

**IMPLEMENTASI PANEL SURYA YANG DITERAPKAN PADA DAERAH
TERPENCIL DI RUMAH TINGGAL DI DESA SIBUNTUON, KECAMATAN
HABINSARAN**

Agustinus Siahaan, Muhammad Mujahidin,ST.,MT, Deny Nusyirwan,ST.,M.Sc

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Maritim Raja Ali Haji

Jl.Politeknik Senggarang Tanjung Pinang Telp.(0771) 7400399 Fax. 7500000

E-mail: agustinus_siahaan@ymail.com

Abstrak

Perubahan sumber energi matahari dengan memanfaatkan panel surya menjadi sumber energi listrik pada rumah tinggal di daerah pedesaan yang belum mendapatkan pasokan energi listrik PLN dapat mengurangi polusi jika menggunakan generator dan biaya perawatan yang murah dalam aplikasinya. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil pengukuran dari panel surya serta baterai sebagai sumber listrik untuk pencahayaan pembebanan lampu LHE dan Neon. Sistem panel surya mencakup 1 panel surya 50 Wp, 1 inverter 500 Watt, 1 *charge controller*, 1 baterai 70 Ah, 3 lampu neon, dan 1 lampu LHE yang terpasang dalam rumah tinggal di desa sibuntuon. Dari penelitian yang dilakukan ini diperoleh hasil yaitu pada siang hari dari pukul 08:00 – 18:00 WIB nilai *output* panel surya ± 19.00 Volt dan Arus ± 1.40 A (fluktuasi nilai tegangan dan arus akan berubah berdasarkan waktu, cuaca dan lingkungan sekitar) sehingga daya yang dihasilkan rata – rata $\pm 19,01$ Watt, sedangkan efisiensi konversi yang terjadi pada panel surya adalah $\pm 10\%$ yang mempengaruhi intensitas matahari. Pada malam hari, sumber listrik berasal dari baterai dengan waktu pencahayaan hingga pukul 06:00 WIB. Dengan ini nilai pembebanan sebesar ± 12 Volt dan ± 0.54 A (lampu neon); ± 180 Volt dan ± 0.04 A (lampu LHE) dan nilai tersebut akan berfluktuasi secara terus menerus.

Kata kunci : Lampu neon, lampu LHE, baterai, arus, tegangan dan panel surya

I. PENDAHULUAN

Potensi energi cahaya matahari sebagai sumber energi terbarukan banyak tersedia di alam. Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut panel surya. Komponen ini mengkonversi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik.

Pemerataan jalur distribusi energi di Indonesia masih belum merata, terutama untuk daerah di luar Jawa-Bali. Keterbatasan sumber energi pembangkit listrik dan tingginya biaya investasi yang harus dikeluarkan untuk instalasi kelistrikan akibat penyebaran populasi penduduk yang tersebar merupakan faktor penyebab tidak meratanya pasokan energi ke daerah yang secara geografis sulit dijangkau.

Pengembangan sumber energi alternatif dengan memanfaatkan energi yang berasal dari alam, seperti matahari, angin, mikrohidro, geothermal dan biomassa merupakan salah satu solusi yang diterapkan untuk mengatasi kesenjangan dan pemerataan energi, terutama energi listrik di daerah terpencil.

Energi matahari sebagai sumber energi terbesar di muka Bumi masih jarang sekali dilirik untuk menghasilkan energi listrik. Pemenuhan kebutuhan energi listrik untuk masyarakat daerah terpencil dapat dilakukan melalui penerapan *stand alone photovoltaic System* (SAPS) yang bertumpu pada konversi

energi matahari menggunakan modul panel surya.

Di Desa Sibuntuon yang terletak di Kecamatan Habinsaran, Provinsi Sumatera Utara dengan jumlah masyarakat ± 431 jiwa masih belum mendapatkan pasokan energi listrik dari pemerintah dikarenakan pengaruh lokasi jalan yang kurang baik untuk dilalui kendaraan roda dua dan roda empat serta daerah tersebut terpencil dan jauh dari pusat pemerintah dan kota. Adapun pasokan listrik di desa tersebut selama ini memanfaatkan tenaga generator. Dalam pemakaian generator, masyarakat hanya menggunakannya pada saat malam hari dalam waktu 2 jam, dikarenakan generator tersebut boros bahan bakar, harganya relatif mahal dan ketersediaannya terbatas.

Oleh sebab itu pada penelitian ini, melihat kondisi permasalahan tidak terdapatnya pasokan energi listrik yang cukup, maka penulis merasa perlu diterapkannya panel surya yang difungsikan pada rumah tinggal desa Sibuntuon, Kecamatan Habinsaran. Penerapan panel surya ini dihubungkan ke beberapa lampu sebagai penerangan di rumah tinggal tersebut.

II. DASAR TEORI

2.1 Panel surya

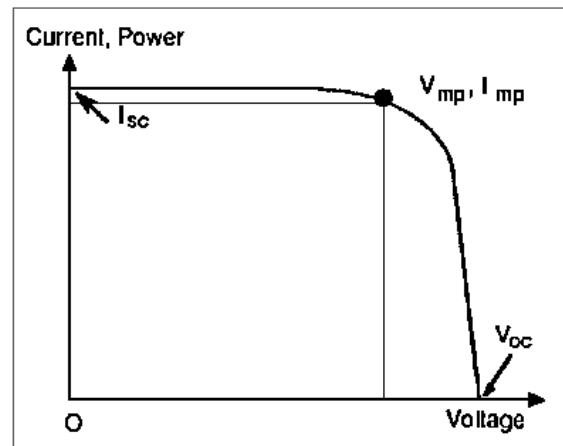
Panel surya merupakan pembangkit listrik yang mampu mengkonversi

penyinaran matahari yang diubah menjadi arus listrik. Energi matahari sesungguhnya merupakan sumber energi yang menjanjikan mengingat sifatnya *continue* serta jumlahnya yang besar dan melimpah ketersediannya. Matahari merupakan sumber energi yang diharapkan dapat mengatasi atau memecahkan permasalahan kebutuhan energi masa depan setelah berbagai sumber energi konvensional berkurang jumlahnya serta tidak ramah terhadap lingkungan. Panel surya juga memiliki kelebihan menjadi sumber energi yang praktis dan ramah lingkungan mengingat tidak membutuhkan transmisi seperti jaringan listrik konvensional, karena dapat dipasang secara modular di setiap lokasi yang membutuhkan.

Ketinggian tempat dari permukaan laut, suhu udara, kabut (berawan tebal), kadar polusi udara dan intensitas matahari adalah faktor – faktor yang banyak mempengaruhi nilai arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya (Rehiara, 2005). Panel surya yang diterapkan pada penelitian ini adalah dengan jenis Polikristal (50 Wp). Tipe jenis polikristal ini memiliki luas permukaan sel yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama (www.panelsurya.com).

Untuk mendapatkan nilai efisiensi yang terjadi pada Panel surya, perlu dilakukan pengukuran kurva V-I yang kemudian diperoleh parameter – parameter

lain seperti I_{sc} (arus hubung singkat), V_{oc} (tegangan tanpa beban), *fill factor* (FF), efisiensi (η), P_m . Karakteristik *output* dari Panel surya dapat dilihat dari kurva performansi, kurva V-I menunjukkan hubungan antara arus dan tegangan.



Gambar 2.1 Kurva karakteristik V-I
(sumber: www.panelsurya.com)

Gambar diatas menunjukkan tipikal kurva V-I. Tegangan pada sumbu horizontal, arus pada sumbu vertikal. Kebanyakan kurva V-I diberikan dalam *Test Condition* 1000 watt/m² (kondisi pada saat satu matahari puncak / *one peak sun hour*) dan suhu Panel surya 25 derajat Celcius.

Kurva V-I terdiri dari 3 hal yang penting :

1. Tegangan dan Arus Maksimum P_{max} (V_{mp} dan I_{mp})
2. Tegangan Tanpa Beban (V_{oc})
3. Arus Hubung Singkat (I_{sc})

- **Fill factor (FF)**

Persamaan *fill factor* ini menggunakan parameter tegangan rangkaian terbuka (V_{oc})

dari hasil pengukuran secara langsung pada panel surya pada karakteristik V-I suatu panel surya. Nilai *fill factor* ini biasanya sekitar 0,7 – 0,85. Semakin besar nilai FF suatu panel surya, maka kinerja panel surya tersebut semakin baik, dan akan memiliki efisiensi panel surya yang semakin tinggi. Perhitungan nilai FF dengan rumus sebagai berikut:

$$FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0.72)}{V_{oc} + 1}$$

Keterangan :

V_{oc} = Tegangan Rangkaian Terbuka (Volt)

Nilai 0,72 = merupakan konstanta untuk mendapatkan hasil yang akurat

- **Daya output**

Perhitungan daya *output* dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{out} = V_{oc} \times FF \times I_{sc}$$

Keterangan :

V_{oc} = Tegangan Rangkaian Terbuka (Volt)

I_{sc} = Arus Rangkaian Terbuka (Ampere)

FF = *Fill factor*

- **Efisiensi panel surya**

Efisiensi panel surya adalah perbandingan dari daya *output* panel surya dengan daya intensitas matahari (*irradiance* matahari). Perhitungan efisiensi panel surya dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{G \times A} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Daya yang di peroleh dari hasil kali V_{oc} , I_{sc} , dan FF (watt)

G = Intensitas Matahari (watt/m²)

A = Luas Penampang panel surya (m²)

2.2 Baterai

Baterai adalah suatu alat *electrochemical* yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai yang dihasilkan sebagai penyimpanan energi listrik. Baterai yang digunakan dalam penelitian ini berkapasitas 70 Ah tipe *lead acid* (baterai kering). Baterai kering terdiri dari sel – sel dimana tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V, artinya baterai kering ini memiliki tegangan 12 V yang terdiri dari 6 sel yang dipasang secara seri (12 V = 6 x 2 V) sedangkan baterai kering yang memiliki tegangan 6 V memiliki 3 sel yang dipasang secara seri (6 V = 3 x 2 V) (adityawan, 2008).

Baterai yang menerima arus adalah baterai yang sedang dicas atau diisi dengan cara dialirkan listrik DC (dari sumber panel surya). Tegangan yang dialiri listrik biasanya sama dengan tegangan total yang dimiliki baterai, artinya baterai 12 V dialiri tegangan 12 Vdc, baterai 6 V dialiri tegangan 6 Vdc, dan dua baterai 12 V yang dihubungkan secara seri dialiri tegangan 24 Vdc (baterai yang dihubungkan seri total tegangannya adalah jumlah masing –masing tegangan baterai : Voltase 1 + Voltase 2 = Voltasetotal). Kapasitas baterai adalah jumlah *ampere hour* (Ah = kuat arus (A) x waktu (h)), artinya baterai dapat memberikan arus

sebesar 70 A dalam waktu 1 jam dan dapat memberikan daya rata-rata sebesar 840 W ($W = V \times I = V \times A = 12 \text{ V} \times 70 \text{ A}$).

2.3 Battery Charge Control Unit

Battery charge control unit adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian, karena baterai dalam kondisi “full”) dan kelebihan tegangan dari panel surya. Fungsi dari *Battery charge control unit* adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus dan tegangan pada proses pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*
2. Mengatur arus yang diambil dari baterai, agar baterai tidak *full discharge*
3. Mengatur arus lampu jika terjadinya korsleting atau arus hubung singkat dan kesalahan dalam pemasangan pada panel surya, baterai dan beban lampu

2.4 Inverter

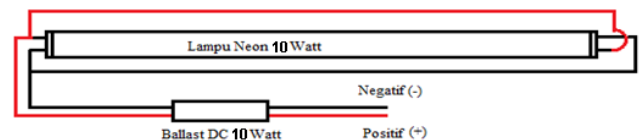
Inverter merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak – balik (AC). Inverter mengkonversi arus searah (DC) dari perangkat seperti baterai dan panel surya menjadi AC. Inverter yang digunakan dalam penelitian ini berkapasitas 500 W/220 Vac.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan inverter:

- Pemilihan inverter haruslah disesuaikan dengan kapasitas beban yang digunakan agar kinerja inverter maksimal. Misalnya: beban yang digunakan komputer dan televisi yang bernilai 300 W, maka inverter yang digunakan adalah 300 W ke atas

2.5 Lampu LHE dan Lampu Neon

Lampu neon ini sudah sangat luas penggunaannya untuk penerangan rumah tinggal. Lampu neon yang digunakan dari proses adaptasi sumber DC (baterai 12 V), sehingga dibutuhkan rangkaian inverter yang mengubah arus dan tegangan DC menjadi AC atau *outputnya* AC 220 V menggunakan sistem *switching* dan step – up transformer yang terhubung pada lampu neon 10 W. Tegangan input untuk rangkaian inverter ini adalah tegangan DC 12 V yang di ambil dari suatu baterai, panel surya atau tegangan DC yang lain. Berikut rangkaian lampu neon:



Gambar 2.2 Rangkaian lampu neon 10 Watt

(sumber: www.krisnamandiri.com)

III. Metodologi Penelitian

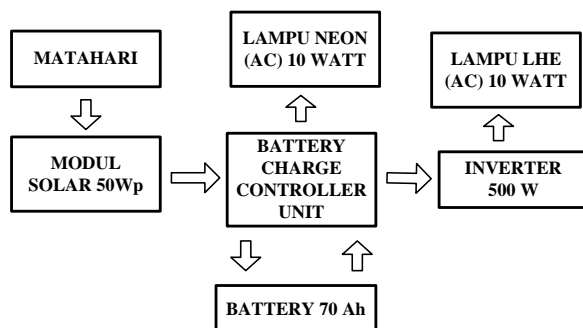
3.1 Lokasi dan objek penelitian

Penelitian dilakukan pada sebuah rumah tinggal di Desa Sibuntuon, Kecamatan Habinsaran, Sumatera Utara. Fokus penelitian adalah implementasi energi terbarukan (*renewable energy*) berupa tenaga matahari pada rumah yang tidak terhubung ke *grid*.

3.2 Perancangan Pengukuran dan Data Yang Diperlukan

- Data tegangan (V) *output* dari panel surya yang berkisar antara 0 – 20 Vdc
- Data arus (I) *output* dari panel surya yang berkisar antara 0 – 3 A
- Data *Fill Factor* (FF) dari panel surya
- Data daya (P) *output* dari panel surya
- Data tegangan (V) dari lampu Neon dan lampu LHE
- Data arus (I) dari lampu Neon dan lampu LHE
- Data tegangan (V) *output* dari baterai ketika dihubungkan dengan pembebanan.

3.3 Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Diagram blok sistem secara umum

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Panel surya

Panel surya merupakan sistem modular yang mampu menyediakan sumber energi listrik dari proses konversi energi matahari atau dapat disimpan terdiri dari : panel surya, BCU, Inverter DC/AC, Baterai DC, Lampu. Kondisi lingkungan yang berfluktuasi menyebabkan unjuk kerja panel surya yang tidak optimum, karena terjadi fluktuasi arus keluaran panel surya yang diamati dari pengukuran berbeda. Proses pengukuran tegangan dan arus dari panel surya dilakukan dari tanggal 16 februari 2012 – 16 maret 2012.

Berikut data – data yang diperlukan dalam proses analisis data panel surya:

1. Data pengukuran arus dari *output* Panel surya (I_{out} / I_{sc})
2. Data pengukuran tegangan dari *output* Panel surya (V_{out} / V_{oc})
3. Data perhitungan *fill factor* dari Panel surya (FF)
4. Data perhitungan daya dari *output* Panel surya (P_{out})
5. Data eksternal intensitas cahaya matahari dan luas panel surya

Hasil dari pengukuran *output* tegangan dan arus rata – rata yang menghasilkan daya keluaran rata – rata yang juga dipengaruhi oleh *fill factor* menunjukkan bahwa nilai rata – rata yang

mengalami proses peningkatan daya pada kisaran 19,81 W – 22.24 dari pukul 08.00 – 12.00 dan penurunan nilai daya pada kisaran 17.56 W – 9.72 W dari pukul 13.00 – 16.00 seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Data intensitas matahari ini digunakan sebagai perbandingan dan mempengaruhi kinerja daya yang dihasilkan panel surya yang berupa perhitungan nilai efisiensi pada panel surya yang di pengaruhi juga dengan luas area panel surya itu sendiri. Berikut data intensitas yang diperoleh dari data NASA, antara lain:

Rata – Rata Intensitas Matahari Perbulan Pada Kondisi Tengah Hari		
Latitude 2.03 & Longitude 98	Februari	Maret
22-year Average	0.68 kW/m ²	0.66 kW/m ²

Tabel 4.1 Rata – Rata Intensitas Matahari

Sumber: (<http://eosweb.larc.nasa.gov>)

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Radiasi Panel Surya} &= \text{Intensitas Matahari} \\
 &(\text{bulan februari}) \times \text{Luas Area Modul} \\
 &= 0.68 \text{ kW/m}^2 \times (0.64 \text{ m} \times 0.68 \text{ m}) \\
 &(\text{www.solarpanel.co.id}) \\
 &= 0.68 \text{ kW/m}^2 \times 0.44 \text{ m}^2 \\
 &= 299.2 \text{ Watt} \times 15 \% (\text{efisiensi panel surya}) \\
 &= 44.88 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

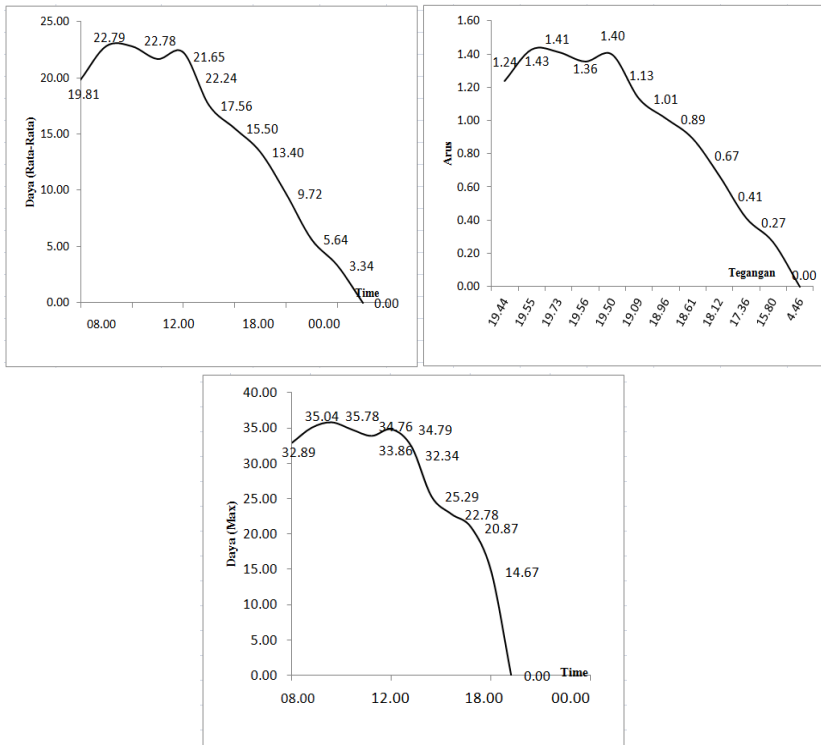
$$\begin{aligned}
 \text{Daya Radiasi Panel Surya} &= \text{Intensitas Matahari} \\
 &(\text{bulan maret}) \times \text{Luas Area Modul} \\
 &= 0.66 \text{ kW/m}^2 \times (0.64 \text{ m} \times 0.68 \text{ m}) \\
 &(\text{www.solarpanel.co.id}) \\
 &= 0.66 \text{ kW/m}^2 \times 0.44 \text{ m}^2 \\
 &= 290.4 \text{ Watt} \times 15 \% (\text{efisiensi panel surya}) \\
 &= 43.56 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

* **NB** : Nilai efisiensi (15%) ini merupakan nilai efisiensi dari sel surya itu sendiri dimana mempengaruhi dari kinerja panel surya ketika terhubung langsung dengan intensitas matahari seperti yang dijelaskan di BAB II.

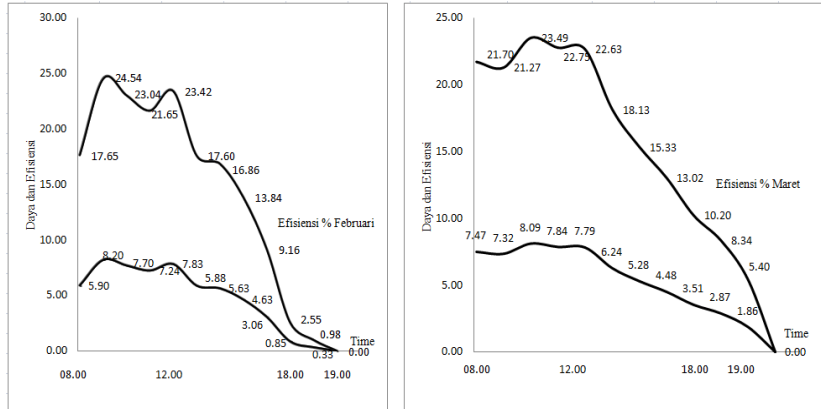
Berikut adalah nilai rata – rata, nilai maksimum, dan efisiensi panel surya setelah dilakukan perhitungan dengan persamaan yang ada dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Time	Panel surya											
	Rata-Rata				Nilai Maksimum				Efisiensi Daya (Februari)		Efisiensi Daya (Maret)	
	Tegangan	Arus	FF	Daya	Tegangan	Arus	FF	Daya	Average	η (%)	Average	η (%)
08:00	19.44	1.24	0.80	19.81	21.20	2.02	0.82	32.89	17.65	5.90	21.70	7.47
09:00	19.55	1.43	0.81	22.79	20.15	2.18	0.81	35.04	24.54	8.20	21.27	7.32
10:00	19.73	1.41	0.81	22.78	22.07	2.16	0.83	35.78	23.04	7.70	23.49	8.09
11:00	19.56	1.36	0.81	21.65	20.12	2.16	0.81	34.76	21.65	7.24	22.75	7.84
12:00	19.50	1.40	0.81	22.24	20.11	2.10	0.81	33.86	23.42	7.83	22.63	7.79
13:00	19.09	1.13	0.80	17.56	20.08	2.15	0.81	34.79	17.60	5.88	18.13	6.24
14:00	18.96	1.01	0.80	15.50	21.01	1.88	0.82	32.34	16.86	5.63	15.33	5.28
15:00	18.61	0.89	0.80	13.40	20.00	1.84	0.81	25.29	13.84	4.63	13.02	4.48
16:00	18.12	0.67	0.79	9.72	19.86	1.47	0.81	22.78	9.16	3.06	10.20	3.51
17:00	17.36	0.41	0.78	5.64	18.83	1.43	0.80	20.87	2.55	0.85	8.34	2.87
18:00	15.80	0.27	0.76	3.34	17.65	1.08	0.79	14.67	0.98	0.33	5.40	1.86
19:00	4.46	0.00	0.23	0.00	6.08	0.00	0.44	0.00	0	0	0	0

Tabel 4.1 Data nilai rata – rata, nilai maksimum dan efisiensi panel surya



Grafik 4.1 Rata – rata dan nilai maks daya panel surya terhadap waktu serta tegangan terhadap arus



Grafik 4.2 Nilai rata - rata daya dan efisiensi panel surya february dan maret

4.2 Lampu Neon

Analisis terhadap lampu didasarkan oleh data – data yang dibutuhkan untuk memperoleh nilai rata – rata, standard deviasi dan varians lampu AC 10 W :

- Data Arus pada pembebanan lampu

- Data Tegangan pada pembebanan lampu
- Data Daya pada pembebanan lampu

Time	Lampu Neon dengan Ballast DC					
	Tegangan	Arus	Daya	Tegangan	Arus	Daya
	Rata-Rata			Standard Deviasi		
08:00	12.34	0.54	6.71	0.32	0.01	0.18
09:00	12.38	0.54	6.72	0.28	0.01	0.15
10:00	12.42	0.55	6.77	0.24	0.01	0.13
11:00	12.43	0.55	6.78	0.22	0.01	0.10
12:00	12.49	0.55	6.81	0.22	0.01	0.17
13:00	12.50	0.54	6.80	0.20	0.01	0.13
14:00	12.47	0.54	6.79	0.19	0.01	0.13
15:00	12.48	0.54	6.79	0.20	0.01	0.13
16:00	12.43	0.54	6.75	0.19	0.01	0.09
17:00	12.41	0.54	6.75	0.21	0.01	0.11
18:00	12.42	0.54	6.76	0.26	0.01	0.12
19:00	12.40	0.54	6.73	0.26	0.01	0.12

Tabel 4.2 Data rata – rata, varians dan standard deviasi lampu neon

Dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa tegangan *output* dari beban lampu yang terhubung dari BCU (*Battery Charge Controller Unit*) dengan sumber yang berasal dari baterai 12 V, dimana menghasilkan tegangan dan arus yang signifikan sehingga jika pemakaian baterai yang terhubung dengan beban tidak dilakukan proses charge akan habis kapasitas baterai tersebut.

Dalam hal ini tegangan yang terukur pada baterai lebih dari 12 V karena kondisi baterai baru dengan kapasitas 70 Ah dimana melayani beban hanya 4 buah lampu dengan kapasitas masing – masing 10 W, tegangan rata - rata baterai yang dihasilkan $12.34 \leq V \leq 12.50$. Tegangan baterai yang menunjukkan lebih dari 12 V karena pada baterai terjadi pengisian di pagi – siang hari, maka daya *output* rata - rata yang di hasilkan

dari hasil pengukuran tegangan dan arus relatif berubah – ubah dengan nilai < 10 W, sehingga dapat disimpulkan dengan daya yang kecil dapat menghasilkan cahaya yang kurang maksimal, karena semakin besar daya keluaran sebuah lampu maka cahaya yang keluar maksimal, daya yang dihasilkan antara $6.71 \leq P \leq 6.81$ Watt.

4.3 Lampu LHE

Analisis beban lampu LHE 10 W dengan sumber AC (Inverter) sebagai pengubah dari sumber utama baterai kapasitas 70 Ah (DC 12 V) menjadi sumber AC 220 V didasarkan oleh:

- Data nilai rata-rata tegangan, arus dan daya lampu
- Data nilai standard deviasi

Time	Lampu LHE 10 W					
	Tegangan	Arus	Daya	Tegangan	Arus	Daya
	Rata-Rata			Standard Deviasi		
08:00	164.09	0.04	6.62	2.78	0.00	0.31
09:00	165.12	0.04	6.66	2.19	0.00	0.41
10:00	166.20	0.04	6.66	8.69	0.00	0.80
11:00	164.80	0.04	6.54	1.00	0.00	0.53
12:00	165.60	0.04	6.62	4.00	0.00	0.47
13:00	167.20	0.04	6.77	10.15	0.00	0.97
14:00	166.10	0.04	6.48	8.01	0.00	0.74
15:00	164.74	0.04	6.48	0.62	0.00	0.42
16:00	164.94	0.04	6.60	1.13	0.00	0.44
17:00	165.77	0.04	6.69	4.11	0.00	0.66
18:00	165.46	0.04	6.62	3.97	0.00	0.16
19:00	166.60	0.04	6.79	10.01	0.00	0.84

Tabel 4.3 Data rata – rata tegangan, arus, dan daya lampu LHE

Dari tabel diatas, menunjukkan rata-rata hasil pengukuran tegangan dan arus serta hasil kali tegangan dan arus untuk mendapatkan nilai daya. Nilai tegangan yang

terukur menunjukkan ketidakstabilan inverter yang bekerja yaitu sebesar ± 160 V tetapi arus yang diperoleh mengalami kestabilan sebesar 0.04 A. Oleh karena itu daya yang dihasilkan berbeda – beda, karena pengaruh kinerja inverter yang kurang maksimal sehingga tegangan yang dihasilkan tidak bisa mendekati dan melewati nilai 220 volt dan mempengaruhi kualitas intensitas cahaya lampu yang kurang baik. Sehingga daya yang diperoleh untuk lampu LHE dengan nilai ($6.48 \leq P \leq 6.79$).

Faktor – faktor yang mempengaruhi tegangan yang terukur tidak mendekati nilai 220 Volt adalah sebagai berikut:

- Komponen yang terdapat di inverter terbuat dari bahan yang efisiensinya besar atau nilai – nilai komponen yang tidak sesuai dengan rangkaian inverter yang dirancang sehingga dalam proses mengubah arus DC menjadi AC tegangan inverter kecil dan tidak seimbang
- Ada permasalahan pada Trafo Step Up yang tidak sesuai nilainya dengan rangkaian inverter sehingga mengalami drop tegangan
- Penghantar yang ada tidak maksimal dalam proses kerjanya

Nilai standard deviasi pada tegangan menunjukkan terjadinya fluktuasi nilai dari hasil kuadrat nilai varians dikarenakan tegangan yang terukur tidak stabil yang

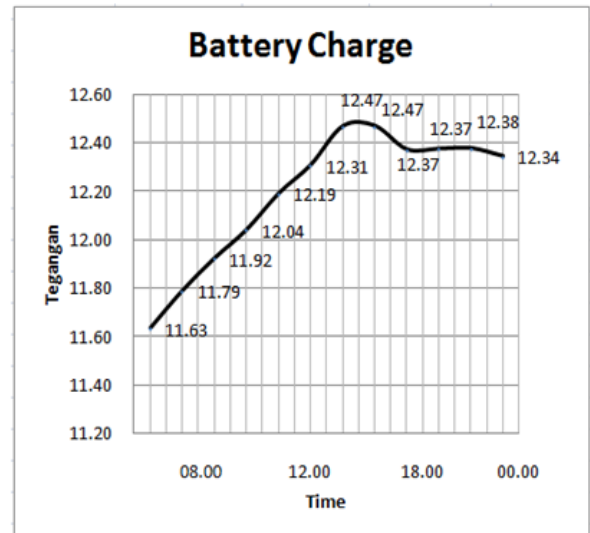
berubah – ubah sehingga dalam tiap jam pengukuran ada fluktuasi atau jarak yang berbeda dari 0.62 – 10.15 sedangkan pada arus tidak terjadi fluktuasi dikarenakan arus yang terukur stabil. Maka daya yang dihasilkan pun adanya fluktuasi karena dipengaruhi oleh nilai tegangan, nilai fluktuasi yang terjadi adalah 0.97 – 0.16 terlihat pada tabel 4.3.

4.4 Baterai

Analisis terhadap komponen baterai untuk menyimpan energi sangat penting dalam melakukan aplikasi panel surya. Sistem penyimpanan energy listrik (*storage system*) yang dihasilkan panel surya menggunakan *lead acid battery* yang mempunyai tegangan 12 V. Data tegangan pada baterai diambil hanya pada saat kondisi *charging*.

Time	Baterai
	Rata – Rata Kondisi <i>Charge</i>
08.00	11.63
09.00	11.79
10.00	11.92
11.00	12.04
12.00	12.19
13.00	12.23
14.00	12.34
15.00	12.29
16.00	12.31
17.00	12.24
18.00	12.20
19.00	12.16

Tabel 4.4 Rata-rata kondisi baterai *charged*



Grafik 4.3 Rata-rata tegangan baterai *charged*

Pada proses pengisian terjadi ketidakstabilan pada tegangan yang terukur karena terjadinya pengisian tetapi terhubung ke beban lampu di saat pagi hingga sore hari dengan rata – rata pengisian baterai $11.63 \leq V \leq 12.34$ terlihat pada grafik 4.7.

Pada malam hari tidak dilakukan pengukuran karena tegangan baterai yang terukur pasti mengalami penurunan nilai tegangan karena terhubung ke lampu dibawah 12 V dan telah dilakukan juga pengukuran di saat pagi – siang hari.

Naiknya nilai tegangan pada baterai dapat terjadi melalui beberapa hal, yaitu:

- Kondisi baterai yang masih baru, sehingga tegangan di pagi hari meningkat diatas 12 V pada proses *charged*
- Kondisi baterai yang dalam keadaan *fullcharged* walaupun adanya pemakaian beban lampu berdaya 10

W (lampu AC neon) pada saat malam hari

Berdasarkan tabel diatas data yang diperoleh dari data tiap hari/jam selama 1 bulan yang di ambil nilai tegangannya pada saat kondisi *fullcharge* dengan nilai di atas 12 volt dan di rata – ratakan dalam tiap jam seperti cara perhitungan rata – rata yang sebelumnya. Begitu juga data kondisi baterai pada saat membutuhkan pengisian baterai karena tegangan pada baterai yang mengalami penurunan sehingga dibutuhkan proses pengisian dengan nilai tegangan di bawah 12 volt.

Berikut perhitungan daya baterai pada saat proses *charge* dan *discharge*, antara lain:

$$P_{\text{Baterai}} = 70 \text{ AH (Data Sheet Baterai)} \times 12 \text{ Volt}$$

$$= 840 \text{ Wh}$$

$$P_{\text{Beban discharge}} = 7 \text{ Watt (Lampu)} \times 12 \text{ Jam (Proses Discharge)}$$

$$= 48 \text{ Wh}$$

$$P_{\text{Beban charge}} = 14 \text{ Watt (2 Lampu)} \times 12 \text{ Jam (Proses charge)}$$

$$= 168 \text{ Wh}$$

$$P_{\text{Beban charge}} = 14 \text{ Watt (2 Lampu)} \times 12 \text{ Jam (Proses charge)}$$

$$= 168 \text{ Wh}$$

$$P_{\text{Baterai}} = P_{\text{Baterai}} \times P_{\text{Beban discharge}} \times P_{\text{Beban charge}}$$

$$= 840 \text{ Wh} - 48 \text{ Wh} - 168 \text{ Wh}$$

$$= 624 \text{ Wh}$$

Kesimpulan dari perhitungan diatas maka baterai tidak mengalami kerugian (losses) dalam melayani beban lampu 10 W selama 12 jam proses *discharge* dan pengujian beban lampu 10 W (2 buah) selama 12 jam proses *charge*. Maka untuk mencapai daya baterai sebesar 840 Wh tidak perlu melakukan proses *charge* selama 12 jam tetapi cukup 4 hingga 6 jam baterai disesuaikan dengan kondisi penyinaran matahari yang terjadi pada panel surya dan keadaan daya baterai normal (840 Watt).

V. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konversi energi matahari ke energi listrik dengan menggunakan panel surya pada baterai sangat baik pada kondisi siang hari dengan kondisi cuaca panas maupun hujan, yaitu berada pada kisaran jam 10:00 pagi sampai dengan jam 15:00 sore dalam hal ini tegangan (nilai *max* 22.07 Volt) dan arus (nilai *max* 2.18 Ampere) yang didapat dari *output* panel surya sangat baik sehingga nilai *fill factor* dan daya yang dihasilkan untuk proses *charge* pada baterai memiliki nilai yang konstan dengan nilai rata – rata 0.80. Sehingga tidak

memerlukan waktu yang lama pada saat proses *charge* ke baterai.

2. Penggunaan lampu LHE sumber inverter dan Neon sumber baterai dengan daya masing – masing 10 Watt pada penerangan rumah tinggal dapat bekerja secara optimal selama 12 jam pengukuran di pagi – sore hari dan 6 jam malam hari dengan penurunan kualitas pencahayaan yang kecil, dan mengkonsumsi daya listrik yang sedikit dari baterai. Sehingga baterai tidak pernah mengalami *low voltage* setelah proses *discharge* terjadi.
3. Pada proses instalasi secara keseluruhan dilakukan secara baik dan tanpa ada *troubleshooting*

5.2 Saran

1. Mengubah panel surya dengan dimensi yang lebih besar (≥ 50 Watt *Peak*) dan mengubah sistem kemiringan panel surya mengikuti pergerakan matahari (*solar tracking*), karena sudut masuk matahari yang baik adalah tegak lurus terhadap permukaan panel agar mendapatkan energi listrik yang maksimal.
2. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya dilakukan perbandingan efisiensi perawatan, harga, dan kemampuan kinerja panel surya dan baterai yang mensuplai beban lampu

selama proses penerangan pada rumah tinggal antara lampu AC sumber DC energi terbarukan dengan lampu AC sumber AC energi konvensional.

3. Mengubah sistem control pada saat proses penerangan dengan menerapkan saklar waktu (*timer connection*) dan sensor berdasarkan cahaya (*light detector resistance*).

VI. Daftar Pustaka

- Supriyanto, Dadan Hamdani, (2011). *design and development solar home system (SHS) for electrification in east Kalimantan. Jurnal Mulawarman Scientifie*, Volume 10, Nomor 1, April 2011
- Dadan Hamdani, Sudrajat, Daniel T,M. Thamrin. pengujian *stand alone photovoltaic system (SAPS)* untuk aplikasi kelistrikan daerah terpencil. *Jurnal FMIPA Univ Mulawarman*.
- Vony Yumanda, Satwiko Sidopekso, (2010). pengaruh penggunaan cermin datar dalam ruangan tertutup pada sel surya silikon. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. **6**, no.1, hlm. 1-4.
- Danny Santoso Mintorogo, (2000). strategi aplikasi sel surya (*photovoltaic cells*) pada perumahan dan bangunan komersial. *Dimensi Teknik Arsitektur*, vol. **28**, no. 2, hlm. 129 – 146.
- Wahyu Purnomo, (2010). pengisi baterai otomatis dengan menggunakan solar cell, hlm.1 – 6.
- Theerawut Jinayim, Somchai Arunrungrasmi, Tanes Tanitteerapan, dan Narong Mungkung, (2007). Highly efficient low power consumption tracking solar cells for white LED – based lighting system, *International Journal of Electrical, Computer, and System Engineering*, hlm. 132 – 137.
- Surojo, Mochamad Ashari, dan Mauridhi Hery Purnomo., 2010, desain dan simulasi maximum power point tracking (mppt) sel surya menggunakan fuzzy logic control untuk kontrol boost converter. *Proceeding Seminar Basic Science National 2010*, 63 – 69. 20 Februari, Malang.
- Satwiko Sidopekso, Anita Eka Febtiwiyanti, (2010). Studi peningkatan output modul surya dengan menggunakan reflector, vol **12**, no 3, hlm 101 – 104.
- Linden, D. dan Reddy, T., B., 2001.*Handbook Of Batteries*. New York. McGraw – Hill, Two Penn Plaza. United Nations Environment Programme. 2005. Jenis – jenis Pencahayaan: lampu neon. hlm. 7 – 9. *Best Practice Manual – Lighting*. India. Biro Efesinsi Energi. Kementrian Ketenagaan.