

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Studi Lapangan**

Studi lapangan adalah salah satu langkah penting pada awal penentuan judul yang akan dikerjakan oleh peneliti. Peneliti melakukan studi lapangan di desa ngepoh dengan metode pengamatan langsung mengenai kondisi geografis serta potensi apa saja yang ada di desa ngepoh serta masalah-masalah yang dialami oleh warga desa yang selaras dengan studi yang sedang ditempuh oleh peneliti saat ini.

Desa ngepoh merupakan salah satu desa diprobolinggo dengan mayoritas lahan pertaniannya menanam tanaman bawang. Dalam bertani bawang, petani didesa ngepoh memiliki 2 metode untuk mengusir hama bawang. Metode pertama menggunakan sinar lampu untuk mengumpulkan hama bawang dan metode yang kedua petani menggunakan jaring agar hama tidak masuk ke lahan pertanian.

Dari dua metode tersebut peneliti tertarik dengan metode pertama yakni dengan metode penerangan lampu untuk menarik hama bawang. Metode ini selaras dengan studi yang ditempuh oleh peneliti. Peneliti melakukan beberapa wawancara dengan petani setempat dan rata-rata semua penerangan dilahan pertanian tersebut menggunakan listrik PLN.

Untuk menerangi satu petak lahan pertanian ukuran standar, dibutuhkan sekitar 15 hingga 20 lampu dengan daya 5 watt setiap lampu. Jadi, total daya yang

dibutuhkan untuk penerangan adalah sekitar 75 hingga 100 watt. Lampu-lampu ini dinyalakan mulai pukul 6 sore hingga pukul 6 pagi keesokan harinya.

Jika dilihat dari kondisi geografis desa ngepoh, desa tersebut memiliki 3 potensi untuk pengembangan energi listrik terbarukan antara lain pembangkit listrik tenaga matahari (PLTS), pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Ketiga potensi ini didasarkan dengan kondisi geografis desa ngepoh yang memiliki pasokan air yang melimpah, paparan matahari yang luas karena masih banyaknya lahan pertanian dibandingkan pemukiman warga serta paparan angin yang cukup kencang, apalagi pada saat musim angin gending.

#### **4.2 Analisis Masalah**

Peneliti juga melakukan wawancara kepada beberapa petani tentang masalah apa saja yang sering dihadapi oleh petani pada saat menggunakan metode pengusiran hama dilahan pertanian bawang dengan cara penerangan lampu menggunakan listrik PLN. Dalam wawancara tersebut peneliti menyimpulkan ada beberapa kendala yang dihadapi oleh petani antara lain :

1. Listrik PLN yang digunakan saat ini masih menggunakan meter pascabayar karena jika menggunakan listrik Prabayar sering terjadi kendala periksa sehingga Kwh meter tidak dapat menyuplai listrik. Dengan penggunaan meter pasca bayar petani wajib membayar tagihan listrik setiap bulan meskipun tidak dipakai karena pemakaian listrik untuk penerangan petani bawang tersebut musiman.

2. Listrik PLN tidak dapat dipindah tempat (permanen) sehingga setiap lahan pertanian yang jauh dari Kwh meter PLN yang sudah ada harus memakai jaring atau memasang Kwh meter sendiri
3. Listrik PLN ialah arus AC sehingga dapat membahayakan petani jika ada kabel yang terkelupas ataupun terjadi konsleting pada lampu. Sering terjadi kasus pertanian terkena setrum listrik akibat kabel listrik yang terkelupas karena seringnya bongkar pasang dan terpapar sinar matahari dan kabel yang digunakan tidak sesuai dengan spesifikasi untuk kabel saluran udara.

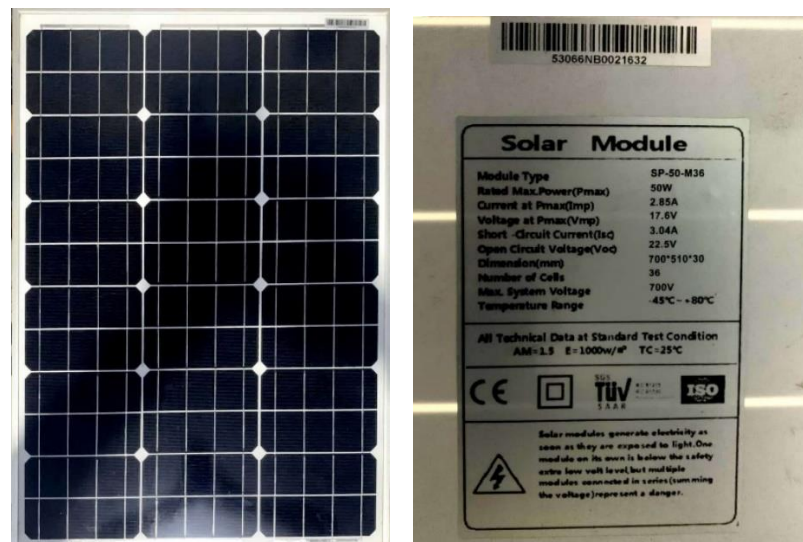
### **4.3 Implementasi Sistem**

Implementasi pembangkit listrik hibrid antara tenaga matahari dan tenaga air dapat dilakukan dengan menggabungkan sistem panel surya dan turbin air. Kombinasi ini dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan pembangkit listrik karena dapat mengoptimalkan potensi sumber energi yang berbeda. Pembangkit listrik Hibrid ini dirancang dengan menggunakan panel surya 50WP dan Generator DC yang digabungkan pada satu alat serta menggunakan accu sebagai media penyimpanan arus listrik yang dihasilkan oleh kedua pembangkit tersebut. Diharapkan dengan menggabungkan tenaga matahari dan tenaga air dalam satu sistem hibrid, dapat menciptakan pembangkit listrik yang lebih berkelanjutan, ramah lingkungan, dan dapat diandalkan serta dapat menutupi kekurangan dari masing-masing pembangkit sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Tabel 4.1 Komponen Pembangkit Listrik Hibrid

No.	Nama Komponen	Spesifikasi Komponen
1.	Panel Surya	50WP
2.	Generator	Generator DC 24Volt 150Watt
3.	Solar Carger Controller	CSP-30A
4.	StepUp	StepUp DC XL6009 4A
5.	Baterai/aki	12A 45Ah
6.	Digital Volt Amp Watt	Kwh Meter Volt DC 100A
7.	Beban	Lampu DC 30Watt 12Volt
8.	Dioda Bright	Diode 2 Ohm ( <i>Custem</i> )
9.	Inverter	Mini Inverter 40Watt

#### 4.3.1 Pemilihan Panel Surya



Gambar 4.1 Panel Surya 50WP

Gambar diatas ialah panel surya *Monocrystalline* 50WP yang akan digunakan dalam pembuatan pembangkit listrik hibrid. Berikut spesifikasi lengkap panel surya 50WP.

Tabel 4.2 Spesifikasi Panel Surya

<b>Tolak Ukur</b>	<b>Spesifikasi</b>
<i>Rate Maksimum Power</i>	50W
<i>Current at Pmax (Imp)</i>	2.85A
<i>Voltage at Pmax (Vmp)</i>	17,6V
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	22,5V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	3,04A
Temperatur	45°C ~ 80°C
Dimensi	50 x 70

Sebelum proses pengambilan data, dilakukan terlebih dahulu perhitungan untuk mengetahui batasan dari panel surya yang digunakan. Berikut perhitungan untuk mengetahui kualitas panel surya tersebut:

1. Perhitungan Faktor Pengisian (FF)

Untuk perhitungan faktor pengisian diambil data dari nameplate panel surya.

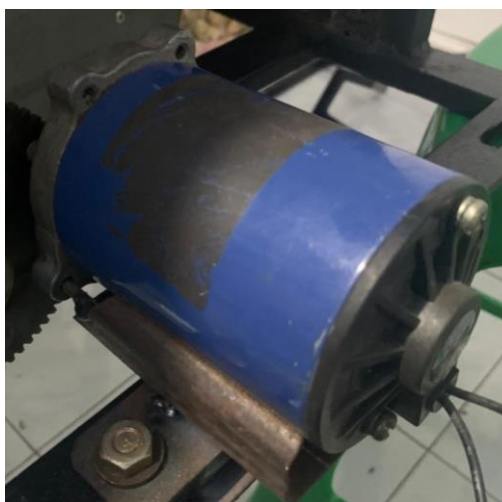
$$\begin{aligned}
 FF &= (V_{mp} \times I_{mp}) / V_{oc} \times I_{sc} \\
 &= (17,6 \times 2,85) / 22,5 \times 3,04 \\
 &= 50,16 / 68,4 \\
 &= 0,733
 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan diatas didapatkan bahwa faktor pengisian sebesar 0,733.

## 2. Perhitungan Energi yang Dihasilkan

Panel surya mempunyai spesifikasi 50 Watt Peak yang mana saat kondisi intensitas optimal dalam sehari, maka daya yang dihasilkan sebesar 50 Watt. Jika lama penyinaran optimal di Indonesia 5 jam (Hasrul, 2021), maka daya yang dihasilkan sebesar  $50 \text{ Watt} \times 5 \text{ jam} = 500 \text{ Wh}$ .

### 4.3.2 Pemilihan Generator DC



Gambar 4.2 Generator DC 24 Volt 4A

Gambar diatas merupakan generator DC dengan rate tegangan output 65-80Volt pada putaran stabil di torsi 1500Rpm. Generator DC dipilih agar dapat lebih mudah untuk menggabungkan kedua pembangkit dikarenakan pembangkit pertama yang menggunakan panel surya juga menghasilkan tegangan DC sehingga untuk membuat pembangkit listrik hibrid jauh lebih mudah.

### 4.3.3 Pemilihan *Solar Carger Controller*



Gambar 4.3 Solar Carger Controller

Gambar diatas merupakan *solar carger cotroller*, *solar charger controller* juga dipilih karena relatif lebih murah dalam proses pembangunan sistem pembangkit listrik hibrid. Investasi awal yang lebih rendah membantu mengurangi biaya keseluruhan proyek, sehingga memungkinkan akses lebih luas bagi masyarakat yang ingin memanfaatkan energi terbarukan. Dengan penggunaan teknologi ini, potensi untuk menghasilkan listrik secara berkelanjutan dan hemat biaya semakin terwujud.

### 4.3.4 Pemilihan Baterai

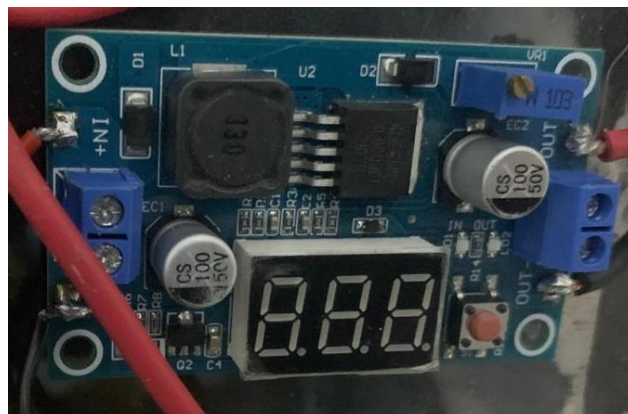
Baterai merupakan salah satu sarana penting dalam membangun pembangkit listrik hibrid, baterai berperan sebagai sarana utama untuk menyimpan energi yang dihasilkan dari sumber-sumber terbarukan seperti panel surya dan turbin air. Karena sumber-sumber energi terbarukan ini bersifat fluktuatif dan bergantung pada kondisi cuaca, baterai memungkinkan penyimpanan energi yang surplus saat produksi berlebih dan mengeluarkan energi saat produksi rendah atau tidak ada. Ini membantu menyeimbangkan pasokan listrik dan memastikan pasokan energi yang stabil dan terjamin.



Gambar 4.4 Baterai

#### 4.3.5 StepUp

Dalam pembuatan pembangkit listrik hibrid ini digunakan *StepUp* untuk membantu mengantisipasi jika sewaktu-waktu debit air untuk memutar turbin air berkurang sehingga menyebabkan tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator menjadi turun. Dengan adanya *StepUp* diharapkan dapat menaikkan tegangan jika nantinya debit air mulai berkurang.



Gambar 4. 5 StepUp

#### 4.3.6 Pemilihan Kincir Air

Dalam pembuatan pembangkit listrik hibrid sangat penting untuk menentukan tipe kincir air yang akan digunakan, dengan memilih tipe kincir air yang tepat sesuai dengan area yang digunakan untuk pengujian pembangkit listrik



hibrid ini diharapkan dapat memaksimalkan produksi energi listrik dari generator DC.

Dalam penelitian kali ini, peneliti memilih kincir air dengan tipe *under shoot water wheel*. Tipe ini dipilih oleh peneliti dikarenakan lokasi pengujian tidak memiliki kemiringan air dan debit air di lokasi tersebut cukup kencang sehingga sangat cocok jika memakai kincir air dengan tipe *under shoot water wheel*.



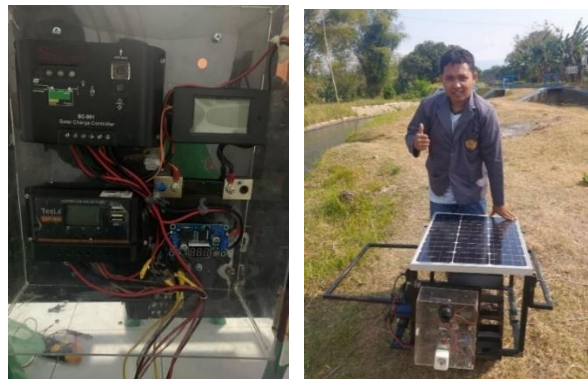
Gambar 4. 6 Kincir Air Tipe *Under Shoot Water Wheel*

#### **4.3.7 Pemiliha *Inverter***

Inverter adalah sebuah alat yang dapat merubah arus DC menjadi arus AC, pembuatan pembangkit listrik hibrid kali ini memakai *inverter Modified Sine Wave*. Jenis ini adalah gelombang hasil modifikasi dari gelombang kotak (*square sine wave*). Gelombang yang dihasilkan oleh alat ini memang tidak sama dengan gelombang PLN tetapi alat ini masih dapat digunakan dengan beban coil dan juga alat ini dipilih dikarenakan harganya yang terjangkau dibandingkan dengan *Pure Sine Wave Inverter*.

#### 4.3.8 Perancangan dan Perakitan

Pada Gambar 4.7 merupakan Rangkain dari Pembangkit listrik Hibrid antara pembangkit listrik tenaga matahari dan pembangkit listrik tenaga air yang sudah dirakit sesuai dengan desain sebelumnya. PLTS ini sudah dapat dilakukan pengujian tiap komponen dan pengujian sistem terhadap Beban, dimana PLTS ini akan diuji dan diambil data parameternya seperti Tegangan, arus dan daya untuk dapat diolah dan dianalisis.



Gambar 4.7 Pembangkit Listrik Hibrid

#### 4.4 Pengujian Alat

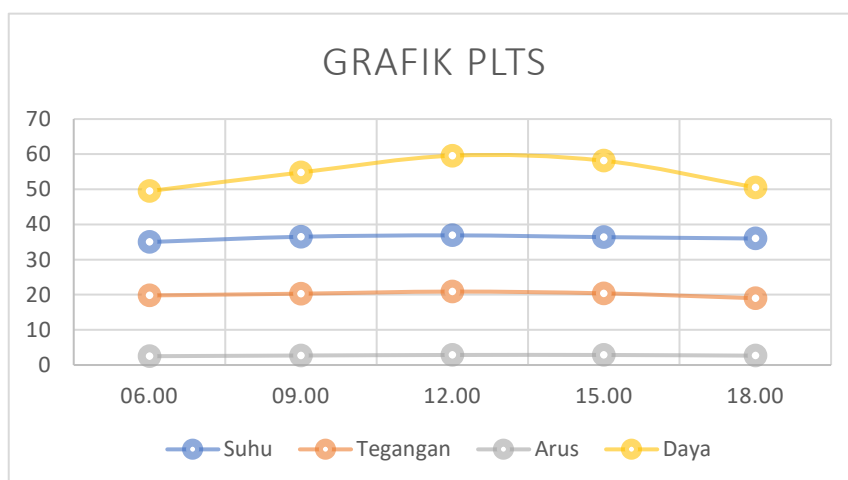
Tahapan pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil data pengukuran tiap parameter dari komponen yang akan di rangkai dalam sistem pembangkit listrik hibrid bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya , selain pengujian tiap komponen dilakukan juga pengujian terhadap sistem pembangkit listrik hibrid untuk mengetahui sistem pembangkit listrik hibrid yang penulis rancang bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya serta dapat diambil data parameternya yang kemudian data diolah dan dianalisis oleh penulis dalam penelitian ini.

#### 4.4.1 Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter yang ada panel surya dan pengujian ini penting untuk memastikan kualitas dan performa panel surya sebelum digunakan dalam instalasi PLTS. Hasil dari pengujian Panel surya dapat dilihat dari table 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Panel Surya

No	Waktu	Suhu (°C)	Lumen (LUX)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
1	06.00	35	19043	19,8	2,50	49,50
2	09.00	36,5	51620	20,3	2,70	54,81
3	12.00	36,9	214360	20,9	2,85	59,57
4	15.00	36,4	105301	20,4	2,85	58,14
5	18.00	36	55341	19	2,6	49,4



Gambar 4.8 Grafik Pengujian PLTS

Untuk mengetahui arus dan daya yang dihasilkan dari Panel surya maka dilakukan perhitungan sesuai dengan rumusan perbandingan dan perkalaian

dengan memperhatikan nilai daya maksimal, tegangan open circuit dan arus open circuit pada panel surya:

$$P_{max \text{ open circuit}} = V_{oc} \times I_{sc}$$

$$V_{oc} = 20,9 \text{ V}$$

$$I_{sc} = 2,85 \text{ A}$$

$$P_{max} = 20,9 \times 2,85$$

$$P_{max} = 59,57$$



Gambar 4.9 Proses Pengambilan Data Panel Surya

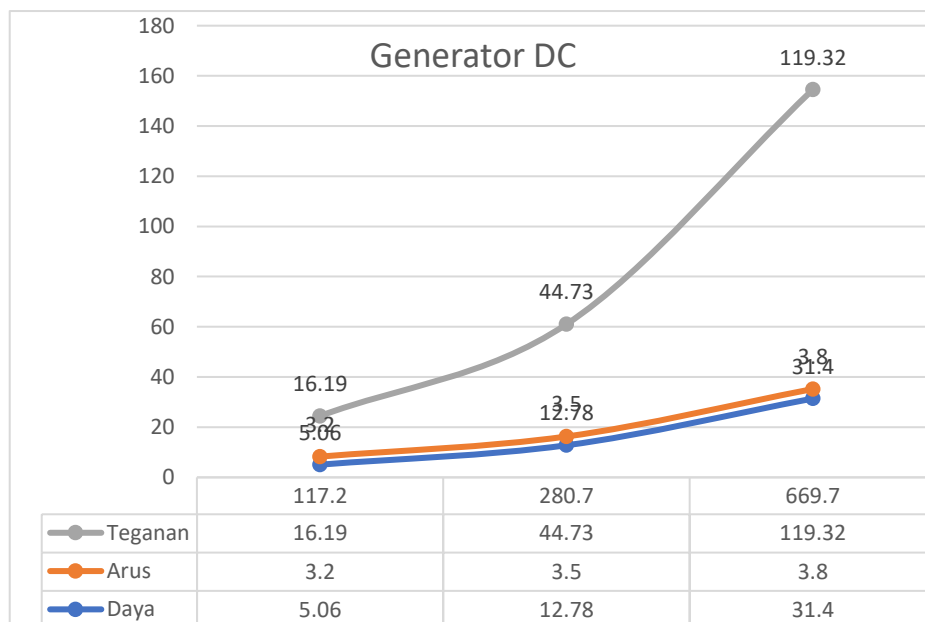
#### 4.4.2 Pengujian Generator

Pengujian Generator dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter yang ada pada Generator dan pengujian ini penting untuk memastikan kualitas dan performa Generator sebelum digunakan dalam instalasi pembangkit listrik hibrid.

Untuk data hasil pengujian awal generator dapat dilihat pada table 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Generator

No	Torsi (Rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
1.	117,2	5,06	3,2	16,19
2.	280,7	12,78	3,5	44,73
3.	669,7	31,4	3,8	119,32



Gambar 4.10 Grafik pengujian generator DC

Pada Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa untuk untuk menghasilkan tegangan 12V memerlukan torsi kurang lebih sebesar 20,7Rpm dan generator tersebut dapat menghasilkan maksimal teganga 21,4V pada torsi 669,7Rpm.



Gambar 4.11 Pengujian Generator DC

#### 4.4.3 Pengujian *Solar Carger Controller*

Tujuan dari pengujian *solar carger controller* untuk memastikan alat berfungsi dengan benar sebelum perakitan pembangkit listrik hibrid. Pengujian *solar carger controller* dilakukan dengan cara memasukkan tegangan pada alat, pengujian dilakukan dengan cara memasukkan tegangan pada *solar carger controller*, tegangan yang dimasukkan pada alat bisa dari pembangkit ataupun dari baterai.



Gambar 4.12 Pengujian Solar Carger Controller

#### 4.4.4 Pengujian Baterai

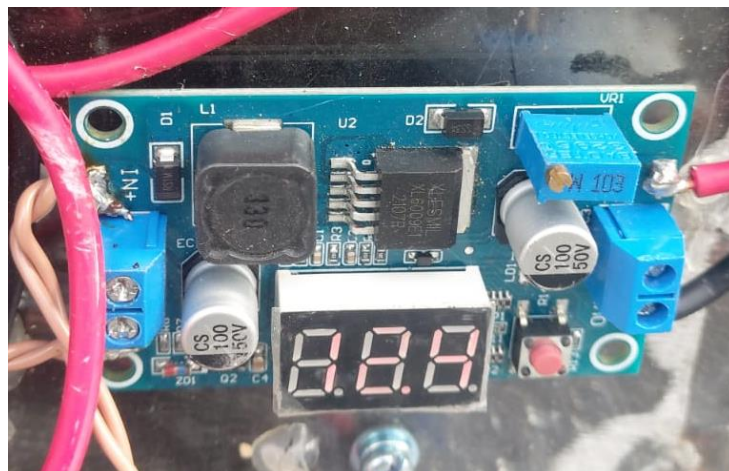
Pengujian Pada Baterai ini melibatkan pengujian tegangan masukan dan keluaran baterai saat digunakan dalam sistem Pembangkit Listrik Hibrid. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa baterai menghasilkan tegangan yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam sistem.



**Gambar 4.13 Pengujian Baterai**

#### 4.4.5 Pengujian *StepUp*

Pengujian *StepUp* sebelum perakitan pembangkit listrik hibrid merupakan salah satu pengujian penting untuk mengetahui apakah nantinya alat dapat berfungsi dengan baik dan juga pengujian ini bertujuan untuk menseting *StepUp* terlebih dahulu untuk keluaran yang peneliti inginkan sehingga pada saat pengujian alat ini dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 4. 14 Pengujian *StepUp*

## 4.5 Pembahasan

Pada bab ini, akan dibahas hasil penelitian yang telah dilakukan terkait sistem pembangkit listrik Hibrid antara pembangkit listrik tenaga matahari dan pembangkit tenaga air. Pembahasan meliputi Pengujian Komponen dari Pembangkit listrik hibrid seperti panel surya, *Solar Carger Controller*, Baterai, dan Inverter serat Pembahasan Pengujian pengimpementasian alat di desa ngepoh.

### 4.5.1 Pembahasan Pengujian Komponen

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran terhadap Prameter panel surya yang digunakan pada sistem PLTS. Pengujian dilakukan untuk mengetahui Tegangan arus dan daya keluaran dari Panel surya pada kondisi *Open circuit*. Dari Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panel surya mampu menghasilkan daya mendekati maksimal sebesar 59,57Watt pada kondisi tegangan 20,9V , arus 2,87A dan lumen 214360 Lux pada Pukul 12.00 WIB.

Pada Pengujian pada generator dilakukan untuk mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh generator pada torsi tertentu. Dalam pengujian ini peneliti



mendapatkan hasil bahwa generator tersebut dapat menghasilkan tegangan 31,4 V  
Pada maksimal putara 669,7 Rpm

Pada pengujian *Solar Carger Controller* diperoleh hasil bahwa alat dapat berfungsi dengan baik dikarenakan pada saat alat diberikan tegangan DC 12V maka alat akan menyala sedangkan jika tegangan dibawah 12V alat tersebut akan otomatis mati.

Selanjutnya, dilakukan pengukuran terhadap baterai yang digunakan dalam sistem Pembangkit Listrik Hibrid. Pengukuran meliputi tegangan pada baterai dan dilakukan penghitungan manual apakah sesuai dengan template yang ada pada baterai sehingga dapat mengetahui kapasitas sesungguhnya pada baterai. Dalam pengujian ini didapatkan tegangan maksimal sebesar 13,77Volt.

Untuk pengujian pada *StepUp* ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat tersebut dapat berfungsi dengan semestinya. Dari pengejian tersebut dapat diketahui bahwa alat dapat berfungsi dengan semestinya dan untuk tegangan output dapat diatur naik atau turun sesuai dengan fungsi.

#### **4.5.2 Penerapan Pembangkit Listrik Hibrid**

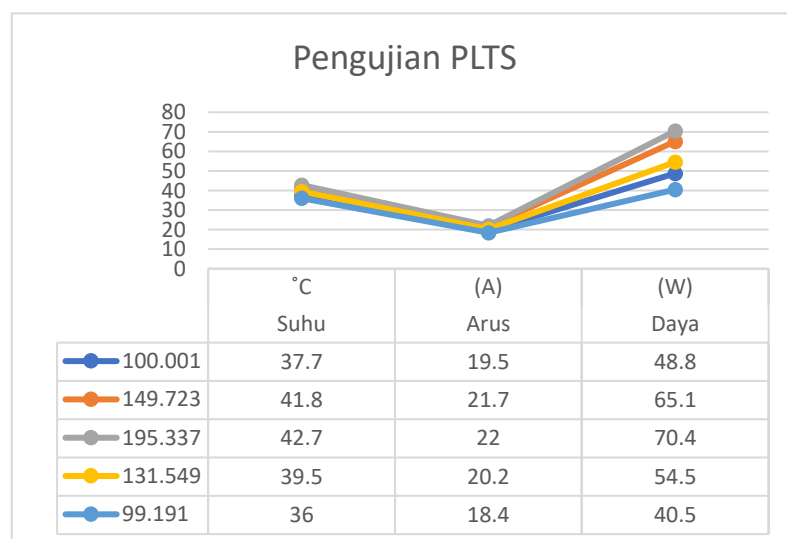
Penerapan dan pengujian pembangkit listrik hibrid di Desa Ngepoh untuk penerangan lahan pertanian telah menunjukkan hasil yang lumayan baik. Dalam penelitian ini, telah berhasil merancang, membangun, dan menguji sebuah sistem pembangkit listrik yang menggabungkan sumber energi terbarukan.

Dari hasil pengujian, sistem pembangkit listrik hibrid ini menunjukkan efisiensi yang cukup memuaskan dalam menghasilkan energi listrik untuk penerangan lahan pertanian. Penggunaan panel surya dan turbin air sebagai sumber

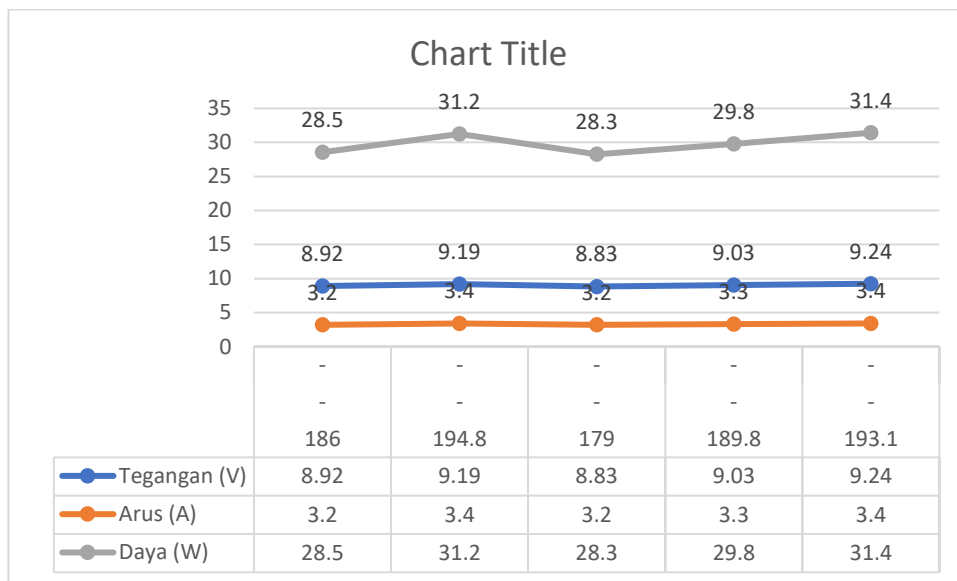
energi terbarukan mampu menghasilkan daya yang signifikan, terutama saat cuaca cerah atau berangin. Sementara itu, generator berfungsi sebagai sumber cadangan yang andal ketika sumber energi terbarukan tidak mencukupi atau saat kondisi cuaca tidak menguntungkan maupun pada saat malam hari pada saat panel surya tidak dapat menghasilkan energi listrik maka generator dapat menutupi kekurangan tersebut.

Tabel 4.5 Pengukuran Masing-masing Pembangkit Tanpa beban

No	Pembangkit	Waktu	Torsi (Rpm)	Suhu (°C)	Lumen (LUX)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	PLTS	06.00	-	37.7	100.001	19.5	2.5	48.8
		09.00	-	41.8	149.723	21.7	3	65.1
		12.00	-	42.7	195.337	22	3.2	70.4
		15.00	-	39.5	131.549	20.2	2.7	54.5
		18.00	-	36	99.191	18.4	2.2	40.5
2	PLTA	06.00	186	-	-	8.92	3.2	28.5
		09.00	194.8	-	-	9.19	3.4	31.2
		12.00	179	-	-	8.83	3.2	28.3
		15.00	189.8	-	-	9.03	3.3	29.8
		18.00	193.1	-	-	9.24	3.4	31.4



Gambar 4. 15 Pengujian PLTS Dilokasi



Gambar 4.16 Pengujian PLTA Picohidro Dilokai

Dari data yang ditunjukkan pada tabel 4.5 dapat dilihat rata-rata daya yang dihasilkan oleh PLTS jauh lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PLTA Picohidro, hal ini memang sengaja dilakukan oleh peneliti agar cos biaya untuk pembuatan pembangkit listrik hibrid ini jauh lebih murah dikarenakan fungsi dari PLTA Picohidro sendiri untuk menutupi kekurangan dari PLTS yang tidak dapat menghasilkan daya pada saat malam hari. Dengan adanya PLTA Picohidro ini diharapkan besarnya kapasitas penyimpanan listrik yang dihasilkan oleh pembangkit juga berkurang dibandingkan memakai pembangkit PLTS murni tanpa di hibrid.

Dari gambar 4.15 dan gambar 4.16 dapat diketahui bahwa pembangkit listrik hibrid yang diimplementasikan pada sungai yang berada di lahan pertanian di desa ngepoh, untuk PLTS menghasilkan tegangan rata-rata 20,4V, Arus 2,7A dan Daya 55,9Watt. Sedangkan untuk PLTA menghasilkan Tegangan rata-rata 9V, Arus 3,3A, Daya 29,9Watt. Dari data diatas dapat disimpulkan untuk pembangkit listrik

hibrid dalam satu hari dipagi hari dari jam 06.00 sampai 18.00 dapat menghasilkan daya rata-rata sebesar 85,7Watt dan pada malam hari hanya menghasilkan daya dari PLTA sebesar 29,9Watt.

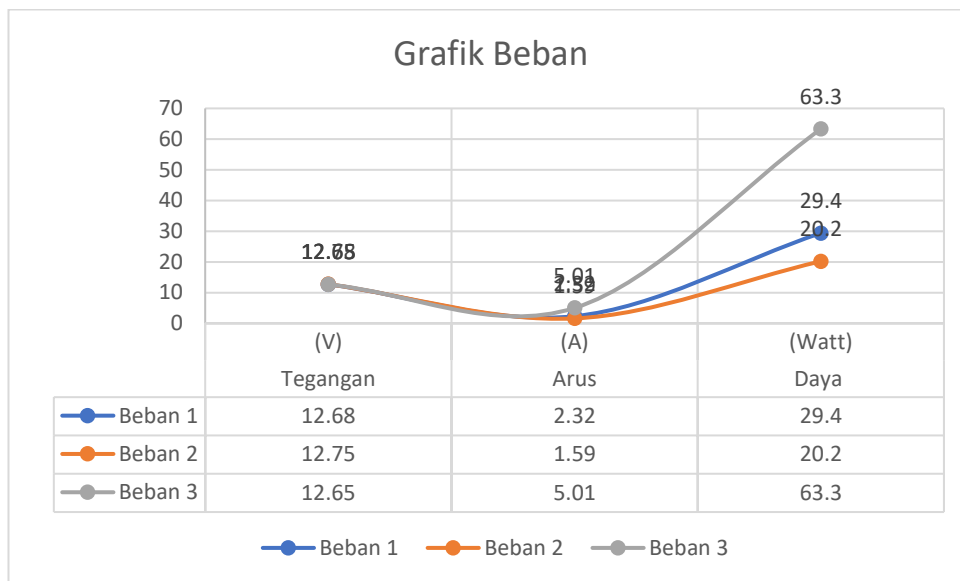


Gambar 4.17 Pengimplementasian alat di Desa Ngepoh

Pengujian selanjutnya peneliti melakukan pengukuran dan melihat kondisi baterai pada saat pembangkit listrik hibrid tersebut diberikan beban berupa lampu DC dan charger baterai. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 4.6 Pengujian pembangkit dengan beban

No.	Beban	Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Daya (Watt)
1	Lampu DC	12,68	2,32	29,4
2	Carger Hp	12,75	1,59	20,2
3	Lampu DC dan Carger HP	12,65	5,01	63,3



Gambar 4.18 Grafik Pembebanan

Dari data Analisa diatas dapat diketahui bahwa pada pengaruh besarnya beban pada pembangkit terhadap baterai sangat tinggi, dari data diatas dapat diketahui semakin besarnya beban yang diberikan maka tegangan pada baterai semakin menurun. Untuk tegangan awal pada baterai sebelum diberikan tegangan sebesar 13,52Volt, semakin tinggi beban yang diberikan maka semakin tinggi juga. Dari data diatas beban tertinggi yang diberikan pada baterai sebesar 63,3Watt dan tegangan diukur sebesar 12,65Volt. Jadi dapat disimpulkan jika beban yang diberikan semakin tinggi maka tegangan baterai akan semakin kecil dari tegangan awal.

Dalam pengujian terakhir, peneliti menguji alat pembangkit listrik hibrid pada malam hari dengan memberikan beban lampu DC sebesar 70Watt untuk menerangi lahan pertanian dan mengisi daya panel sepanjang malam. Hasil percobaan ini dianggap berhasil karena lampu menyala dengan baik dan pengisian daya panel juga berjalan dengan lancar dan daya yang dihasilkan oleh generator dapat

mensupport suplay daya pada saat malam hari, hal ini dapat peneliti ketahui dengan hasil pengukuran tegangan pada baterai yang turun drastis padasaat generator dihentikan dan jika generator di aktifkan maka tegangan tidak turun.



Gambar 4. 19 Pengujian pembangkit pada malam hari