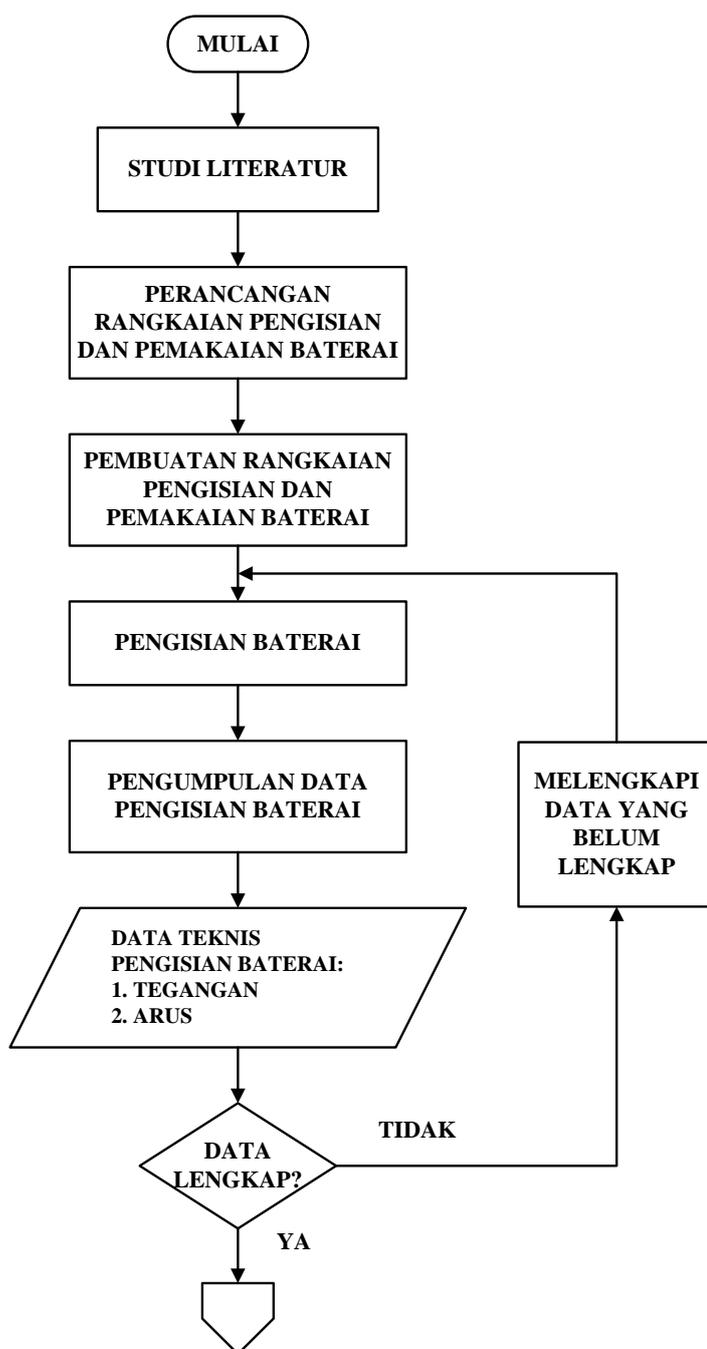
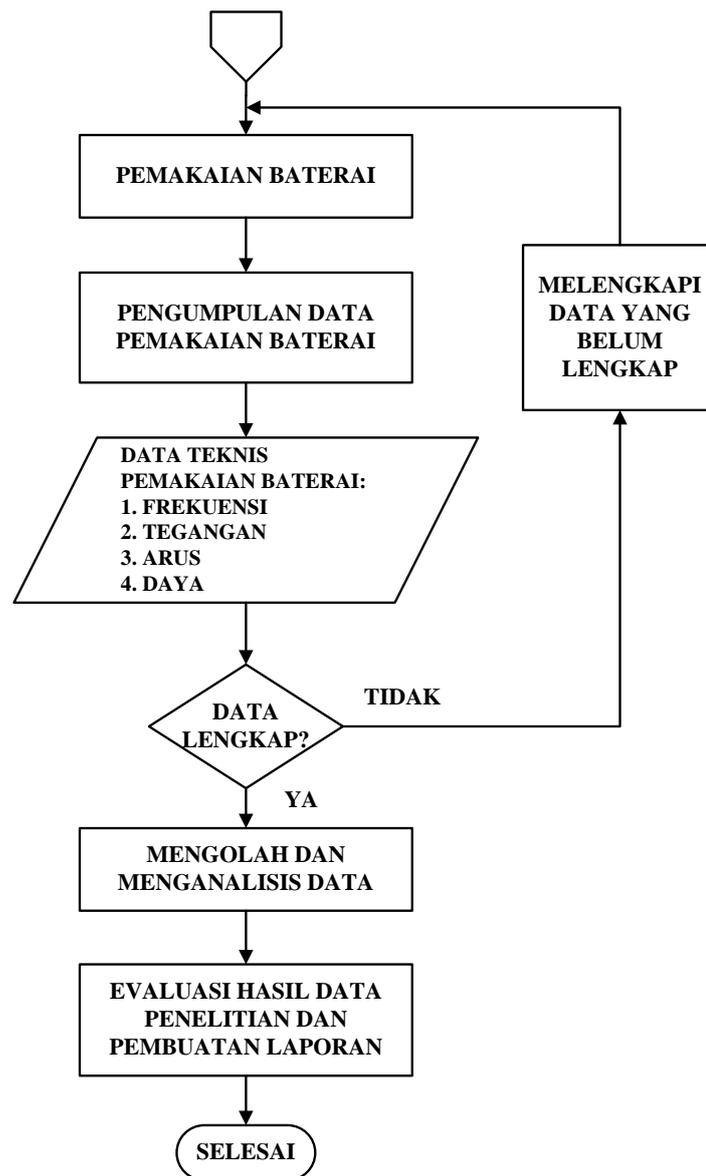


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian Skripsi





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Skripsi

Diperlukan suatu prosedur atau tahapan pengerjaan penelitian dari mulai langkah awal hingga selesainya penelitian agar memudahkan penulis dan pembaca dalam memahami tahapan pengerjaan penelitian tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis membuat rancangan dan kerangka penelitian dengan tahapan sebagai berikut:

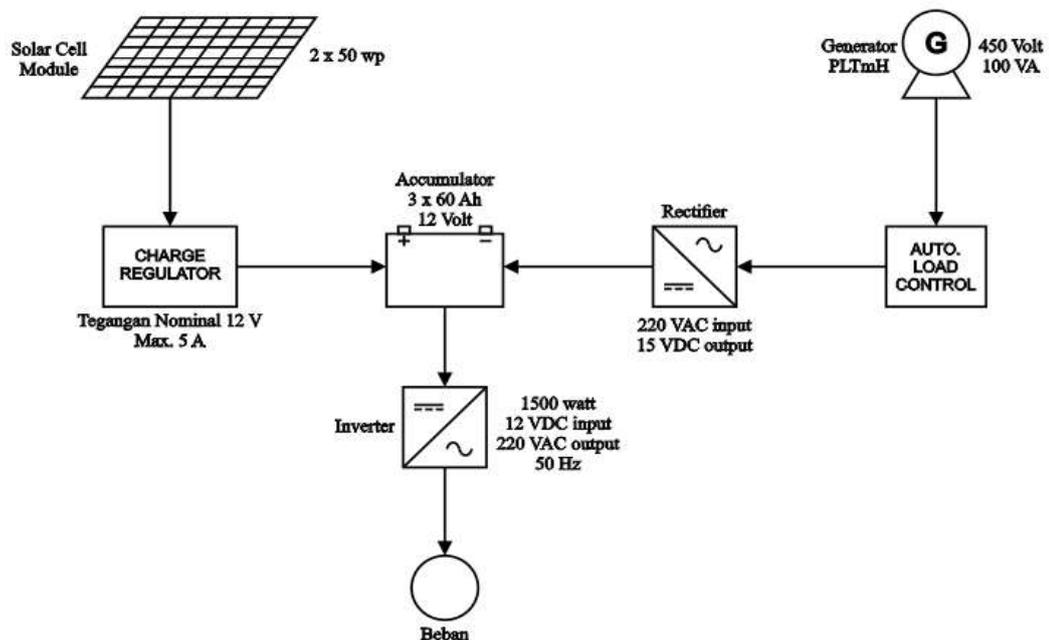
1. Melakukan studi literatur tentang PLT Hibrid, komponen pengecasan dan pemakaian baterai.

2. Melakukan perancangan serta membuat rangkaian pengisian dan pemakaian baterai.
3. Melakukan pengisian dan pemakaian baterai serta mengumpulkan data.
4. Melakukan pengolahan serta analisis data dan membandingkannya dengan standar IEEE.
5. Melakukan evaluasi hasil data penelitian serta proses pembuatan laporan.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Laboratorium Listrik Tenaga Gedung 2 Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia Bandung (FPTK UPI).

3.3 Skema Perancangan Rangkaian Pengisian dan Pemakaian Baterai pada PLT Hibrid



Gambar 3.2 Skema PLT Hibrid Berbasis Energi Air dan Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid yang akan dibangun di Laboratorium Listrik Tenaga FPTK UPI merupakan sebuah purwa-rupa (*prototype*) yang berbasiskan pada energi terbarukan berupa energi air dan surya. Energi air yang

ada berasal dari saluran air utama UPI dan dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk PLTmH. Sedangkan energi surya dimanfaatkan menjadi sumber energi untuk PLTS.

PLTmH ini memiliki generator dengan kemampuan pembangkitan daya sebesar 100VA dengan tegangan maksimal sebesar 450 volt. Keluaran generator akan disearahkan menggunakan rectifier agar dapat disimpan di dalam baterai. Sedangkan PLTS memiliki 2 modul sel surya dengan kapasitas 50Wp per modul. Keluaran modul sel surya ini akan masuk ke dalam regulator sebelum dilakukan penyimpanan daya ke dalam baterai. Setelah daya disimpan dalam baterai untuk pemakaiannya digunakan inverter agar di dapat tegangan dalam bentuk AC.

3.4 Objek Penelitian

3.4.1 Charge Regulator

Charge regulator yang digunakan pada PLTH ini adalah Phocos seri CA yang dirancang untuk kebutuhan panel surya berkapasitas kecil. Phocos sendiri memiliki spesifikasi sebagai berikut:



SPESIFIKASI PHOCOS SERI CA	
Tipe	CA 06
Tegangan nominal	12 V
Arus maksimal modul	5 A
Arus maksimal beban	6 A
Konsumsi sendiri	4 mA
Kompensasi temperatur	-4 mV/selK
Ukuran maksimal kabel	16 mm ²
Suhu lingkungan	-40 s.d. +50 °C
Dimensi	80 x 100 x 32 mm
Berat	182 g
Tipe proteksi	IP22

Gambar 3.3 Bentuk Fisik dan Spesifikasi Phocos CA 06

Regulator ini memiliki beberapa fungsi yaitu:

- Regulator mencegah baterai dari pengecasan berlebihan (*overcharged*) oleh panel surya dan pemakaian berlebih oleh beban.
- Regulator memiliki kemampuan adaptasi terhadap suhu lingkungan agar tercapai pengecasan baterai yang optimal.
- Regulator ditujukan untuk pemakaian tegangan sistem sebesar 12 volt.
- Regulator memiliki beberapa pengaman dan indikator.

Regulator ini mempunyai tiga lampu indikator yaitu indikator pengecasan, indikator status baterai dan indikator status beban. Berikut keterangan tiap indikator yang ada:

Tabel 3.1
Indikator Phocos CA 06

INDIKATOR	KETERANGAN	INDIKATOR	KETERANGAN
 LED hijau off	Panel surya tidak melakukan pengecasan	 LED berkedip	Baterai sangat lemah
 LED hijau on	Panel surya melakukan pengecasan	 LED off	Operasi berjalan normal
 LED off	Baterai OK	 LED on	Beban terputus akibat rendah tegangan
 LED on	Baterai lemah	 LED berkedip	<i>Overload/Short-circuit</i> pada beban

3.4.2 Rectifier

Pada PLTH ini memanfaatkan energi air sebagai salah satu penyuplai energi listrik. Diketahui bahwa arus yang dihasilkan pada PLTH adalah arus AC maka diperlukan penyearah agar didapat arus DC yang digunakan untuk melakukan pengecasan atau pengisian daya pada baterai. Rectifier ini dirancang

untuk memiliki kemampuan penyearah gelombang penuh yang dapat merubah tegangan 220 volt AC menjadi 15 volt DC dengan arus maksimal sebesar 5A.



Gambar 3.4 Rectifier pada PLTH

3.4.3 Baterai

Pada skripsi ini dibahas mengenai pengisian dan pemakaian baterai pada PLT Hibrid, yang pada kasus ini baterai yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5 Baterai pada PLTH

Baterai yang digunakan pada PLT hibrid ini merupakan baterai *lead-acid* basah berupa aki mobil GS Astra N50Z dengan tegangan sebesar 12 volt dan kapasitas sebesar 60Ah. Terdapat tiga buah baterai yang digunakan untuk menyimpan daya hasil pembangkitan PLTH. Tiga buah baterai ini dihubungkan secara paralel.

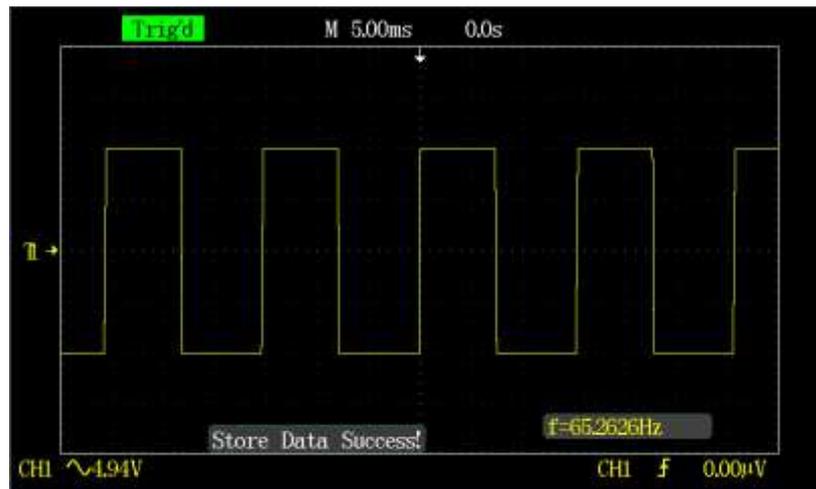
3.4.4 Inverter

Pada skripsi ini juga diukur nilai harmonisa keluaran dari inverter yang digunakan. Inverter yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.6 Inverter pada PLTH

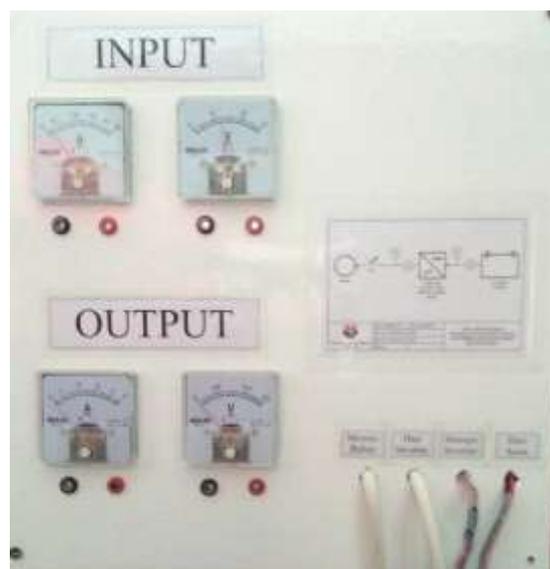
Pembangkit listrik tenaga hibrid ini menggunakan inverter agar didapat arus bolak balik dari daya yang telah disimpan di dalam baterai. Inverter yang digunakan memiliki kemampuan mengubah tegangan 12 volt DC menjadi 220 volt DC dengan kemampuan daya sebesar 1500 watt dan efisiensi sebesar 55% – 60%. Inverter ini menggunakan IGBT sebagai komponen pensaklaran. Gelombang yang dikeluarkan berupa gelombang kotak (*square wave*).



Gambar 3.7 Gelombang Keluaran Inverter

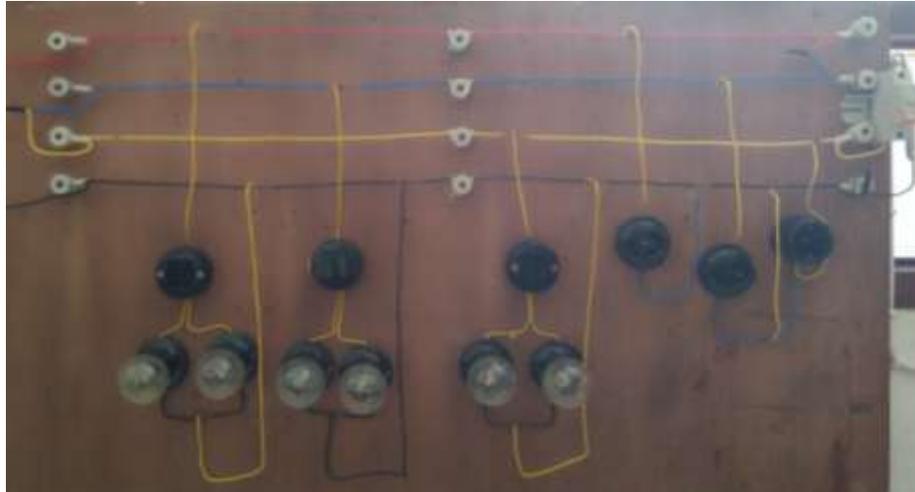
3.4.5 Beban

Pada sambungan antara baterai, inverter dan beban terlebih dahulu arus listrik masuk kedalam panel pembaca. Panel pembaca ini didalamnya terdapat amperemeter dan voltmeter baik yang berfungsi membaca nilai input inverter dari baterai maupun nilai output inverter yang menuju beban.



Gambar 3.8 Panel Pembaca Nilai Input dan Output pada Inverter

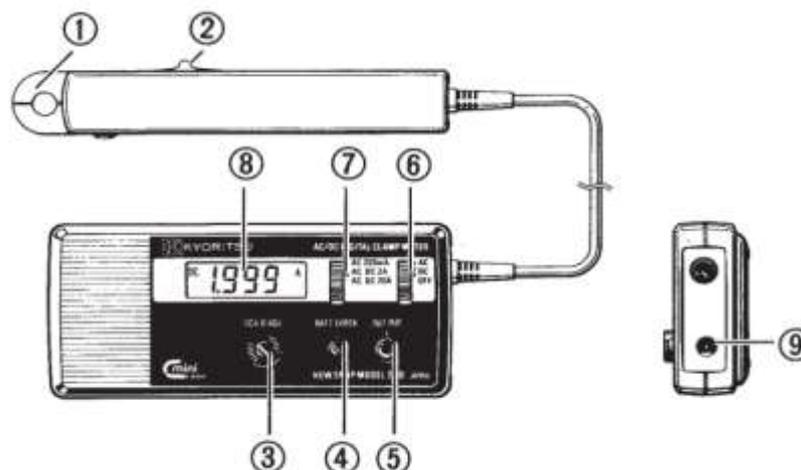
Pada panel beban PLT Hibrid dilengkapi dengan rangkaian beban berupa saklar dan beban berupa lampu pijar 6x100W.



Gambar 3.9 Panel Beban PLT Hibrid

3.5 Peralatan Pengukuran

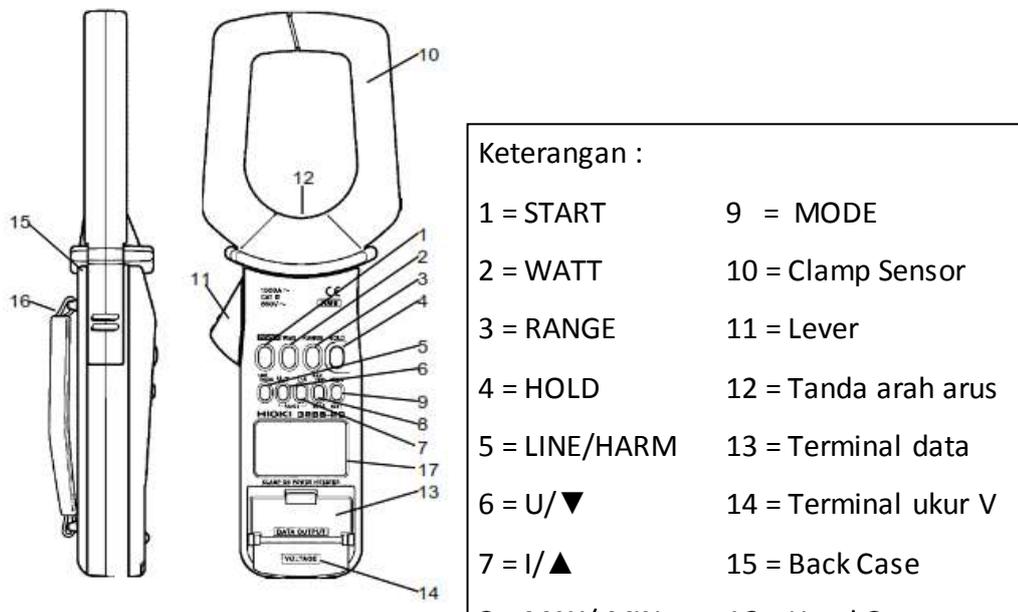
Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui beberapa nilai yang akan menjadi dasar untuk selanjutnya dilakukan analisa pada bab 4. Nilai tersebut diantaranya nilai tegangan (V), arus (I), daya nyata (P), serta frekuensi. Alat ukur yang digunakan pada pengukuran ini adalah Multimeter, AC/DC Digital Mini Clamp Meter (Kyoritsu Model 2010) dan Clamp On Power HiTester (Hioki 3286-20) karena alat ini mampu untuk mengukur semua nilai yang dibutuhkan yang kemudian akan dijadikan sebagai dasar untuk analisis pada bab 4.



Keterangan:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1 = Transformer Jaws | 6 = On/Off & AC/DC Selector Switch |
| 2 = Jaw Trigger | 7 = Range Selector Switch |
| 3 = DC Current Zero Adjust Knob | 8 = Digital LCD |
| 4 = Battery Check Switch | 9 = External Power Supply Input Jack |
| 5 = Output Terminal | |

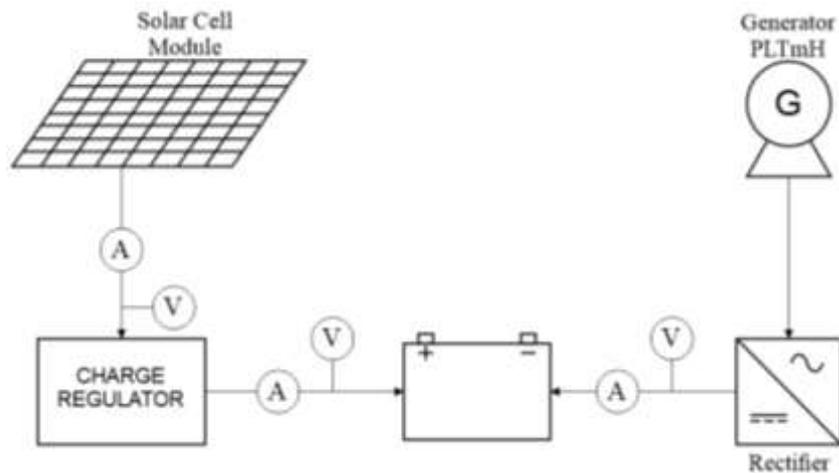
Gambar 3.10 AC/DC Digital Mini Clamp Meter (Kyoritsu Model 2010)



Gambar 3.11 Clamp On Power HiTester (Hioki 3286-20)

3.6 Prosedur Pengukuran

Data yang didapat dari hasil pengisian baterai berupa data tegangan (V) dan arus (A). Data tegangan dan arus diambil pada sisi input dan output pada *solar battery charge regulator* dan sisi output pada rectifier dari PLTmH. Data diperoleh dengan menggunakan voltmeter dan AC/DC Digital Mini Clamp Meter (Kyoritsu model 2010). Di bawah ini merupakan gambar rangkaian pengukuran pengisian baterai.



Gambar 3.12 Rangkaian Pengukuran Pengisian Baterai

Selanjutnya data yang didapat dari hasil pengukuran tegangan dan arus pada saat pengisian dimasukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.2
Hasil Pengukuran Pengisian Daya Baterai oleh PLTS

WAKTU	REGULATOR			
	V_{in} (V)	I_{in} (A)	V_{out} (V)	I_{out} (A)
08.00				
09.00				
10.00				
11.00				
12.00				
13.00				
14.00				
15.00				
16.00				

Tabel 3.3
Hasil Pengukuran Pengisian Daya Baterai oleh PLTmH

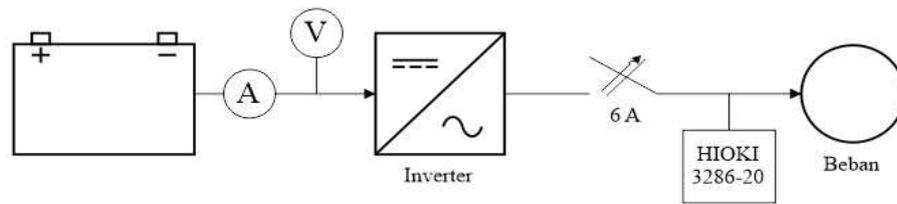
WAKTU	V_{in} (V)	I_{in} (A)
10.00		
10.30		
11.00		
11.30		

WAKTU	V_{in} (V)	I_{in} (A)
12.00		
12.30		
13.00		
13.30		
14.00		
14.30		
15.00		
15.30		

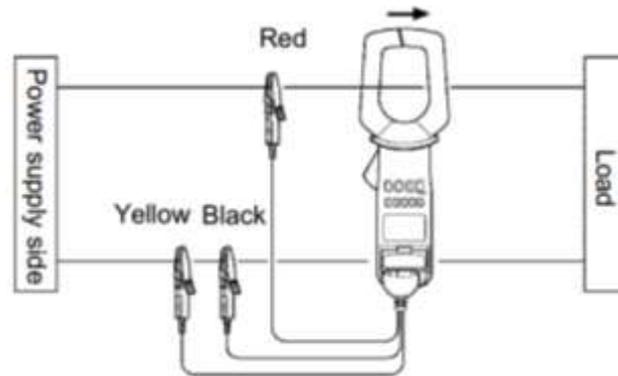
Tabel 3.4
Hasil Pengukuran Pengisian Daya Baterai oleh PLTS dan PLTmH

WAKTU	PLTS		PLTmH		I total
	V (V)	I (A)	V (V)	I (A)	
08.00					
09.00					
10.00					
11.00					
12.00					
13.00					
14.00					
15.00					
16.00					

Data yang didapat dari pengukuran pemakaian baterai adalah berupa data nilai tegangan (V), arus (A) pada sisi input inverter dan data nilai tegangan (V), arus (A), daya (W), dan frekuensinya (Hz) pada sisi output inverter. Pada penelitian ini pengukuran pemakaian baterai dilakukan menggunakan voltmeter, AC/DC Digital Mini Clamp Meter (Kyoritsu model 2010) dan Hioki 3286-20. Di bawah ini merupakan gambar rangkaian pengukuran pemakaian baterai dan rangkaian untuk melakukan pengukuran menggunakan Hioki 3286-20.



Gambar 3.13 Rangkaian Pengukuran Pemakaian Baterai



Gambar 3.14 Rangkaian Pengukuran Menggunakan Hioki 3286-20 pada Saluran Beban

Selanjutnya data yang didapat dari hasil pengukuran pemakaian baterai dicatat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.5
Hasil Pengukuran Pemakaian Daya Baterai

BEBAN	INVERTER					KET.
	V_{in} (V)	I_{in} (A)	V_{out} (V)	I_{out} (A)	P_{out} (W)	

Selain data pengukuran pemakaian baterai pada penelitian ini juga didapat data nilai harmonisa keluaran inverter. Data nilai harmonisa keluaran inverter tersebut dicatat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.6
Hasil Pengukuran Harmonisa Keluaran Inverter

Harmonisa ke-	Harmonisa Arus		Harmonisa Tegangan	
	Persentase (%)	I_h	Persentase (%)	V_h

Harmonisa ke-	Harmonisa Arus		Harmonisa Tegangan	
	Persentase (%)	I_h	Persentase (%)	V_h
1				
2				
...				
19				
20				

3.7 Teknik Analisis Data

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan PLTH sebagai alternatif tenaga listrik energi terbarukan dalam menyuplai kebutuhan listrik. Penelitian ini juga untuk mengetahui kemampuan PLTH dalam melakukan pengisian baterai. Juga evaluasi terhadap kemungkinan adanya perbedaan atau ketidaksesuaian keluaran inverter dengan aturan instalasi yang berlaku (PUIL). Untuk mengetahui kemampuan PLTH dalam melakukan pengisian daya maka diberikan persamaan sebagai berikut

$$D = \frac{n \times C}{I_{avg} \times t} \quad (3.1)$$

dimana,

D = lama pengisian (hari)

n = jumlah baterai

C = kapasitas baterai (Ah)

I_{avg} = arus rata-rata pengisian baterai (A)

t = lama pengisian (h)

Setelah data berhasil dikumpulkan, maka penulis akan melakukan analisis data yaitu dengan mengolah data dan membandingkannya dengan standar yang sudah ditetapkan. Hasil dari pengolahan data tersebut akan dijadikan sebagai bahan ajar serta menjadi referensi tugas akhir berikutnya. Langkah tersebut sesuai dengan apa yang sudah digambarkan pada diagram alir pada Gambar 3.1.

