

IMPLEMENTASI PANEL SURYA PADA LAMPU LALU LINTAS YANG DITERAPKAN DI SIMPANG LEGENDA MALAKA BATAM

Firman Agung Darma Kesuma, Moh.Mujahidin.,ST,MT
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl.Politeknik Senggarang, Kepulauan Riau
Firmanagung90@yahoo.com, mujahidin_moh@yahoo.com

ABSTRAK

Sekarang ini penggunaan lampu lalu lintas di Indonesia masih menggunakan tegangan AC yang berasal dari PLN sedangkan PLN masih menggunakan bahan bakar minyak bumi, gas alam, batu bara, energi hidro, panas bumi dan diesel. Dapat kita ketahui bahwa minyak bumi, gas alam, batu bara adalah sumber energi yang semakin menipis dan mahal. Dilain pihak, PLN sebagai penyedia sumber energi listrik di Indonesia masih banyak mengalami kesulitan dalam menyediakan listrik baru karena beberapa hal diantaranya pembangkit-pembangkit yang kekurangan bahan bakar sehingga menyebabkan sering adanya pemadaman bergilir dan untuk penyeberangan jalan umum masih kurang diperhatikan. Faktor yang mendorong dalam melakukan penelitian ini adalah kondisi lampu lalu lintas di daerah Batam masih menggunakan energi konvensional. Batam merupakan daerah yang rawan akan sambaran petir, sehingga sering terjadi sambaran petir di jala-jala listrik dan menyebabkan saluran listrik mati, bahkan kejadiannya sering menyambar gardu induk listrik, sehingga menyebabkan mati total sebagian kecil daerah kota Batam ini. Untuk mencegah tidak bekerjanya sistem lampu lalu lintas yang disebabkan oleh pemadaman energi listrik, maka diupayakan optimasi manajemen energi listrik yaitu dengan menggunakan solar sel sebagai pengganti energi listrik dari PLN di waktu pagi dan sore hari yang dilengkapi dengan *backup battery*. Berdasarkan analisa data dari pemanfaatan solar sel pada lampu lalu lintas sebagai energi alternatif, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: 1. Tegangan dan arus yang dihasilkan dari solar sel sangat berpengaruh terhadap banyaknya cahaya yang diterima oleh solar sel tersebut. 2. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh solar sel, maka solar sel tersebut akan menghasilkan tegangan dan arus yang maksimal pula karena arus dan tegangan berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang diterima oleh solar sel. 3. Solar sel akan bekerja lebih maksimal jika penempatannya selalu tegak lurus dengan arah sinar matahari.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sekarang ini penggunaan lampu lalu lintas di Indonesia masih menggunakan tegangan AC yang berasal dari PLN sedangkan PLN masih menggunakan bahan bakar minyak bumi, gas alam, batu bara, energi hidro, panas bumi dan diesel. Dapat kita ketahui bahwa minyak bumi, gas alam, batu bara adalah sumber energi yang semakin menipis dan mahal.

Krisis energi dan pemanasan global memaksa para peneliti mengembangkan sumber energi alternatif seperti panel surya yang bersifat terbarukan dan juga ramah lingkungan. Panel surya saat ini memberikan harapan menjadi sumber energi alternatif yang terbarukan. Kendala utama dari panel surya adalah daya keluaran panel yang dipengaruhi radiasi matahari yang selalu berubah-ubah. Sistem panel surya memperlihatkan bahwa hubungan *nonlinier* arus-tegangan, membutuhkan pencarian dan identifikasi *Maximum Power Point* (MPP) yang optimal. *Maximum Power Point tracker* dibutuhkan untuk memaksimalkan energi panel surya terhadap setiap temperatur dan level iluminasi matahari (Darmawan Diangoro: 2010).

Sel surya adalah sebuah alat konversi energi yang mengubah bentuk energi surya menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan oleh sel surya adalah yang paling ramah lingkungan, namun lahan instalasi yang diperlukan sangat luas. Selain itu, energi surya sangat tergantung pada besarnya intensitas sinar matahari, sehingga kontinuitasnya menjadi masalah tersendiri (I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa: 2008).

Untuk mencegah tidak bekerjanya sistem lampu lalu lintas yang disebabkan oleh pemadaman energi listrik, maka diupayakan optimasi manajemen energi listrik yaitu dengan menggunakan solar sel sebagai pengganti energi listrik dari PLN di waktu pagi dan sore hari yang dilengkapi dengan *backup battery*. Karena dengan menggunakan solar sel sebagai alternatif pengganti energi listrik PLN yang sangat cocok untuk iklim Indonesia yaitu beriklim tropis yang mempunyai sumber energi matahari yang sangat besar.

Sehingga dengan penerapan teknologi energi surya diharapkan dapat menghindari terjadi matinya lampu lalu lintas yang menyebabkan kemacetan atau semerautnya jalur lalu lintas karena lampunya tidak berfungsi, Batam merupakan daerah yang sangat potensi bagi investor luar negeri menjadi tidak nyaman hanya karena lampu lalu lintasnya terganggu.

Dari latar belakang diatas maka pada kesempatan ini penulis bekeinginan untuk merancang sebuah sistem lampu lalu lintas dengan menggunakan Modul Surya 50 Wp dan beban berupa lampu lalu lintas.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana unjuk kerja panel surya pada sistem lampu lalu lintas.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, akan dibatasi beberapa batasan masalah seperti:

1. Panel surya di pasang hanya untuk mensupply satu lampu lalu lintas saja.
2. Penelitian hanya membahas sistem supply daya untuk lampu lalu lintas tidak membahas sistem kontrol lampu lalu lintas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1 Untuk mengetahui unjuk kerja panel surya dengan daya 50 W dan kapasitas penyimpanan daya (*battery*) 100Ah, sebagai pengganti listrik PLN pada lampu lalu lintas.

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas merupakan lampu yang mengendalikan arus lalu lintas kendaraan yang terpasang di persimpangan jalan, sekaligus untuk mengatur penyebrangan jalan. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah.

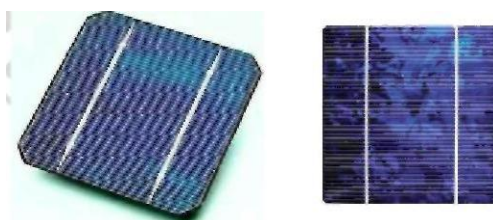


Gambar 2.1 (i) Lampu Lalu lintas

Sumber: <http://www.light.com/>

2.2 Panel Surya

Energi radiasi matahari merupakan sumber energi alternatif yang jumlahnya tidak terbatas, terutama untuk negara-negara tropis seperti Indonesia. Oleh karena itu, pengembangan energi alternatif berbasis tenaga matahari akan sangat menjanjikan. Salah satu cara pemanfaatan energi radiasi matahari tersebut dilakukan berdasarkan sistem konversi fotovoltaik melalui suatu piranti optoelektronik yang disebut sel surya (*solar cell*). Sel surya merupakan salah satu sumber energi alternatif dan dapat mengkonversi secara langsung energi matahari menjadi energi listrik.



Gambar 2.2 (i) Silikon kristal tunggal (ii) Silikon multi kristal
 Sumber: <http://www.panelsurya.com/>

2.3 Sistem PV

Komponen utama sistem sel surya adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya. Untuk membuat modul sel surya secara pabrikasi bisa menggunakan teknologi kristal dan *thin film*.

Modul sel surya tersusun dari beberapa sel surya mempunyai yang dihubungkan secara seri atau paralel. Biaya yang dikeluarkan untuk membuat modul sel surya sekitar 60% adalah biaya produksi sel dari wafer silikon. Jadi, bila modul sel surya bisa dibuat didalam negeri berarti akan bisa menghemat biaya. Untuk itulah, modul pembuatan sel surya di Indonesia tahap pertama adalah membuat bingkai (*frame*), kemudian membuat laminasi dengan sel-sel surya.

2.4 Baterai

Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Ukuran baterai yang dipakai sangat tergantung pada ukuran panel dan *load pattern*.



Gambar 2.5 Baterai

Sumber: <http://www.panelsurya.com/>

Sejalan dengan makin kuatnya tuntutan dunia industri atas penyediaan material baru yang handal, aman, dan ramah untuk berbagai keperluan, maka perhatian komunitas sains internasional pada penggunaan cairan ionik sebagai generasi baru pelarut *green*, material elektrolit, dan fluida teknik pada tahun-tahun terakhir ini nampak semakin besar (Earle, *et al.* 2000 dan Brennecke, *et al.* 2001).

2.5 Battery Charge Unit (BCU)

Alat pengatur merupakan perangkat elektronik yang mengatur aliran listrik dari modul surya ke baterai dan aliran listrik dari baterai ke peralatan listrik *inverter*.



Gambar 2.6 Battery charge Unit (BCU)

Sumber: <http://www.panelsurya.com/>

Pengontrol melindungi baterai dari pengisian berlebihan dan melindungi dari pengiriman muatan arus berlebihan keinput terminal. BCU juga mempunyai beberapa indikator yang akan memberikan kemudahan kepada pengguna PLTS dengan memberikan informasi mengenai kondisi baterai sehingga pengguna PLTS dapat mengendalikan konsumsi energi menurut ketersediaan listrik yang terdapat didalam baterai.

2.6 Inverter (DC ke AC)

Inverter adalah rangkaian yang mengubah DC menjadi AC. *Inverter* digunakan pada aplikasi seperti *adjustable-speed AC motor drives*, *uninterruptible power supplies (UPS)*, dan aplikasi AC yang dijalankan dari baterai.



Gambar 2.7 Inverter

Sumber: <http://www.panelsurya.com/>

Inverter berfungsi sebagai penyedia listrik cadangan baik di kendaraan maupun di rumah, sebagai *emergency power* saat aliran listrik rumah padam. Selain itu memegang seperti peranan penting dalam mengubah energi DC dari sumber energi terbarukan sel surya menjadi listrik AC yang kita gunakan sehari-hari.

2.7 Efisiensi Daya

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh darisinar matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data.

$$\eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots \text{rumus 2.2}$$

Atau

$$\eta = \frac{P_{\text{hasil}}}{P_{\text{standart}}} \times 100\%$$

Sumber: Osa Pauliza (2006) hal 109

2.8 Perhitungan Teknis

Rangkaian dari sel-sel yang disusun seri dan parallel tersebut dinamakan modul. Biasanya setiap modul terdiri dari 10-36 unit sel. Apabila tegangan, arus dan daya dari suatu modul tidak mencukupi untuk beban yang digunakan, maka modul-modul tersebut dapat dirangkai seri, parallel ataupun kombinasi keduanya untuk menghasilkan besar tegangan dan daya sesuai kebutuhan.

Daya listrik adalah besarnya energi listrik yang dapat diubah menjadi bentuk energi lain tiap satuan waktu.

Daya listrik dinyatakan dalam persamaan

$$P = \frac{W}{t} \quad \dots\dots\dots \text{rumus 2.3}$$

atau energi yang digunakan dengan persamaan :

$$W = P \times t \quad \dots\dots\dots\text{rumus 2.4}$$

Keterangan:

W= Usaha(joule)/ wh

T= waktu (sekon)

P = daya (watt)

Sumber: Endro Wahyono (2008) hal 145

Menentukan baterai yang digunakan untuk lama waktu *back up*.

Contoh rumus: aki mobil 12Volt 100Ah dan total beban 400 watt/jam, maka rumusnya adalah:

$$= \text{Volt Battery} \times \text{Kapasitas Battery} \dots\dots\dots\text{Rumus 2.1}$$

$$= 12\text{Volt} \times 100\text{Ah}$$

$$= 1200(\text{watt/jam}) / \text{Beban } 400\text{watt}$$

$$= 3\text{jam.}$$

(<http://solarsuryaindonesia.com>)

2.9 Faktor yang diperhatikan dalam Pengoperasian Sel Surya

Beberapa faktor dari pengoperasian sel surya agar mendapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada:

- Ambient temperature udara
- Radiasi matahari
- Kecepatan angin bertiup
- Keadaan atmosfer bumi
- Orientasi panel
- Posisi letak sel surya terhadap matahari (*tilt engle*)

BAB III METODOLGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di simpang lampu merah pertemuan jalan Engku Putri dan jalan Hangtuah Batam center yang terletak di dekat perumahan legenda malaka batam center dengan objek penelitian adalah lampu lalu lintas.

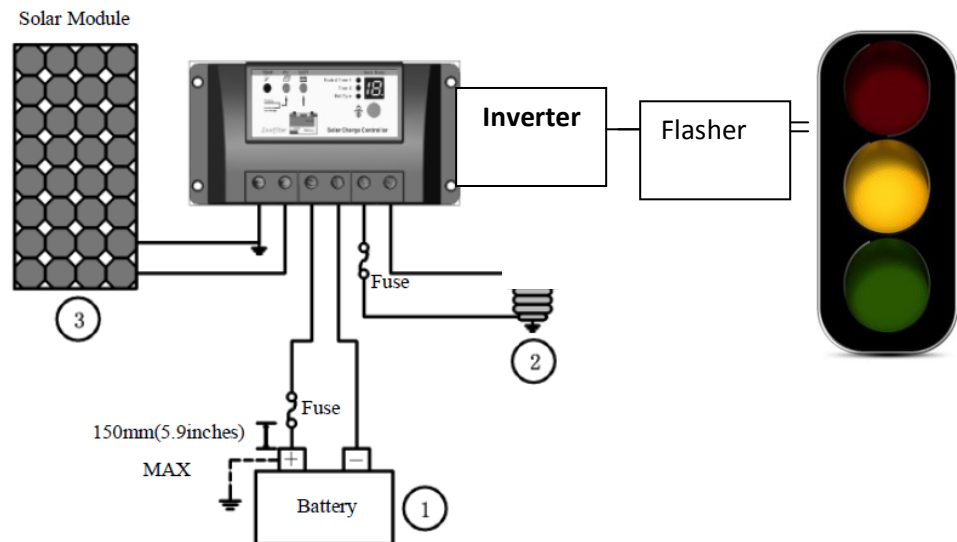
3.2 Instrumen Penelitian

Perangkat penelitian yang digunakan:

- Panel Surya
- Baterai
- Battery charge regulator* (BCU)
- Inverter DC to AC*
- Flasher
- Lampu Merah
- Panel Box*
- Penyanggah Tiang

3.3 Perancangan Model

Untuk merancang model dalam penelitian ini disesuaikan dengan tujuan penelitian dimana sebuah sistem teknologi *photovoltaic* yang sederhana adalah tersusun dari sel *photovoltaic* yang dihubungkan dengan *charge controller* yang berfungsi untuk menstabilkan arus tegangan yang keluar dari panel surya sebelum diteruskan ke dalam baterai sebagai penyimpan arus. Disebabkan tegangan yang dikeluarkan oleh panel surya dan baterai adalah tegangan DC sedangkan user atau peralatan akhir dari sistem yang akan gunakan ini berupa tegangan AC, sehingga kita memerlukan sebuah *inverter* yang berfungsi untuk merubah tegangan DC menjadi AC ini dapat dilihat dalam gambar 3.1 yang memperlihatkan struktur yang sederhana dari sistem *phovoltaic* sampai ke beban yang memakai tegangan AC.



Gambar 3.1 Rangkaian instalasi sistem PV untuk lampu lalu lintas

3.4 Data yang diperlukan

Untuk menganalisa sistem ini diperlukan beberapa data sebagai berikut:

1. Spesifikasi *photovoltaic*.
2. Daya keluaran dari *photovoltaic* yang berupa tegangan dan arus DC, untuk tegangan berkisar antar 0-20 VDC, dengan untuk arus berkisar 0-3 A.
3. Nilai suhu udara lingkungan pada saat pengujian dengan satuan derajat selcius.
4. Nilai suhu bidang *photovoltaic* pada saat pengujian.
5. Nilai efisiensi *photovoltaic*.

3.5 Alat Pengambilan Data

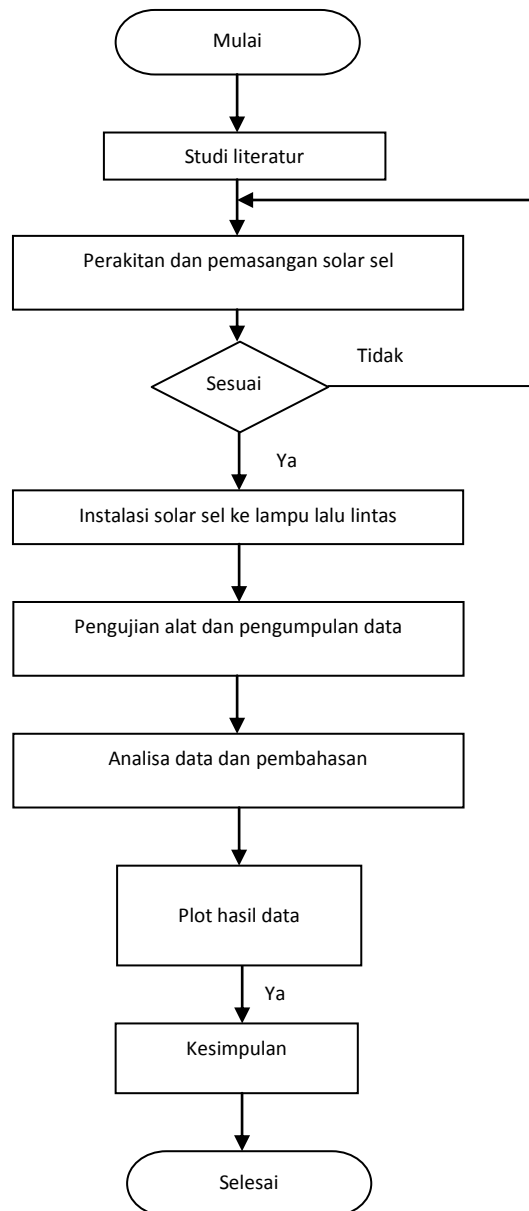
Untuk pengukuran dan pembandingan digunakan alat-alat sebagai berikut:

- 1.1 *Multi meter* dengan spesifikasi pengukuran tegangan dan arus DC
- 2.1 *Digital multi meter agilent 34401*, untuk membaca tegangan dan arus dari *photovoltaic*.
- 3.1 Alat ukur suhu.

3.6 Proses Pengambilan Data

Pengambilan data primer dilakukan secara langsung di lapangan berupa pengambilan sampel baik itu tegangan arus dan suhu, Pengambilan data arus dan tegangan dilakukan dengan menggunakan alat ukur atau *multi meter digital*. Pengukuran arus dan tegangan dilakukan pada saat ada beban lampu lalu lintas. Kemudian untuk pengukuran suhu dengan cara memakai alat pengukur suhu dengan mengukur suhu di lokas modul surya setiap 1 jam sekali, semua data yang diambil kemudian di catat dan kemudian nanti akan diolah. Sedangkan untuk data sekunder diambil dari badan data Stasiun Meteorologi Klas I Hang Nadim Batam yaitu data radiasi matahari kota Batam.

3.7 Kerangka Berpikir Penelitian



BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam bab ini dijelaskan teknik pengumpulan dan pengolahan data sesuai dengan tujuan penelitian.

4.1 Data Spesifikasi *Photovoltaic*

Dalam perancangan sistem ini, digunakan photovoltaic sebagai objek penelitian. Adapun spesifikasi photovoltaic tersebut adalah sebagai berikut:

- Maximum power (P_{ma}) : 50 W
- Open circuit voltage (V_{oc}) : 21,6 V
- Short circuit current (I_{sc}) : 2,97 A
- Max Power Voltage (V_{mp}) : 18 V
- Max Power Current (I_{mp}) : 2.78 A
- Range Temperatur : -45 – 85°C
- Toleransi : 5 %

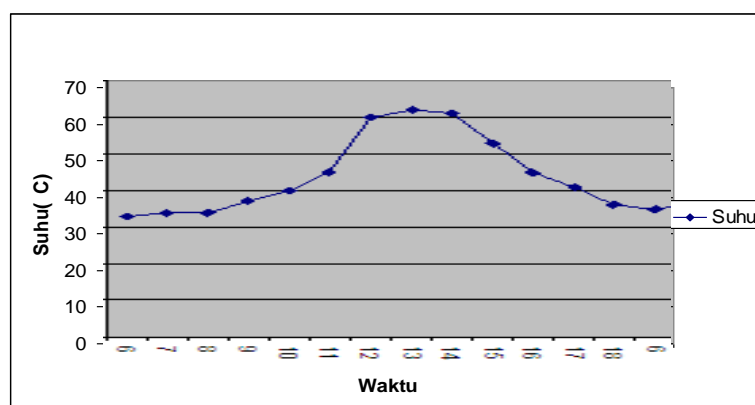
4.2 Data Pembacaan Suhu

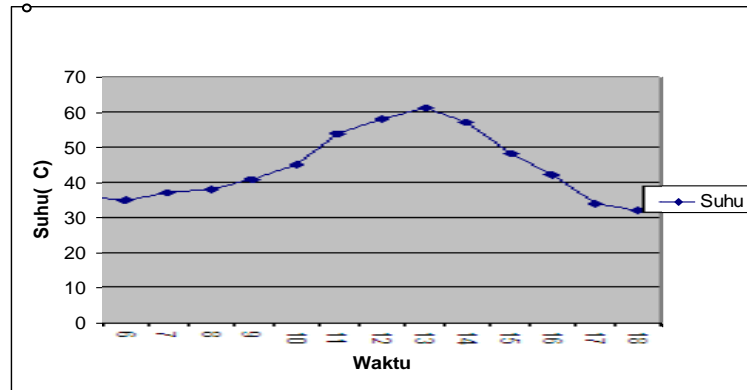
Dengan menggunakan perangkat *thermometer digital* yang diletakkan di sekitar PV untuk mendeteksi suhu sesuai dengan interval pengukuran. Adapun keluaran datanya dapat berbentuk grafik.

Tabel 4.1 Perbandingan waktu dengan suhu permukaan panel surya

NO	Tanggal	Jam	Suhu permukaan solar cell °C
1	20/10/2012	6:00	25
2	20/10/2012	7:00	26
3	20/10/2012	8:00	27
4	20/10/2012	9:00	27
5	20/10/2012	10:00	28
6	20/10/2012	11:00	30
7	20/10/2012	12:00	31
8	20/10/2012	13:00	31
9	20/10/2012	14:00	32
10	20/10/2012	15:00	30
11	20/10/2012	16:00	28
12	20/10/2012	17:00	27
13	20/10/2012	18:00	26
14	21/10/2012	6:00	25
15	21/10/2012	7:00	28
16	21/10/2012	8:00	28
17	21/10/2012	9:00	29
18	21/10/2012	10:00	29
19	21/10/2012	11:00	30
20	21/10/2012	12:00	31
21	21/10/2012	13:00	32
22	21/10/2012	14:00	30
23	21/10/2012	15:00	30
24	21/10/2012	16:00	28
25	21/10/2012	17:00	28
26	21/10/2012	18:00	26

Berikut ini grafik perbandingan waktu dengan suhu permukaan panel surya data diambil, dari data dapat dilihat bahwa suhu meningkat ketika disiang hari, dan menurun kembali ketika menuju sore hari.





Gambar 4.1 Grafik perbandingan waktu dengan suhu permukaan panel surya

4.3 Data Pembacaan Radiasi

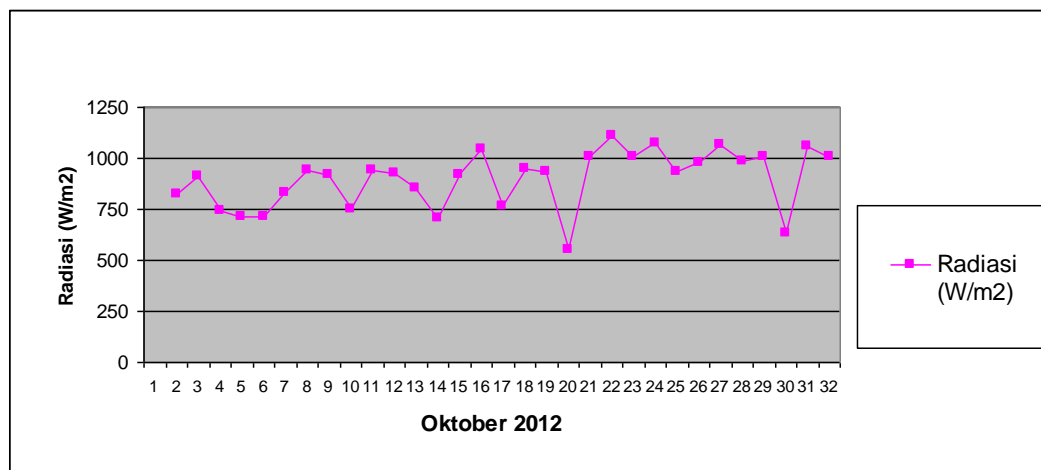
Adapun data radiasi ini berfungsi sebagai data pembandingan terhadap kondisi radiasi matahari pada bulan waktu peneliti mengambil data penelitian, adapun data diambil dengan pendekatan dari data Stasiun Meteorologi Klas I Hang Nadim Batam bulan Oktober 2012.

Tabel 4.2 Radiasi bulan Oktober 2012

Tanggal (Okt 2012)	Radiasi max (W/m ²)
1	825
2	909
3	743
4	710
5	710
6	833
7	944
8	919
9	749
10	942
11	926
12	855
13	706
14	920
15	1045
16	767
17	950
18	935
19	548
20	1009

21	1109
22	1007
23	1077
24	931
25	976
26	1069
27	985
28	1008
29	635
30	1056
31	1004

Berikut ini adalah grafik radiasi, dimana dengan grafik ini dapat kita lihat secara mudah pada tanggal berapa saja radiasi kota Batam nilainya tinggi dan rendah.



Gambar 4.2 Grafik Radiasi bulan Oktober 2012

4.4 Pengolahan Data

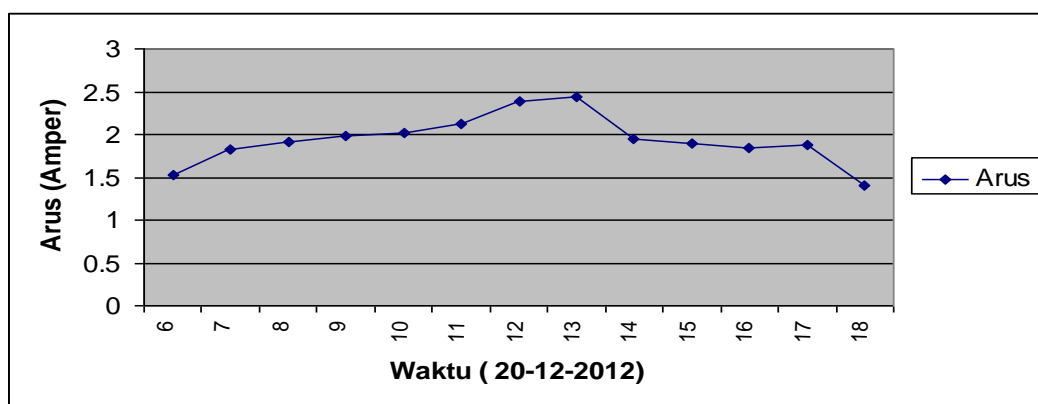
Proses pengambilan data dilakukan dimulai dari jam pagi sampai dengan sore hari.

Tabel 4.3 Hasil pengukuran PV terhadap arus dan tegangan

Tanggal	Jam (WIB)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)	Effisiensi
20/10/2012	6:00	1,52	18,12	27,54	55,08
20/10/2012	7:00	1,83	18,13	33,18	66,36
20/10/2012	8:00	1,91	18,24	34,84	69,68
20/10/2012	9:00	1,98	18,68	36,99	73,97
20/10/2012	10:00	2,02	19,03	38,44	76,88
20/10/2012	11:00	2,12	19,58	41,51	83,02
20/10/2012	12:00	2,39	19,79	47,30	94,60

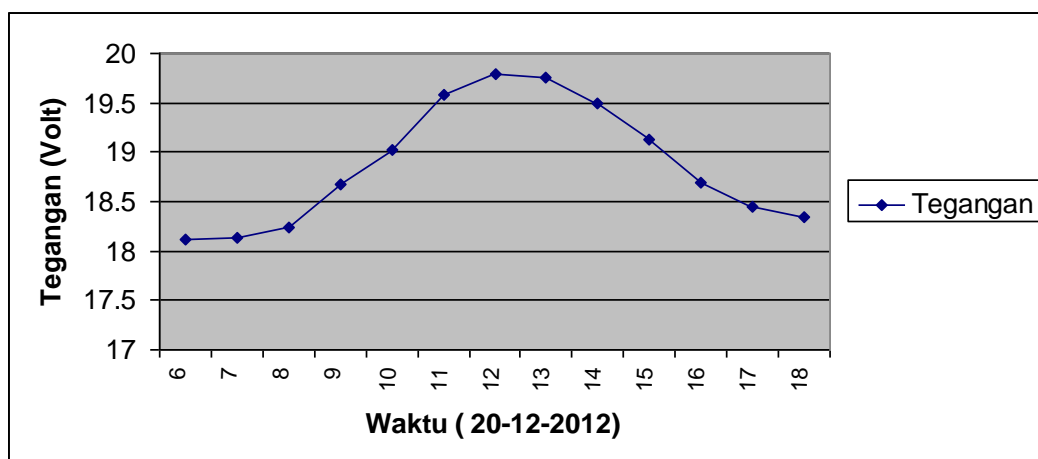
20/10/2012	13:00	2,43	19,76	48,02	96,03
20/10/2012	14:00	1,94	19,50	37,83	75,66
20/10/2012	15:00	1,89	19,13	36,16	72,31
20/10/2012	16:00	1,84	18,70	34,41	68,82
20/10/2012	17:00	1,87	18,45	34,50	69,00
20/10/2012	18:00	1,4	18,34	25,68	51,35

Sedangkan grafik dibawah ini adalah memperlihatkan data arus yang dihasilkan oleh sel surya dibandingkan dengan waktu, dari data dapat kita lihat bahwa nilai arus tertinggi pada jam 13.00Wib dan untuk nilai terendahnya ketika pagi hari dan sore hari.



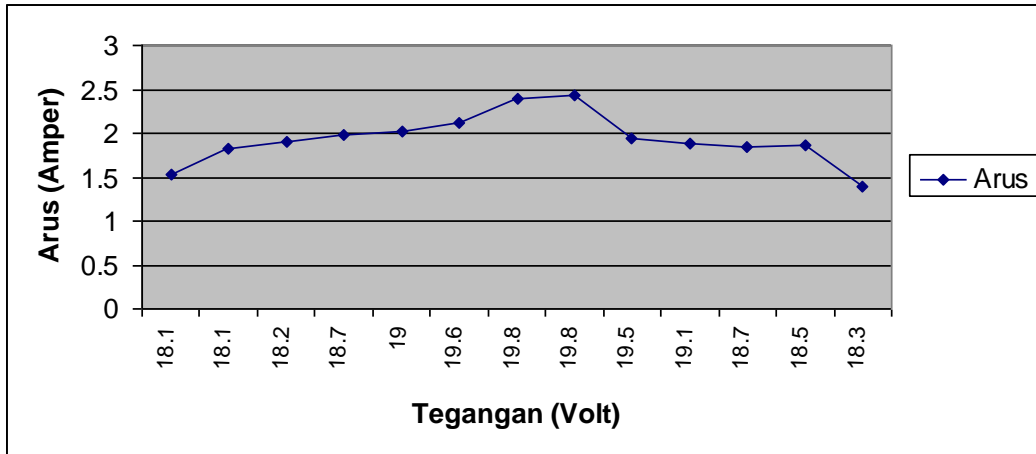
Gambar 4.3 Grafik pengukuran arus di sistem

Sedangkan grafik dibawah ini memperlihatkan data tegangan yang dihasilkan oleh sel surya dibandingkan dengan waktu.



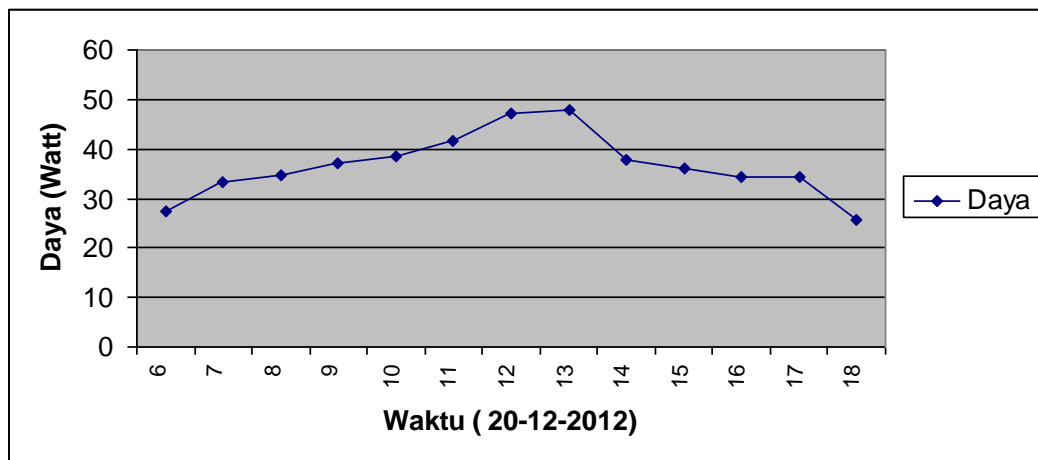
Gambar 4.4 Grafik pengukuran tegangan di sistem

Sedangkan grafik dibawah ini memperlihatkan data perbandingan antara arus dan tegangan yang dihasilkan oleh sel surya dibandingkan dengan waktu.

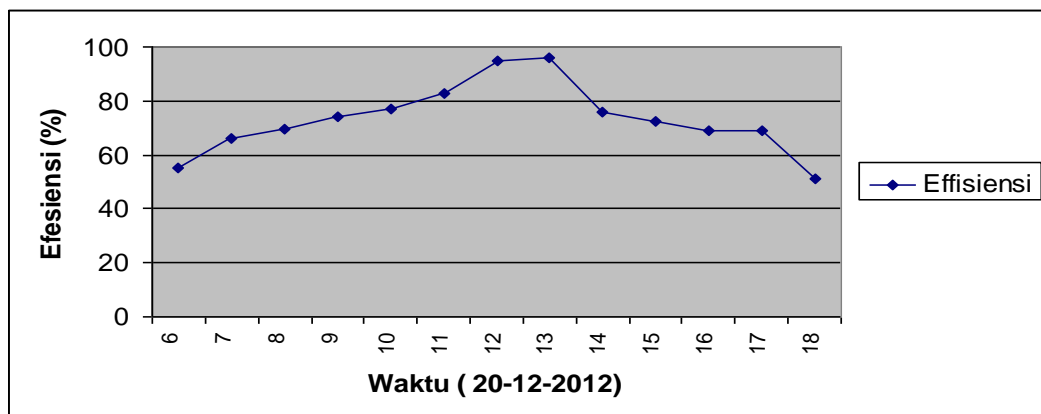


Gambar 4.5 Grafik V-I

Sedangkan grafik dibawah ini memperlihatkan data daya yang dihasilkan oleh sel surya dibandingkan dengan waktu.



Sedangkan grafik dibawah ini memperlihatkan data efisiensi yang dihasilkan oleh sel surya dibandingkan dengan waktu.



Gambar 4.6 Grafik Perhitungan efisiensi di sistem

Dari tabel 4.4 dapat dilihat bahwa efisiensi paling bawah dari pengambilan data ini adalah 51,35% pada jam 18.00 dimana matahari udah mendekati tenggelam, sedangkan untuk efisiensi paling tinggi 96,3% pada jam 13:00 dimana matahari pada posisi yang cukup cerah dan berada diposisi tengah hari, jadi dapat dikatakan penyerapan energi matahari cukup lumayan bagus.

Kondisi yang perlu diperhatikan juga saat rangkaian PV ini terhubung dengan beban dimana *supply* PV akan langsung menuju beban setelah distabilkan melewati *charge controller*. Jika *supply* PV ke beban lebih besar daripada kebutuhan beban itu sendiri maka sisa *supply* akan dialirkan ke *supply* ke beban sementara PV akan terhubung ke baterai dengan men-*supply* baterai saat kapasitas baterai pada titik rendah. Ketika baterai dalam keadaan penuh, BCU akan menutup hubungan antara PV dan baterai sehingga tegangan keluaran PV tidak lagi mengisi baterai hal ini untuk menghindari kerusakan dari baterai.

4.5 Perhitungan Teknis

Daya yang dikeluarkan oleh panel surya maksimum dinyatakan dengan besaran *Wattpeak* (Wp), seberapa besar intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Dimana panel surya pada penelitian ini berkapasitas 50 Wp kemudian dilihat dari nilai rata-rata perhari keadaan cuaca kota batam disinari matahari dengan intensitas tertinggi pada jam 13:00 WIB dengan daya 48,02 Watt. Daya sebesar ini akan digunakan untuk menyalakan 1 buah lampu merah 15 Watt + 5 watt *Flash*.

$$\text{Daya Lampu Lalu lintas terpakai} = \text{Daya lampu} / 2$$

Ini disebabkan karena lampu lalu lintas dalam kondisi berkedip-kedip dengan waktu (t) mati dan hidupnya sama, sehingga dengan demikian waktu pemakaian dayanya $\frac{1}{2}$ dari daya lampu normal hidup.

$$\begin{aligned} \text{Daya lampu lalu lintas terpakai} &= 15 \text{ Watt} / 2 \\ &= 7.5 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= \text{Daya lampu lalu lintas terpakai} + \text{daya rangkaian Flash} \\ &= 7,5 \text{ Watt} + 5 \text{ Watt} = 12,5 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui energi yang diserap oleh battery dari sel surya kita ambil dari Tabel 4.3 dengan menjumlahkan seluruh energi yang diserap oleh baterai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Energi} &= \sum (P \cdot t) \\ &= 27,54 \text{ wh} + 33,18 \text{ wh} + 34,84 \text{ wh} + 36,99 \text{ wh} + 38,44 \text{ wh} + 41,51 \text{ wh} + 47,30 \\ &\quad \text{wh} + 48,02 \text{ wh} + 37,83 \text{ wh} + 36,16 \text{ wh} + 34,41 \text{ wh} + 34,50 \text{ wh} + 25,68 \text{ wh} \\ &= 476,38 \text{ wh.} \end{aligned}$$

Sedang untuk mengetahui lama waktu pemakaian beban dari peralatan lampu lalu lintas, maka kita akan melakukan analisa dari beban lampu lalu lintas dengan energi yang di simpan di baterai, adapun rumusnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W &= P \cdot t \\ t &= W/P \\ t &= 476,38 \text{ Wh} / 12,5 \text{ W} \\ &= 38,11 \text{ jam.} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka alat ini dapat menyalakan lampu lalu lintas selama 38,11 jam. Sehingga alat ini dapat diandalkan untuk menghidupkan lampu lalu lintas selama 24 jam dan lampu tidak akan pernah mati selama alat ini digunakan dalam kondisi normal.

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dari pemanfaatan solar sel pada lampu lalu lintas sebagai energi alternatif, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Tegangan dan arus yang dihasilkan dari solar sel sangat berpengaruh terhadap banyaknya cahaya yang diterima oleh solar sel tersebut.
- Semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh solar sel, maka solar sel tersebut akan menghasilkan tegangan dan arus yang maksimal pula karena arus dan tegangan berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang diterima oleh solar sel.
- Solar sel akan bekerja lebih maksimal jika penempatannya selalu tegak lurus dengan arah sinar matahari.

5.2 SARAN

Pada pembuatan miniatur ini ada beberapa saran yang dapat dikemukakan untuk kesempurnaan dan pengembangan masa mendatang antara lain:

1. Pada keadaan yang sebenarnya, sebaiknya menggunakan solar sel yang berukuran besar dan mempunyai arus yang lebih besar, sehingga kemampuannya untuk menerima cahaya matahari lebih baik.
2. Agar mendapatkan energi matahari yang lebih optimal, sebaiknya menggunakan rangkian yang dapat mengontrol posisi cahaya matahari sehingga energi cahaya matahari yang diterima solar sel lebih maksimal.