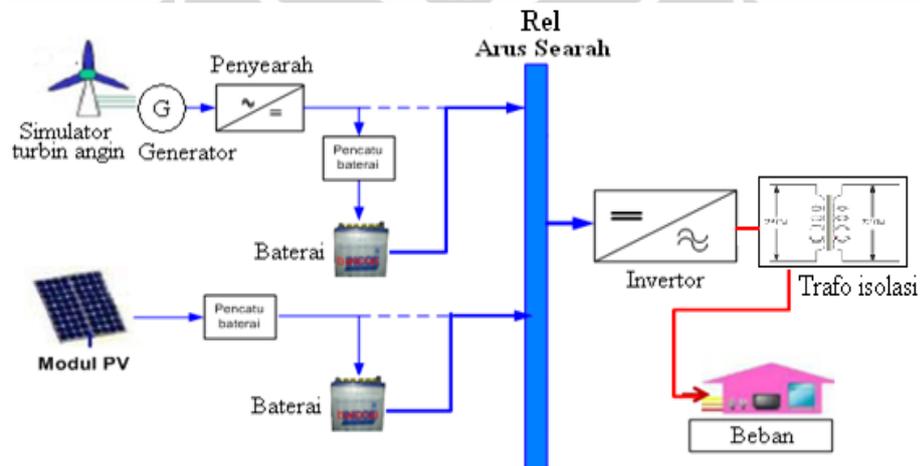


### BAB 3

## PERANCANGAN

# PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI TERBARUKAN DAN MODEL JARINGAN LISTRIK MIKRO ARUS SEARAH

Model jaringan listrik mikro arus searah dirancang menggunakan dua pembangkit energi terbarukan, yaitu PLTS dan PLTB bertegangan 12V dengan daya masing-masing 100W. Pada jaringan ini, masing-masing pembangkit menyimpan energinya ke baterai untuk dikirim ke jaringan listrik mikro arus searah. Beban yang akan dilayani adalah ABB, maka tegangan keluaran dari jaringan diubah menjadi tegangan ABB satu fasa menggunakan sebuah inverter dan sebuah transformator isolasi untuk mengamankan pengukuran (Gambar 3.1).



Gambar 3.1. Rancangan model jaringan listrik mikro arus searah

### 3.1. Perancangan PLTS

PLTS dirancang untuk memasok daya secara kontinyu sebesar 100 W selama 6 jam ke jaringan listrik arus searah bertegangan 12V. Hal ini dapat dicapai bila jumlah arus pengisian dari sel surya ke baterai sama besar dengan arus yang mengalir ke beban. Deskripsi ini dijadikan dasar untuk menentukan jumlah dan spesifikasi sel surya serta baterai.

PLTS terdiri dari panel sel surya, rangkaian pengisi baterai dan baterai (Gambar 3.1). Modul sel surya yang digunakan mempunyai efisiensi konversi sel PV berkisar 16 – 18% dan faktor isi sel sebesar 0,77 dengan spesifikasi teknis lainnya pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data spesifikasi sel surya

Daya Maksimum (P <sub>pp</sub> )	20Wp
Tegangan Maksimum (V <sub>pp</sub> )	18V
Tegangan Nominal (V <sub>nom</sub> )	12V
Tegangan Rangkaian Terbuka (V <sub>oc</sub> )	21,24V
Arus Maksimum (I <sub>pp</sub> )	1.11A
Arus Hubung singkat (I <sub>sc</sub> )	1.22A

Tegangan keluaran PLTS diinginkan sebesar 12 V, sehingga jumlah modul sel surya yang dihubungkan secara seri adalah:

$$\begin{aligned}
 J_s &= \frac{V_{INV}}{V_{MF}} & (2.2) \\
 &= 12/18 \\
 &= 0.689 = 1 \text{ modul}
 \end{aligned}$$

Tegangan nominal modul sel surya yang diperoleh dari persamaan (2.3) adalah:

$$V = 1 \times 18 = 18 \text{ V}$$

Besar arus yang dibutuhkan beban dalam 1 jam

$$I = (100\text{Wh} : 12 \text{ V}) \times 1,1 = 9,17 \text{ Ah}$$

Catatan : 1,1 digunakan karena efisiensi baterai mencapai 90 %

Apabila digunakan dalam 6 jam, maka perlu baterai dengan kapasitas :

$$I = 9,17 \times 6 = 55,02 \text{ Ah}$$

Jika menggunakan baterai dengan kapasitas 45Ah, maka jumlah baterai:

$$N = 55 \text{ Ah} / 45 \text{ Ah} = 2 \text{ buah}$$

Jadi arus pengisian yang diperlukan 2 buah baterai dengan kapasitas 45Ah sebesar:

$$2 \times 45\text{Ah} = 90\text{Ah}$$

Dari data diketahui arus puncak yang dihasilkan satu modul PV sebesar 1,11A per jam. Jika matahari bersinar selama 6 jam (08.00-14.00) per hari, maka arus pengisian baterai per hari per modul:

$$I = 1,11\text{A} \times 6 \text{ h} = 6,66\text{Ah}$$

Jadi jumlah modul yang dihubungkan paralel, dapat dihitung menggunakan persamaan (2.5):

$$= 90\text{Ah} / 6,66\text{A}$$

$$= 13,5 \text{ modul} \sim 14 \text{ modul PV}$$

Sehingga daya modul sel surya terpasang dihitung kembali menggunakan persamaan (2.6), sebesar:

$$P = 12V \times 1,11A \times 14 \text{ modul} = 186,5 \text{ W}$$

Jadi modul PV yang diperlukan sebanyak 14 buah yang dihubungkan secara paralel dengan kemampuan daya puncak masing-masing 20 Wp.

Dengan menggunakan baterai 12V, 45 Ah sebanyak 2 buah, maka didapat kemampuan energi baterai sebesar:

$$\begin{aligned} W &= I \times V \times t \\ &= 45Ah \times 2 \times 12V \times 1 \text{ jam} \\ &= 1080 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Jika digunakan untuk beban 100W, maka lama waktu pemakaian beban:

$$\begin{aligned} t &= W_{\text{baterai}} : P_{\text{beban}} \\ &= 1080 \text{ Wh} : 100 \text{ W} = 10,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi agar PLTS mampu mencatu 2 buah baterai berkapasitas 45Ah dalam waktu 6 jam per hari, guna memasok beban sebesar 100W dalam waktu 10,8 jam. maka diperlukan 14 modul PV dengan kapasitas daya 20W.

Rancangan di atas direalisasikan menggunakan sebuah baterai 12V, 45Ah dan modul sel surya 12V, 4 x 20W.

Jika PLTS memperoleh cahaya matahari selama 6 jam (08.00-14.00) per hari, dengan arus pengisian 1,11A per jam per modul, maka diperoleh arus pengisian total sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Arus pengisian baterai} &= I_{\text{rt}} \times t \text{ (waktu)} \times \text{jumlah modul} \\ &= 1,11A \times 6 \text{ h} \times 4 \text{ modul} \\ &= 26,64 \text{ Ah/day} \end{aligned}$$

$$\text{Lama Pengisian baterai} = 45 \text{ Ah} : 26,64 \text{ Ah} = 1,7 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$$

Maka baterai 12V akan terisi penuh sebesar 45Ah dalam waktu 2 hari.

Kemampuan nominal energi PLTS sebesar:

$$\begin{aligned} W_{\text{nom}} &= I \times V \times t \\ &= 45Ah \times 12V \times 1 \text{ jam} = 540 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Bila besar beban adalah 100W, maka lama waktu pemakaian PLTS adalah:

$$\begin{aligned} t &= W_{\text{baterai}} : P_{\text{beban}} \\ &= 540 \text{ Wh} : 100 \text{ W} = 5,4 \text{ h} \end{aligned}$$

Jadi dengan menggunakan modul sel surya 12V, 4 x 20W PLTS mampu mencatu sebuah baterai berkapasitas 45Ah dalam waktu 2 hari, guna memasok beban sebesar 100W dalam waktu 5,4 jam.

### 3.2. Perancangan PLTB

PLTB terdiri dari simulator angin, generator tiga fasa, penyearah terkendali tiga fasa, rangkaian pengisi baterai, dan baterai (Tabel 3.2).

Tabel 3.2. Komponen Simulator PLTB

No	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Motor DC	220V, 12A	1
2	Generator sinkron3 fasa	D: 127V, 6A Y: 220V, 3,5A Magn: 220V, 1,4A	1
3	Penyearah 3 fasa Gelombang penuh setengah terkendali	3 dioda dan 3 SCR 220V, 12A	1
4	Baterai	12V, 45Ah	1
5	Charger	12V, 5A	1
6	Beban resistif	100W	1

PLTB dirancang untuk menghasilkan arus pengisian baterai yang konstan (1A) dengan cara menjaga tegangan AS konstan 12V, sehingga lama waktu pengisian baterai PLTB:

$$t = 45\text{Ah}/1\text{A} = 45 \text{ jam} = 2 \text{ hari}$$

Kemampuan energi PLTB:

$$W = 45\text{Ah} \times 12\text{V} \times 1\text{jam} = 540\text{Wh}$$

Lama waktu pemakaian daya oleh beban 100W:

$$T = 540\text{Wh}/100\text{W} = 5,4 \text{ jam}$$

### 3.3. Perancangan Model Jaringan Listrik Mikro Arus Searah

Model Jaringan listrik mikro dirancang menggunakan rel arus searah dengan tegangan 12 V. Jaringan ini terdiri dari dua pembangkit energi terbarukan, PLTS dan PLTB (Gambar 3.1) yang masing-masing akan memasok daya sebesar 100W. Jaringan listrik mikro ini dirancang untuk melayani beban ABB satu fasa, oleh karena itu tegangan pada jaringan harus diubah menjadi tegangan ABB menggunakan inverter satu fasa. Tegangan ABB ini diamankan menggunakan

transformator yang mengisolasi atau memisahkan secara listrik antara tegangan yang dihasilkan inverter dengan beban. Komponen yang diperlukan jaringan listrik mikro arus searah tampak pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Komponen model jaringan listrik mikro arus searah

No	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	PLTS	12V; 100W	1
2	PLTB	12V; 100W	1
3	Inverter satu fasa	12V/220V, 1000W	1
4	Transformator isolasi satu fasa	220V/220V, 500W	1
5	Beban resistif	220V, 100W	2

**Keterangan Tabel 3.3 dan Tabel 4.1:**

1. Modul sel surya terdiri dari 4 buah sel surya 12V,20Wp yang dihubungkan secara paralel dan dengan kondisi baru.
2. Baterai PLTS spesifikasinya sama dengan baterai PLTB, yaitu baterai basah 12V, 45Ah merk GS dengan kondisi baru.
3. Inverter satu fasa yang digunakan merupakan inverter dengan daya terkecil yang ada di pasaran, yaitu 1000W, 12V/220V dengan kondisi baru
4. Transformator isolasi satu fasa yang digunakan mempunyai rasio satu dengan daya 500W dan dengan kondisi baru.
5. Beban resistif berupa 10 buah lampu pijar 20W/220V dengan kondisi baru.
6. Luxmeter digital memiliki skala pengukuran 0 - 100.000 Lux
7. Battery Tester mengecek kondisi baterai dengan 3 kriteria, yaitu: kondisi penuh (putih), normal (hijau), kurang (kuning).
8. Virtual Instrumentation (kondisi baru) merupakan alat ukur digital yang memerlukan bantuan Personal Computer (PC) untuk menampilkan 9 jenis hasil pengukuran., yaitu:  
3 buah Voltmeter, 3 buah Ampermeter, Wattmeter satu fasa, Wattmeter 3 fasa, cos p meter dan frekwensimeter.