Ah 24V Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya 6x100 Wp di PPYD Al-Ikhlas, Singosari, Kabupaten Malang,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 11, no. 3, pp. 213–218, Oct. 2024, doi: 10.33795/elposys.v11i3.6308.
  - [10] L. Halim, “PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI AWAL SOLAR INVERTER UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID,” *J. Teknol.*, vol. 12, no. 1, 2020.