

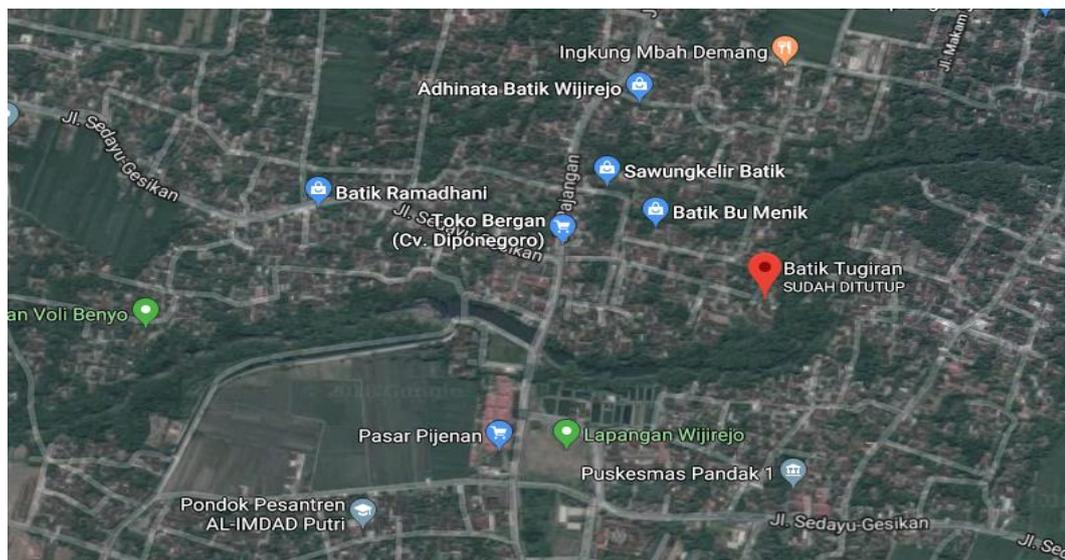
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Data Kondisi Objek Penelitian

Objek penelitian tugas akhir ini adalah pembangkit listrik tenaga surya yang terletak di *home* industri batik Tugiran. Pembangkit listrik tenaga surya yang berada di batik Tugiran ini merupakan tipe *off grid*, dengan kapasitas total 900 WP. Pemanfaatan utama di batik Tugiran ini adalah untuk mensuplai kebutuhan listrik pada area produksi batik yaitu untuk penerangan, kompor batik *elektrik* dan pompa air. Lokasi batik Tugiran ini sendiri berada di dusun Bergan, desa Wijirejo, kecamatan Pandak, kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.1.1 Peta Lokasi Batik Tugiran

Gambar 4.1 menunjukkan denah lokasi batik Tugiran yang didapatkan melalui akses *google maps*.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Batik Tugiran

Lokasi batik Tugiran ini berjarak 6 km dari pusat kota Bantul ke arah barat laut, dengan lokasi yang berada di tengah dusun dengan kondisi lingkungan yang masih banyak terdapat pohon besar dan tinggi di sekitar area PLTS ini. Area desa Wijirejo sendiri merupakan pusat industri batik yang sudah terkenal yang berada di kecamatan Pandak.

4.1.2 Panel Surya

Pada PLTS Tugiran terdapat 2 kelompok panel surya yang digunakan, yang pertama terdapat 5 buah panel surya dengan kapasitas 500 WP. Kelompok kedua terdapat 4 buah panel surya dengan kapasitas 400 WP. Penelitian ini hanya fokus pada panel surya kelompok kedua dengan kapasitas 400 WP. Rangkaian 4 buah panel surya itu sendiri dirangkai secara paralel. Spesifikasi panel surya yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Spesifikasi Panel Surya

Merk	YUNDE
Model	P10E36
Rated Maximum Power (Pmax)	100 W
Voltage at Pmax (Vmp)	18.05 V
Current at Pmax (Imp)	5.54 A
Open Circuit Voltage (Voc)	21.90 V
Short Circuit Current (Isc)	5.92 A
Maximum System Voltage	700 VDC
Maximum Series Fuse Rating	10 A
Cell Technology	Poli-Si
Weight	7.5 Kg
Dimension (mm)	1020*60*30

Dilihat dari spesifikasi panel surya pada tabel 4.1 tersebut tipe panel surya yang digunakan adalah jenis *polycrystallin*. Panel surya memiliki kapasitas daya sebesar 100 WP dengan tegangan keluaran maksimal pada saat melakukan pengisian pada baterai sebesar 18,05 V dengan arus keluaran 5,54 A, sedangkan tegangan maksimal yang dikeluarkan pada saat panel surya tidak melakukan pengisian atau tegangan *open circuit* adalah 21,9 V. Pemasangan rangkaian paralel terhadap 4 panel surya ini menghasilkan arus keluaran maksimal pada saat terhubung ke beban sebesar 18,05 V dengan arus yang bisa mencapai 22,16 A sehingga dapat menghasilkan daya sampai maksimal 400 W.

4.3 Baterai

Baterai yang digunakan untuk menyimpan energi listrik di PLTS batik Tugiran ini terdapat 7 buah baterai. Tipe baterai yang digunakan adalah tipe baterai sekunder atau pada batik Tugiran ini menggunakan aki basah. Spesifikasi baterai yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Spesifikasi Baterai

Merk	INCOE
Model	NS60-46B24R
Tegangan	12 V
Kapasitas (Ah) (20hr)	45 Ah
Dimension (mm)	238*129*203

Berdasarkan spesifikasi pada tabel 4.2 tersebut tegangan yang dihasilkan baterai adalah 12 V dengan kapasitas yang dimiliki yaitu 45 Ah. Baterai tersebut dirangkai secara parallel yang langsung terhubung pada SCC dan *Inverter*, sehingga total kapasitas baterai tersebut adalah 315 Ah.



Gambar 4.2 Baterai yang digunakan pada PLTS di Batik Tugiran

4.1.4 Solar Charge Controller

Solar charge controller yang digunakan pada kelompok 400 WP ini memiliki spesifikasi seperti pada tabel 4.3. Sesuai fungsinya perangkat ini yang digunakan sebagai pengatur arus yang masuk ke baterai dari panel surya. SCC yang digunakan merupakan SCC dengan tegangan otomatis 12 V atau 24 V, dengan teknologi PWM yang menggunakan lebar pulsa dari *on* ke *off*. Berikut adalah spesifikasi dari *solar charge controller* yang digunakan.

Tabel 4.3 Spesifikasi *Solar Charge Controller*

Model	CMTR-30A
Control Mode	100 W
Rate Current	30A
System Voltage	12V/24A Automatic
Float Charging	13.6V, 24 V
Charge Recovery Voltage	13.2V / 26.4V
Under Voltage	12V/24V
Over Discharge	11.1V/22.2V
Over Discharge Recovery Voltage	12.6V/25.2V
Working Temperature	-35°C - +55°C
Size (cm)	13.4*7*2.8



Gambar 4.3 *Solar Charge Controller* yang digunakan pada PLTS di Batik Tugiran

4.1.5 Inverter

Pada PLTS di batik Tugiran ini terdapat sebuah *inverter* yang digunakan untuk merubah arus *dc* dari baterai menjadi arus *ac* yang digunakan untuk mensuplai beban listrik pada proses produksi batik. Spesifikasi dari *inverter* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Spesifikasi *Inverter*

Merk	SUOER
Model	FPC-1000A
Peak power	2000W(1S)
Rated power	1000 W
Output waveform	Pure sine wave
Output voltage	220V/230±5V
Harmonic distortion	<3% (Impedance load)
Output frequency	50Hz
Standby current	<0.9A
Conversion efficiency	80%~85%
Rated voltage	12V
Working temperature	-20~60°C

Berdasarkan tabel 4.4 tersebut inverter yang digunakan memiliki daya sampai 1000 W dengan tegangan keluaran antara 220-230V ±5V, dengan frekuensi 50 Hz. Tingkat efisiensi dari inverter tersebut bisa mencapai 85 %. Penggunaan pada beban AC nantinya seluruh beban yang digunakan sudah sesuai dengan spesifikasi ini.

4.2 Pengujian Sistem

Pada penelitian ini menguji penggunaan reflektor dari dua bahan yang berbeda dengan sudut kemiringan tetap yaitu 70° , sudut kemiringan diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa reflektor pada sudut 70° menghasilkan output dari panel surya yang paling maksimal. Kerja dari reflektor tersebut adalah memantulkan radiasi sinar matahari, sehingga sinar matahari yang diterima oleh panel surya lebih banyak. Hal yang berpengaruh pada penelitian ini adalah intensitas radiasi matahari setiap harinya yang dipengaruhi oleh cuaca.

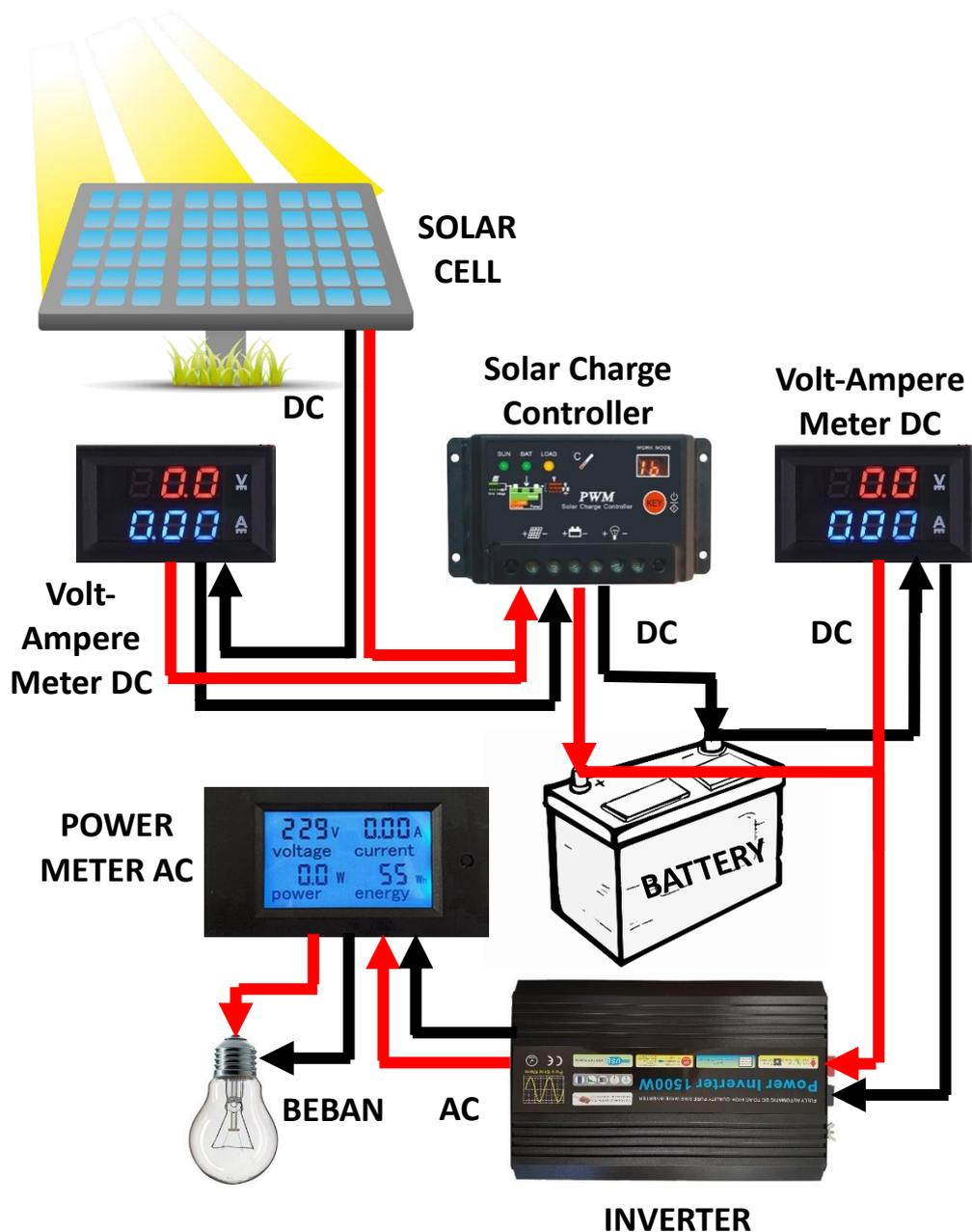


Gambar 4.4 Panel Surya dengan Reflektor kaca



Gambar 4.5 Panel Surya dengan Reflektor aluminium foil

Pada gambar 4.4 dan 4.5 merupakan pengujian yang dilakukan terhadap panel surya dengan menambahkan reflektor. Pada gambar 4.5 terlihat dengan jelas bahwa pantulan dari objek dapat terlihat dengan jelas karena menggunakan kaca, sedangkan pada gambar 4.5 yang menggunakan alumunium foil pantulan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan yang dihasilkan dari cermin datar. Hal inilah yang menjadi perbandingan utama pada penggunaan reflektor pada penelitian ini.



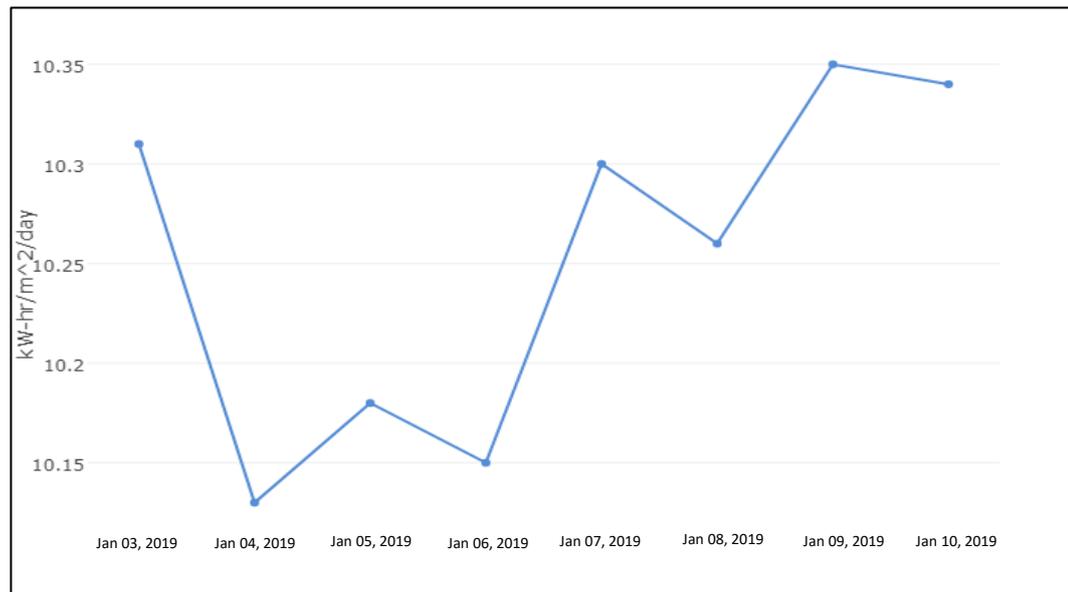
Gambar 4.6 Skema Pengukuran Pada Rangkaian PLTS batik Tugiran

Berdasarkan gambar 4.6 skema rangkaian tersebut pengukuran dilakukan untuk mengetahui kondisi arus dan tegangan pada tiga titik pada rangkaian sistem PLTS. Pengukuran yang pertama dilakukan untuk mengetahui tegangan dan arus keluaran dari panel surya yang akan masuk menuju *solar charge controller*. Pengukuran kedua dilakukan untuk mengetahui arus dan tegangan baterai yang akan menuju pada *inverter*, pengukuran ini digunakan untuk mengetahui input dari baterai yang masuk pada *inverter*. Pengukuran ketiga dilakukan di sisi beban yaitu pada output *inverter* yang menuju beban, pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui penggunaan tegangan dan arus pada beban.

Penelitian dilakukan selama 6 hari yang dibagi untuk 3 kondisi masing-masing yaitu 2 hari pengukuran panel surya tanpa reflektor, 2 hari pengukuran panel surya dengan reflektor kaca dan 2 hari pengukuran panel surya dengan reflektor aluminium foil. Hal ini dikarenakan jumlah panel surya yang tersedia di industri batik maka pengujian perlu dilakukan secara bertahap dengan hari yang berbeda. Dengan penelitian yang bertahap tersebut data yang didapatkan akan sama dengan asumsi radiasi sinar matahari tidak jauh berbeda setiap harinya sesuai dengan data yang diperoleh dari web NASA.

4.3 Data Harian Matahari.

Data penyinaran radiasi matahari pada lokasi PLTS batik Tugiran ini didapatkan melalui *website* dari NASA, dengan cara memasukan koordinat *latitude* maupun *longtitude* suatu wilayah pada *website* tersebut via internet secara online. Setelah itu akan muncul data yang dicari yaitu data radiasi sinar matahari untuk wilayah tersebut dalam satu hari. Dimana *daily radiation* diperoleh data rata-rata sebesar 10.25 kW-hr/m²/d. untuk data radiasi selama pengambilan data yaitu tanggal 3 – 10 Januari 2019 dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Grafik Daily Radiation Matahari

Pengambilan data yang dilakukan yang dilakukan pada tanggal 3-10 januari 2019. Untuk tanggal 5 dan 6 januari pengambilan data tidak dilakukan karena hujan. Data yang diambil pada kondisi cuaca yang cerah yang didapatkan pada tanggal 3, 4, 7, 8, 9, 10 januari 2019 dengan tingkat radiasi sinar matahari harian yang hampir sama pada tanggal tersebut.

4.4 Hasil Pengolahan data

Data yang ditampilkan dan dianalisa merupakan data dengan perbandingan terbaik yang diperoleh selama melakukan pengukuran dan pengujian pada sistem PLTS secara berulang.

4.4.1 Pengukuran Tegangan dan Arus Keluaran Panel Surya

Pengukuran tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya dilakukan dengan memasang voltmeter DC dan amperemeter DC dari keluaran panel surya sebelum masuk ke SCC. Pada tabel 4.5 merupakan tabel yang menunjukkan perbandingan tegangan dan arus yang dihasilkan pada ketiga kondisi panel surya setiap waktunya.

Tabel 4.5 Data Pengukuran Arus dan Tegangan Keluaran Panel Surya

Kondisi		Tanpa Reflektor		Reflektor Kaca		Reflektor <i>Aluminium Foil</i>	
Radiasi		10,31 kW-hr/m ² /d		10,26 kW-hr/m ² /d		10,34 kW-hr/m ² /d	
No	Waktu (WIB)	3 Januari 2019		8 Januari 2019		10 Januari 2019	
		Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
1	8:00	18,7	0,06	19,3	0,05	19,4	0,03
2	8:30	19,5	0,03	19,3	0,04	19,4	0,03
3	9:00	19,5	0,04	19,4	0,04	19,3	0,04
4	9:30	20	0,04	19,4	0,05	19,5	0,04
5	10:00	19,7	0,05	19,5	0,05	19,6	0,05
6	10:30	20	0,04	19,4	0,05	19,7	0,04
7	11:00	20,3	0,04	19,4	0,04	19,8	0,05
8	11:30	20,5	0,04	19,6	0,04	19,8	0,04
9	12:00	20,8	0,04	19,5	0,06	20	0,04
10	12:30	20,6	0,04	19,6	0,06	19,8	0,05
11	13:00	20,8	0,04	19,6	0,07	20	0,06
12	13:30	20,7	0,03	19,5	0,05	19,8	0,05
13	14:00	20,7	0,04	19,5	0,06	19,8	0,04
14	14:30	20,6	0,05	19,3	0,05	19,7	0,05
15	15:00	20,6	0,04	19,4	0,05	19,7	0,05
16	15:30	20,4	0,04	19,4	0,03	19,7	0,04
17	16:00	20	0,03	19,1	0,04	19,5	0,04
Rata-Rata		20,2	0,041	19,424	0,049	19,676	0,044
Maksimum		20,8	0,06	19,6	0,07	20,0	0,06
Minimum		18,7	0,03	19,1	0,03	19,3	0,03

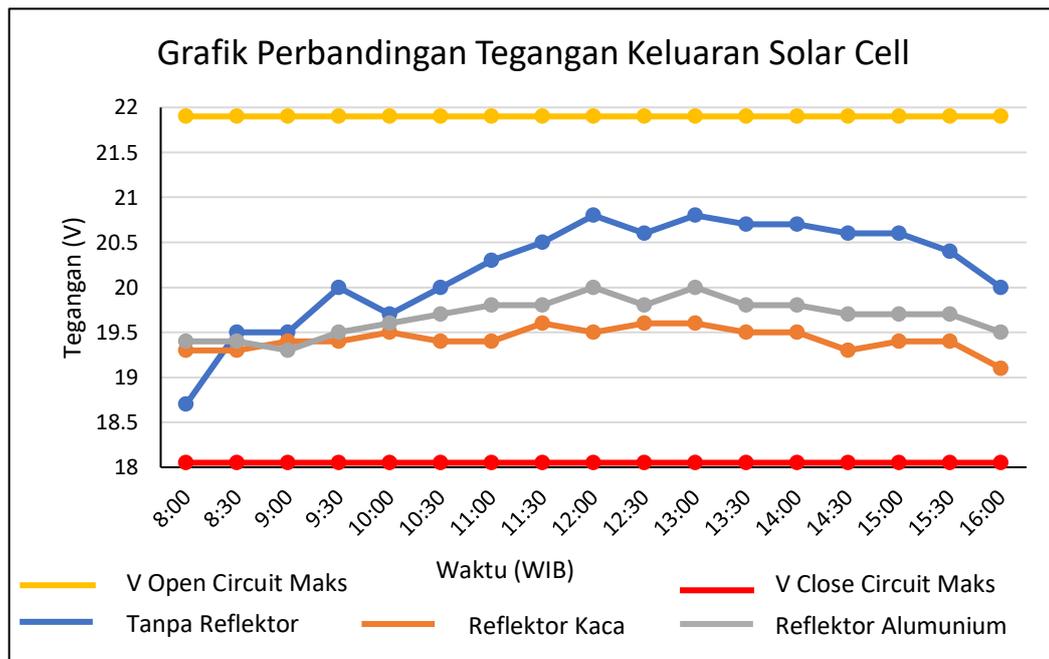
Tabel 4.5 menunjukkan pengukuran tegangan dan arus yang dilakukan pada ketiga kondisi panel surya yang berbeda. Kondisi pertama pengukuran diambil pada panel surya tanpa menggunakan reflektor, kondisi kedua pengukuran dilakukan pada saat panel surya dipasang reflektor kaca dengan sudut kemiringan 70° , dan kondisi ketiga merupakan kondisi dimana pengukuran panel surya saat ditambah dengan reflektor aluminium foil dengan sudut kemiringan 70° .

Tegangan yang dihasilkan pada pengukuran diatas menunjukkan rata-rata tegangan yang dihasilkan pada masing-masing kondisi adalah saat tanpa reflektor 20,2 V, menggunakan reflektor kaca 19,4 V dan menggunakan reflektor aluminium 19,6 V dengan tegangan maksimum yang didapatkan adalah pada kondisi tanpa reflektor yaitu sebesar 20,8 V. Sedangkan arus rata-rata dari ketiga kondisi tersebut pada saat tanpa reflektor 0,041 A, menggunakan reflektor kaca 0,045 A dan menggunakan reflektor aluminium 0,042 A. Arus maksimum yang mengalir adalah pada kondisi panel surya tanpa reflektor yaitu sebesar 0,06 A.

Radiasi yang dipancarkan matahari pada tiga hari tersebut berkisar pada 10,3 kW-hr/m²/d, dengan nilai radiasi paling tinggi pada kondisi panel surya menggunakan reflektor aluminium dengan tingkat radiasi 10,34 kW-hr/m²/d. Faktor lain yang mempengaruhi kondisi keluaran tegangan maupun arus pada panel surya tersebut adalah pergerakan awan setiap harinya karena saat terdapat bayangan awan yang menutupi sinar matahari akan langsung otomatis berpengaruh pada tegangan maupun arus keluaran yang dihasilkan.

4.4.2 Perbandingan Nilai Tegangan Keluaran Panel Surya

Pengukuran tegangan dilakukan dengan menggunakan voltmeter yang dipasang pada *output* panel surya sebelum masuk pada SCC. Nilai tegangan yang dihasilkan menunjukkan nilai yang berbeda pada setiap kondisi panel surya. Perbandingan nilai tegangan dapat dilihat pada gambar 4.8 yang memuat grafik perbandingan tegangan pada ketiga kondisi pengukuran tersebut



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Tegangan Pada Tiga Kondisi Pengukuran

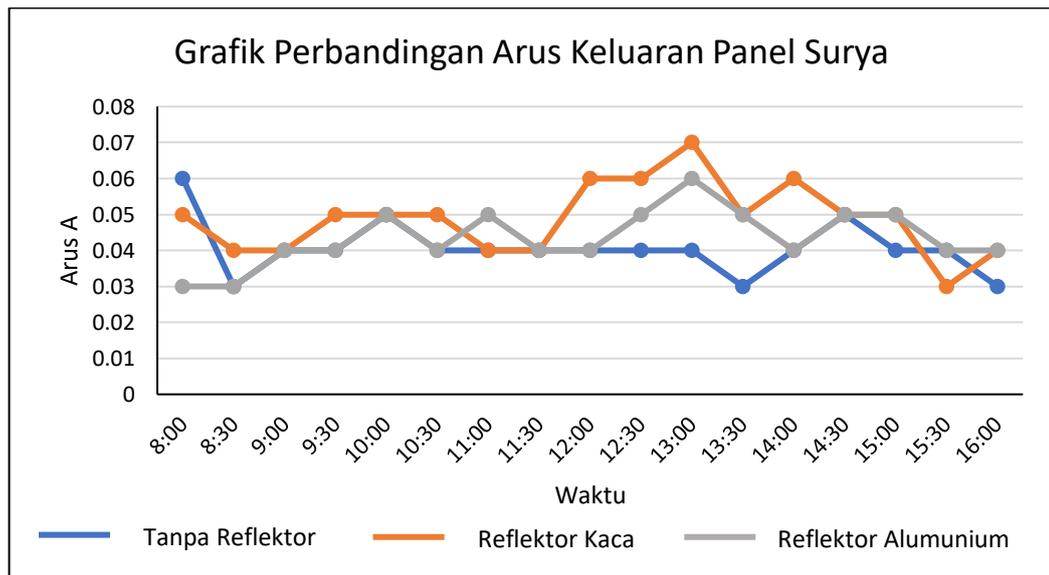
Tegangan yang terukur pada penelitian ini merupakan tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}). Dilihat dari grafik diatas panel surya yang tidak menggunakan reflektor menghasilkan tegangan keluaran paling tinggi, sedangkan pada saat reflektor yang menggunakan reflektor kaca menghasilkan tegangan keluaran yang paling rendah. Akan tetapi perbedaan tegangan antara ketiga kondisi tersebut tidak terlalu signifikan dengan rentan tegangan keluaran panel surya ada 18,7 V – 20,8 V. Unjuk kerja ini menunjukkan bahwa nilai tegangan rangkaian terbuka masih berada dibawah spesifikasi dari panel surya tersebut yaitu sebesar 21,9 V.

Tegangan keluaran yang dihasilkan menunjukkan nilai tertingginya antara pukul 12.00 – 13.30, kemudian berangsur turun hingga pukul 16.00, sedangkan untuk pagi harinya pada pukul 08.00 – 11.00 tegangan yang dihasilkan berada pada kisaran 19 V. Hal ini menunjukkan penyinaran matahari pada yang terdapat pada industri batik tersebut paling maksimal hanya berlangsung selama 2 jam yaitu antara pukul 12.00 – 14.00. nilai tegangan yang dihasilkan pada ketiga percobaan tersebut baik karena berada diatas nilai V_{mop} dan dibawah nilai V_{oc} sesuai dengan spesifikasi panel diatas.

Perubahan intensitas radiasi matahari tidak begitu berpengaruh pada tegangan keluaran panel surya. Perbedaan tegangan yang dihasilkan pada penelitian ini dapat disebabkan oleh perubahan suhu yang terjadi pada permukaan panel surya. Penggunaan reflektor kaca akan mengakibatkan lebih banyak sinar matahari yang focus pada permukaan panel surya, sehingga akan menimbulkan panas pada permukaan panel surya. Hal inilah yang dapat menyebabkan berkurangnya tegangan keluaran yang dihasilkan oleh panel surya.

4.4.3 Perbandingan Nilai Arus Keluaran Panel Surya

Pengukuran arus dilakukan dengan memasang amperemeter pada sambungan dari panel surya sebelum masuk ke SCC. Nilai arus yang dihasilkan setiap waktunya mengalami perubahan pada setiap kondisinya. Pengukuran nilai arus pada ketiga kondisi panel surya dapat dilihat pada gambar 4.9 yang memuat grafik perbandingan nilai arus pada setiap waktunya.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan arus pada ketiga kondisi

Arus yang terukur pada penelitian ini merupakan arus short circuit (I_{sc}). Dilihat dari grafik diatas panel surya yang menggunakan reflektor kaca menghasilkan arus keluaran dengan rata-rata paling tinggi. Sedangkan pada saat panel surya yang

tanpa menggunakan reflektor menghasilkan arus keluaran rata-rata yang paling rendah. Akan tetapi perbedaan tegangan antara ketiga kondisi tersebut tidak terlalu signifikan dengan rentang arus keluaran panel surya ada 0,03 A – 0,07 A. Unjuk kerja ini menunjukkan bahwa nilai arus short circuit masih berada dibawah spesifikasi dari panel surya tersebut yaitu sebesar 5,92 A, juga sesuai dengan grafik arus dan tegangan panel surya yaitu saat tegangan maksimal maka arus akan mendekati 0. Tingginya tegangan panel surya inilah yang membuat arus pada saat pengukuran menjadi sangat kecil.

Sama halnya pada pengukuran tegangan waktu puncak penyinaran matahari paling optimal hanya berlangsung selama 2 jam yaitu pukul 12.00 – 14.00. Perubahan intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya akan sangat berpengaruh terhadap arus yang dihasilkan oleh panel surya. Perbedaan nilai arus yang dihasilkan dapat disebabkan oleh hal tersebut. Pada saat panel surya menggunakan reflektor kaca maka radiasi sinar matahari yang diterima oleh panel surya lebih banyak, karena kaca dapat memantulkan sinar matahari secara baik pada permukaan panel surya, sedangkan pantulan yang dihasilkan oleh aluminium tidak sebaik yang dapat dipantulkan oleh kaca.

4.4.4 Perhitungan Nilai Daya Keluaran Panel Surya

Perhitungan nilai daya yang dihasilkan oleh panel surya dilakukan dengan melakukan perhitungan dengan perkalian antara tegangan terukur dikalikan dengan arus terukur. Pada tabel 4.6 merupakan tabel yang menunjukkan perbandingan daya yang dihasilkan oleh panel surya pada ketiga kondisi panel surya setiap waktunya. Daya diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$P = V_{oc} \cdot I_{sc}$$

Dimana : P = Daya

V_{oc} = Tegangan Open Circuit

I_{sc} = Arus Short Circuit

Tabel 4.6 Data Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya

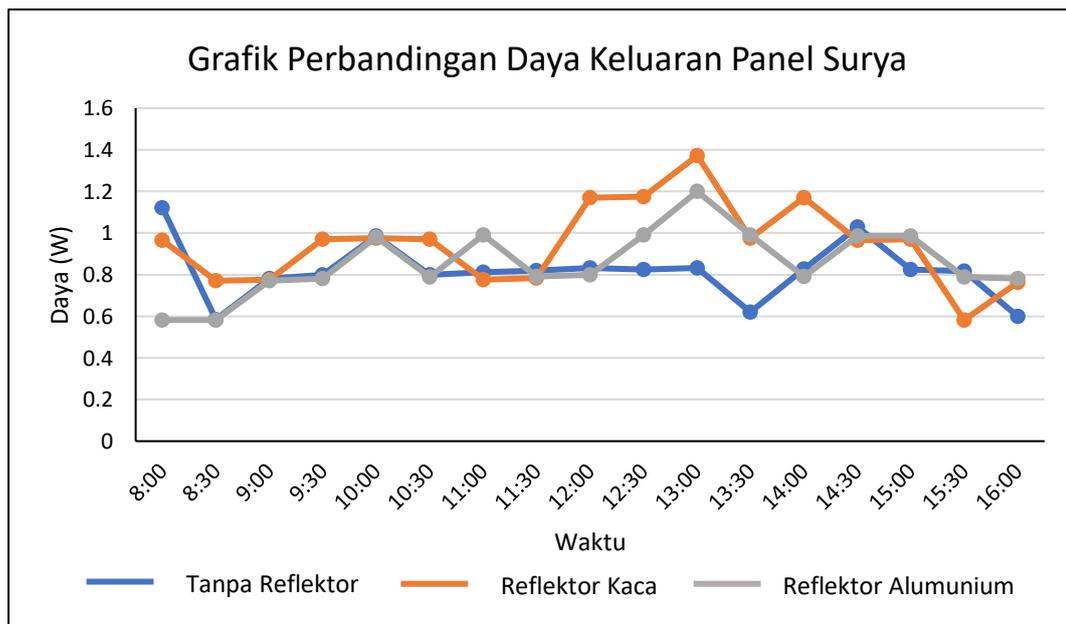
Waktu	Daya Tanpa Reflektor (W)	Daya Dengan Reflektor Kaca (W)	Daya Dengan Reflektor Aluminium Foil (W)
8:00	1,122	0,965	0,582
8:30	0,585	0,772	0,582
9:00	0,78	0,776	0,772
9:30	0,8	0,97	0,78
10:00	0,985	0,975	0,98
10:30	0,8	0,97	0,788
11:00	0,812	0,776	0,99
11:30	0,82	0,784	0,792
12:00	0,832	1,17	0,8
12:30	0,824	1,176	0,99
13:00	0,832	1,372	1,2
13:30	0,621	0,975	0,99
14:00	0,828	1,17	0,792
14:30	1,03	0,965	0,985
15:00	0,824	0,97	0,985
15:30	0,816	0,582	0,788
16:00	0,6	0,764	0,78
Rata-Rata	0,818	0,949	0,857
Maksimum	1,122	1,372	1,2
Minimum	0,585	0,582	0,582

Pada tabel 4.6 menampilkan perhitungan daya yang dihasilkan oleh panel surya pada ketiga kondisi panel surya yang berbeda. Nilai daya tersebut sangat dipengaruhi oleh nilai tegangan dan arus yang terukur. Dapat dilihat sebelumnya, pada kondisi tanpa reflektor rata-rata tegangan yang dihasilkan tinggi namun untuk rata rata arusnya rendah, sedangkan pada saat menggunakan reflektor kaca rata-rata tegangan rendah namun rata-rata arusnya yang paling tinggi. Sehingga rata-rata daya yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.6 tersebut.

Daya yang dihasilkan pada percobaan tersebut menunjukkan rata-rata yang dihasilkan oleh masing-masing kondisi panel surya adalah saat tanpa reflektor 0,818 W, menggunakan reflektor kaca 0,949 W, dan menggunakan reflektor alumunium sebesar 0,857 W. Pada tabel 4.3 juga menunjukkan bahwa total daya harian yang dihasilkan oleh panel surya yang ditambahkan reflektor juga menunjukkan nilai yang paling tinggi, dan pada saat tanpa reflektor daya yang dihasilkan adalah yang paling rendah.

4.4.5 Perbandingan Nilai Daya Keluaran Panel Surya

Perhitungan nilai daya yang dihasilkan dari perkalian antara tegangan keluaran dengan arus keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Nilai daya yang dihasilkan mengalami perubahan setiap waktu pengukuran. Perbandingan nilai daya yang dihasilkan panel surya dapat dilihat pada gambar 4.10 yang memuat grafik perbandingan nilai daya pada setiap waktunya.



Gambar 4.10 Grafik perbandingan daya pada ketiga kondisi

Pada gambar 4.10 diatas dapat terlihat dengan jelas perbedaan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Daya paling optimal adalah panel surya yang menggunakan reflektor kaca. Sedangkan daya paling rendah adalah pada panel

surya yang tidak menggunakan reflektor. Perbedaan signifikan yang dapat dilihat adalah pada pukul 12.00 – 16.00. Ketiga kondisi panel surya mencapai puncak daya tertingginya pada pukul 13.00, sedangkan pagi hari antara pukul 08.00 – 11.00 daya yang dihasilkan oleh ketiga kondisi panel surya cenderung sama.

4.4.6 Persentase Kenaikan Daya Keluaran Panel Surya

Berdasarkan data pengujian yang telah dilakukan pada setiap kondisi panel surya, perlu diketahui perubahan kenaikan daya yang dihasilkan. Persentase kenaikan daya dapat diketahui dengan menghitung rata-rata daya yang dihasilkan oleh masing-masing kondisi panel surya. Panel surya tanpa menggunakan reflektor menghasilkan rata-rata daya harian sebesar 0,818 W, panel surya yang menggunakan reflektor kaca menghasilkan rata-rata daya harian sebesar 0,949 W. Berdasarkan daya yang dihasilkan oleh panel surya tersebut, persentase kenaikan daya dari panel surya tanpa reflektor menjadi panel surya yang ditambah reflektor kaca adalah sebesar 13.8%.

Jika dibandingkan dengan panel surya yang menggunakan reflektor alumunium dari panel surya yang tidak menggunakan reflektor maka persentase kenaikan daya adalah sebesar 4.6 %, sedangkan jika dibandingkan antara dua panel surya yang sama- sama menggunakan reflektor maka persentase kenaikan daya yang dihasilkan sebesar 9.6%. Hal tersebut menunjukkan daya paling maksimal saat panel surya menggunakan reflektor kaca.

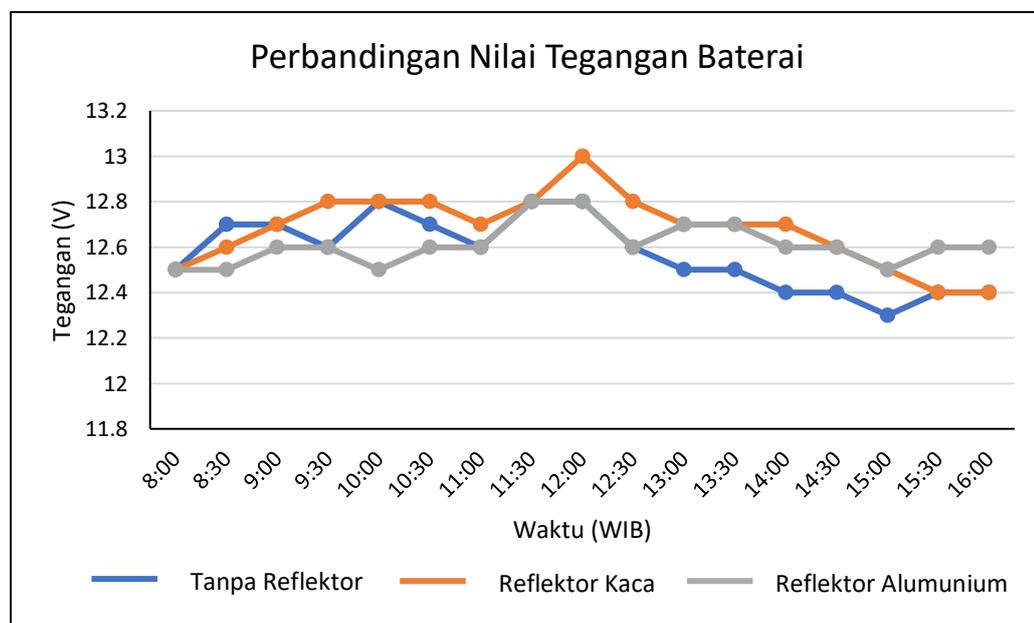
4.4.7 Pengukuran Tegangan Arus dan Daya Baterai

Pengukuran tegangan dan arus pada baterai yang menuju ke *input inverter* dilakukan dengan memasang voltmeter DC dan amperemeter DC dari keluaran baterai sebelu masuk pada *inverter*. Sedangkan nilai daya diperoleh dari perhitungan arus dan tegangan pada baterai tiap waktunya. Pada tabel 4.5 merupakan tabel yang menunjukkan perbandingan tegangan dan arus yang dihasilkan pada ketiga kondisi panel surya setiap waktunya.

Tabel 4.7 Data Pengukuran Arus, Tegangan dan Perhitungan Daya Baterai

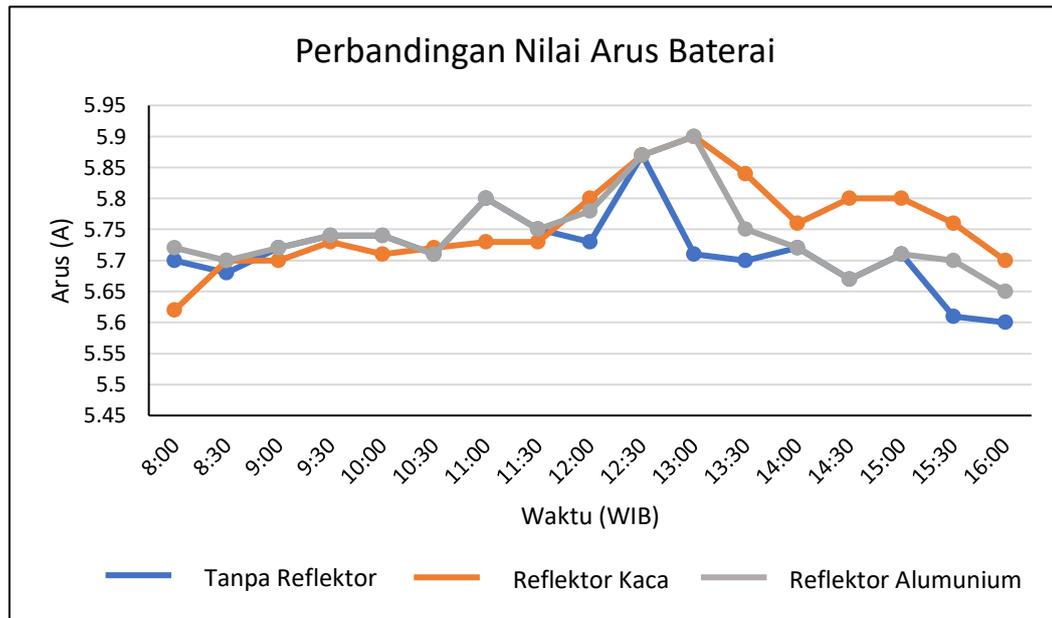
No.	Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor			Menggunakan Reflektor Kaca			Menggunakan Reflektor Alumunium		
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	12,5	5,7	71,25	12,5	5,62	70,25	12,5	5,72	71,5
2	8:30	12,7	5,68	72,136	12,6	5,7	71,82	12,5	5,7	71,25
3	9:00	12,7	5,72	72,644	12,7	5,7	72,39	12,6	5,72	72,072
4	9:30	12,6	5,74	72,324	12,8	5,73	73,344	12,6	5,74	72,324
5	10:00	12,8	5,74	73,472	12,8	5,71	73,088	12,5	5,74	71,75
6	10:30	12,7	5,71	72,517	12,8	5,72	73,216	12,6	5,71	71,946
7	11:00	12,6	5,8	73,08	12,7	5,73	72,771	12,6	5,8	73,08
8	11:30	12,8	5,75	73,6	12,8	5,73	73,344	12,8	5,75	73,6
9	12:00	12,8	5,9	75,52	13	5,9	76,7	12,8	5,89	75,392
10	12:30	12,6	5,87	73,962	12,8	5,87	75,136	12,6	5,87	73,962
11	13:00	12,5	5,71	71,375	12,7	5,9	74,93	12,7	5,9	74,93
12	13:30	12,5	5,7	71,25	12,7	5,84	74,168	12,7	5,75	73,025
13	14:00	12,4	5,72	70,928	12,7	5,76	73,152	12,6	5,72	72,072
14	14:30	12,4	5,67	70,308	12,6	5,8	73,08	12,6	5,67	71,442
15	15:00	12,3	5,71	70,233	12,5	5,8	72,5	12,5	5,71	71,375
16	15:30	12,4	5,61	69,564	12,4	5,76	71,424	12,6	5,7	71,82
17	16:00	12,4	5,6	69,44	12,4	5,7	70,68	12,6	5,65	71,19
Rata-Rata		12,571	5,725	71,977	12,676	5,757	72,982	12,612	5,749	72,514
Maksimum		12,8	5,9	75,52	13,0	5,9	75,4	12,8	5,9	75,392
Minimum		12,3	5,6	69,44	12,4	5,62	70,25	12,5	5,65	71,19

Padat tabel 4.7 menunjukkan nilai arus, tegangan dan daya pada baterai. Arus terukur pada baterai memiliki rata-rata yaitu 5,725 A pada saat tanpa reflektor, 5,765 A pada saat menggunakan reflektor kaca dan 5,749 A pada saat menggunakan reflektor alumunium. Rata-rata nilai tegangan yang terukur menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu jauh yaitu pada saat tanpa reflektor 12,571 V, menggunakan reflektor kaca 12,676 V dan pada saat menggunakan reflektor alumunium 12,612 V. Nilai dari tegangan dan arus tersebut berpengaruh pada nilai daya yang dikeluarkan baterai. Nilai daya juga mengalami perbedaan setiap kondisinya yaitu 71,977 W pada saat tanpa reflektor, 73,081 W pada saat menggunakan reflektor kaca dan 72,514 W pada saat menggunakan reflektor alumunium.



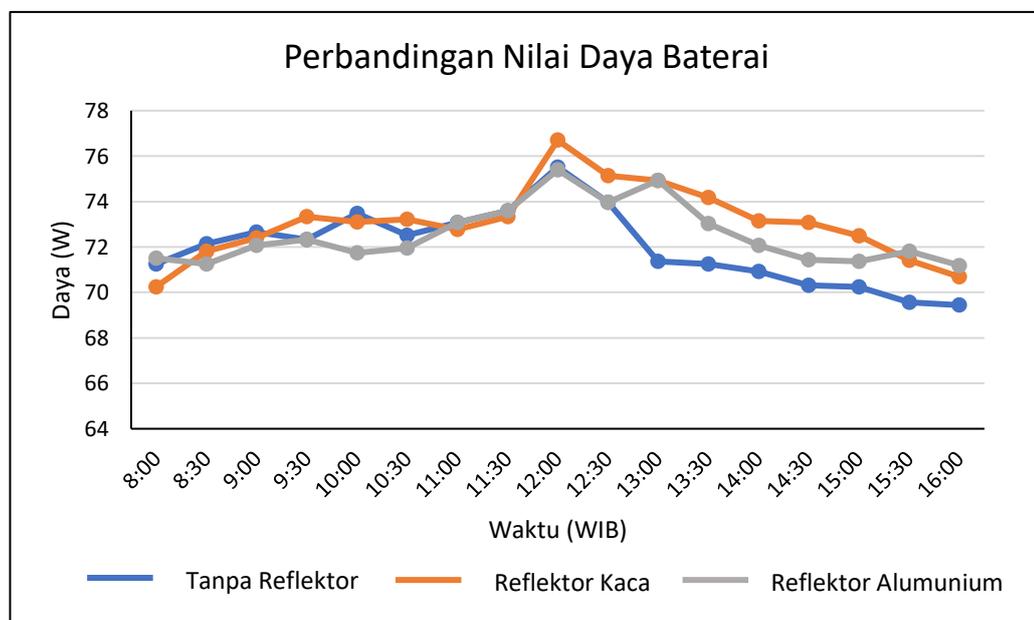
Gambar 4.11 Grafik perbandingan tegangan pada baterai

Pada gambar 4.11 tersebut nilai tegangan setiap waktunya yang ditunjukkan pada grafik pada saat menggunakan reflektor kaca nilai tegangan baterai menjadi lebih tinggi dibandingkan pada dua kondisi panel surya lainnya. Nilai tegangan menunjukkan perbedaan mulai pada pukul 11.00 sampai dengan 16.00 sedangkan untuk waktu pagi hari nilai tegangan baterai rata-rata sama. Nilai tegangan pada saat menggunakan reflektor kaca terlihat konstan dari pagi hingga sore hari.



Gambar 4.12 Grafik perbandingan arus pada baterai

Pada gambar 4.12 tersebut nilai arus setiap waktunya yang ditunjukkan pada grafik. Nilai arus yang terukur menunjukkan kecenderungan yang sama perubahan nilai arus dapat terjadi karena faktor penggunaan pada beban dan kapasitas daya yang dimiliki baterai itu sendiri. Penggunaan reflektor pada panel surya tidak mempengaruhi arus yang disuplay oleh baterai menuju ke *inverter*.



Gambar 4.13 Grafik perbandingan daya pada baterai

Pada gambar 4.13 tersebut nilai daya setiap waktunya yang ditunjukkan pada grafik. Nilai daya yang terukur menunjukkan kecenderungan yang sama perubahan nilai arus dapat terjadi karena faktor penggunaan pada beban serta tegangan yang dihasilkan dari baterai itu sendiri. Penggunaan reflektor pada panel surya akan mempengaruhi tegangan baterai sehingga akan berpengaruh juga pada daya yang dihasilkan baterai tiap waktunya, sedangkan untuk arus akan cenderung mengikuti kebutuhan beban yang digunakan.

4.4.8 Penggunaan Beban

Pada penelitian ini dilakukan juga pengukuran terhadap penggunaan beban. Agar penelitian setiap waktunya mempunyai ukuran yang sama maka beban yang digunakan juga sama setiap harinya yaitu lampu cfl 45 watt dan lampu LED 20 watt. Tabel 4.8 memuat spesifikasi beban yang digunakan

Tabel 4.8 Spesifikasi beban yang digunakan

Type		
Power	45 W	20 W
Input Voltage	220-240V	170-250V
Frekuensi	50-60 Hz	50-60 Hz
Lumen	2700	1600
Lifetime	8000	8000
Cos Phi	0.65	0.47

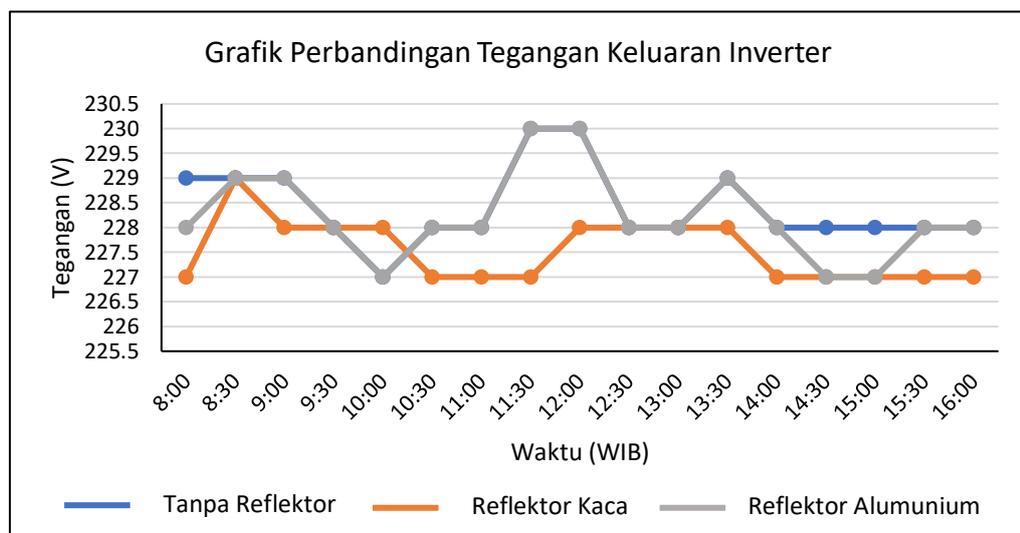
4.4.9 Pengukuran Tegangan, Arus dan Daya Keluaran Inverter

Pengukuran pada keluaran *inverter* dilakukan dengan memasang alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus tegangan dan daya yang dikonsumsi beban. Alat ukur dipasang pada *output inverter* sebelum dihubungkan pada instalasi beban tersebut. Hasil pengukuran arus, tegangan dan daya pada beban ditunjukkan pada tabel 4.9 berikut.

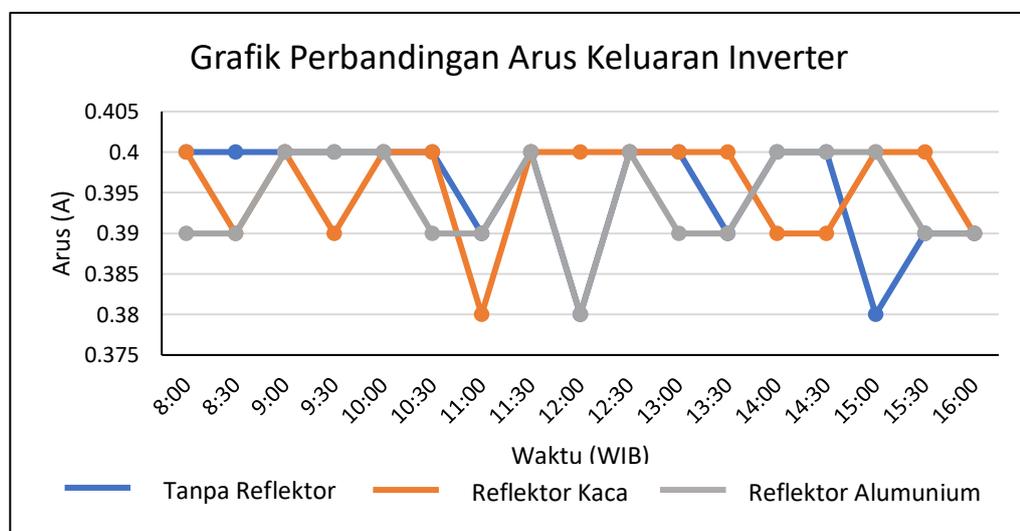
Tabel 4.9 Pengukuran Arus, Tegangan, Daya Keluaran *Inverter*

No.	Waktu (WIB)	Tanpa Reflektor			Menggunakan Reflektor Kaca			Menggunakan Reflektor Aluminium		
		Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	8:00	229	0,4	53	227	0,4	57,1	228	0,39	53
2	8:30	229	0,4	52,7	229	0,39	54,5	229	0,39	52,7
3	9:00	229	0,4	53,4	228	0,4	55,4	229	0,4	53,4
4	9:30	228	0,4	55	228	0,39	53	228	0,4	53
5	10:00	227	0,4	53,8	228	0,4	56,3	227	0,4	53,8
6	10:30	228	0,4	54,3	227	0,4	53,2	228	0,39	54,3
7	11:00	228	0,39	53	227	0,38	53	228	0,39	53
8	11:30	230	0,4	53,7	227	0,4	53,3	230	0,4	53,7
9	12:00	230	0,38	54,1	228	0,4	53,3	230	0,38	54,1
10	12:30	228	0,4	53,7	228	0,4	52,7	228	0,4	53,7
11	13:00	228	0,4	53	228	0,4	54	228	0,39	53
12	13:30	229	0,39	54	228	0,4	53,3	229	0,39	54
13	14:00	228	0,4	52,7	227	0,39	52,7	228	0,4	52,7
14	14:30	228	0,4	54	227	0,39	52,7	227	0,4	54
15	15:00	228	0,38	54	227	0,4	53	227	0,4	54
16	15:30	228	0,39	52,5	227	0,4	53,6	228	0,39	52,5
17	16:00	228	0,39	52,7	227	0,39	52,7	228	0,39	52,7
Rata-Rata		228,4	0,395	53,5	227,5	0,395	53,8	228,2	0,394	53,4
Maksimum		230	0,4	55	229	0,4	57,1	230	0,4	54,3
Minimum		227	0,38	52,5	227	0,38	52,7	227	0,38	52,5

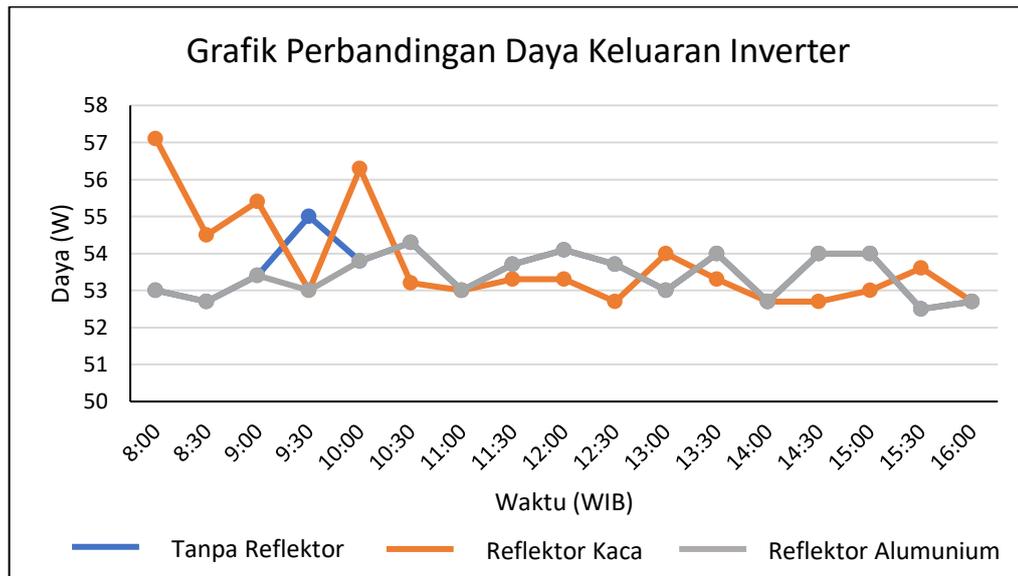
Kondisi tegangan arus dan daya yang ditunjukkan pada tabel 4.8 tersebut menunjukkan bahwa nilai terukur sama untuk setiap kondisinya. Pada beban memang tidak akan terpengaruh apapun terhadap kondisi panel surya. Rata-rata untuk arus tegangan dan daya setiap harinya cenderung sama. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh *inverter* juga sesuai dengan spesifikasi yang dimilikinya. Nilai tegangan yang dihasilkan *inverter* ini bahkan lebih baik dari nilai tegangan PLN yang masuk ke rumah di batik Tugiran ini. Perrbandingan nilai tegangan arus dan daya keluaran *inverter* dapat dilihat pada grafik yang dimuat pada gambar 4.14, 4.15 dan 4.16 berikut.



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Tegangan Keluaran *Inverter*



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Arus Keluaran *Inverter*



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Daya Keluaran *Inverter*

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.14, 4.15 dan 4.16 tersebut terlihat bahwa baik arus tegangan dan daya yang dihasilkan oleh *inverter* menunjukkan nilai yang hampir sama pada setiap waktunya. Penambahan reflektor tidak akan berpengaruh terhadap nilai arus, tegangan dan daya yang dihasilkan oleh *inverter*. Ketiga indikator pengukuran tersebut hanya dipengaruhi oleh penggunaan beban dan suplai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh baterai.

4.4.10 Efisiensi Penggunaan *Inverter*

Spesifikasi yang ditunjukkan pada spesifikasi *inverter* diatas menunjukkan *inverter* memiliki efisiensi hingga 85%. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan diatas hasil yang diperoleh untuk perhitungan efisiensi *inverter*. Efisiensi *inverter* dihitung dari daya output pada baterai yang dibandingkan dengan daya output yang dihasilkan oleh *inverter*. Efisiensi *inverter* pada masing-masing kondisi adalah pada saat tanpa reflektor sebesar 74,3%, dengan reflektor kaca sebesar 73,7% dan dengan reflektor aluminium sebesar 73,6%. hasil tersebut menunjukkan tingkat efisiensi berada 10% di bawah spesifikasi alat hal ini dapat disebabkan oleh durasi penggunaan alat.