

Disain Prototype DC-DC Konverter Untuk Topologi Baru Pemanfaatan Photovoltaic Pada LED Sebagai Sumber Penerangan Dalam Rumah Standar

Achmad Mufid¹⁾ Agus Indra Gunawan, ST., MT.²⁾ Ir. Yahya Chusna Arief, MT.³⁾

1)Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika PENS-ITS

2)Dosen Pembimbing Jurusan Teknik Elektronika PENS-ITS

3)Dosen Pembimbing Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya-Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya Indonesia 60111

Telp.(+62)32-5947280, Fax(+62)31-59464114

Email: 2) agus_ig@eepis-its.edu

3)yahyaca@eepis-its.edu

ABSTRAK

Pada kondisi saat ini penghematan sumber daya dalam kehidupan sehari-hari merupakan sesuatu yang harus dilakukan oleh setiap orang setelah adanya isu global warming. Untuk itu diperlukan sebuah ide baru untuk mengatasi masalah energi untuk kehidupan anak cucu kita sebagai generasi mendatang. Untuk itu, dalam proyek akhir ini menggunakan sebuah ide berupa desain prototype rumah standar dengan memanfaatkan penerangan LED yang diberi sumber dari photovoltaic (solar cell). Solar cell ini adalah salah satu komponen yang memanfaatkan cahaya matahari. Photovoltaic (solar cell) menghasilkan daya yang fluktuatif sehingga diperlukan regulator yang difungsikan sebagai switching. Dengan mengatur PWM regulator switching ini digunakan sebagai konverter DC-DC untuk men-charge baterai. Regulator ini juga dapat menurunkan tegangan Photovoltaic (solar cell) yang berubah-ubah (fluktuatif). Setelah baterai terisi penuh dapat digunakan lampu penerangan dari LED. Dari metode yang digunakan dapat dihasilkan proses yang baik dari sistem sehingga dapat diterapkan dalam kehidupan nyata. Tingkat efisiensi sistem mencapai 85,69%. Namun proses charging yang dilakukan tidak sesuai dengan waktu yang ditentukan dan terdapat error sebesar 20%, sebab terdapat komponen yang tidak sesuai dalam sistem. Sehingga diperlukan adanya proses penghitungan kembali hanya pada komponen yang tidak sesuai tersebut. Secara keseluruhan sistem dapat dijalankan sesuai gambaran dan perencanaan awal.

Kata kunci : Photovoltaic, LED, regulator switching, charging

ABSTRACT

At the current state of resource savings in everyday life is something that must be done by any person after the issue of global warming. For that needed a new idea to solve energy problems for our grandchildren lives of future generations. Therefore, in this final project using a prototype of the idea of standard home designs by utilizing LED lighting that given the source of the photovoltaic (solar cell). This solar cell is one of the components that make use of sunlight. Photovoltaic (solar cell) to produce the necessary fluctuate power so that functioned as a switching regulator. By adjusting the PWM switching regulator is used as a DC-DC converter to charge battery. The regulator also may reduce

stress Photovoltaic (solar cell) changing (fluctuate voltage). Once fully charged battery can be used from the LED lighting. From the method used can produce a good process so that the system can be applied in real life. Efficiency level system up to 85,69%. But the charging process is conducted not in accordance with the specified time and get error 20%, because there are components that do not fit in the system. So it is required in the counting process again only those components that are not appropriate. Overall, the system can be run according to a description and preliminary planning.

Keywords: Photovoltaic, LED, switching regulators, charging

I. PENDAHULUAN

Dalam kondisi saat ini, telah terjadi banyak kerusakan alam yang diakibatkan oleh ulah manusia. Hal ini mengakibatkan kondisi bumi yang semakin lama semakin tidak bersahabat dengan manusia, seperti adanya isu pemanasan global atau yang sering disebut *global warming*. Kondisi seperti ini harus dihentikan dan diminimalisir untuk mengurangi dampak-dampak buruk terhadap lingkungan, seperti menghemat penggunaan energi yang tidak dapat diperbaharui, menggunakan barang-barang yang ramah lingkungan, mencegah tindakan-tindakan yang dapat merusak lingkungan sekitar serta masih banyak hal lainnya yang dapat kita lakukan.

Salah satu langkah untuk mengurangi dampak-dampak buruk lingkungan adalah penghematan energi. Energi alternatif saat ini banyak kita jumpai disekitar kita. Salah satunya adalah energi yang memanfaatkan panas cahaya matahari menggunakan *photovoltaic (solar cell)*. Seringkali kita menjumpai pemanfaatan *Photovoltaic/solar cell* dalam berbagai macam industri. Untuk memperluas pemanfaatan energi alternatif ini maka perlu dikenalkan dalam kehidupan rumah tangga, supaya peran untuk mengurangi dampak-dampak lingkungan lebih terealisasi dan bukan hanya slogan biasa.

Implementasi pemanfaatan energi alternatif ini hanya sebatas pencahayaan (*lighting*) dengan menggunakan lampu LED. *Photovoltaic/solar cell* ini berfungsi sebagai sumber DC. Dengan DC-DC konverter sebagai regulator switching arus disimpan didalam Baterai/accu 12VDC yang kemudian disuplai ke beban berupa lampu LED menggunakan saklar ON/OFF biasa. Dengan merancang hardware dari rangkaian regulator yang berfungsi sebagai switching ON/OFF dan

merangkai komponen-komponen lain yang telah jadi seperti plat *photovoltaic (solar cell)*, Baterai/accu 12VDC dan lampu LED, kita dapat mewujudkan langkah kita dalam menghemat energi. Hal tersebut yang menjadi tugas dalam proyek akhir ini. Selain itu efisiensi dalam proyek akhir ini perlu dimaksimalkan untuk dapat mengurangi penggunaan energi yang telah ada dan tidak dapat diperbaharui (Pembangkit Listrik Negara).

II. DASAR TEORI

1) Solar Cell (*Photovoltaic*)

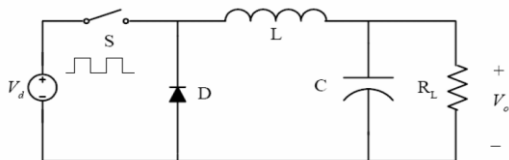
Solar cell adalah suatu konverter energi yang terbuat dari kepingan semikonduktor dengan ukuran beberapa sentimeter persegi. Solar cell mengonversi cahaya matahari ke energi listrik DC dengan kapasitas tertentu sesuai dengan jenis material dan luasan dari solar cell. Berbeda dengan penghasil energi listrik yang lain yang membutuhkan gerakan dalam menghasilkan energi listrik, solar cell adalah satu-satunya konverter energi listrik yang berbentuk kepingan statis yang tidak memerlukan gerakan dalam menghasilkan energi listrik. Secara fisik, bentuk solar cell.



Gambar salah satu bentuk fisik solar cell

2) Rangkaian Regulator

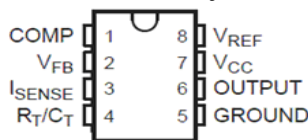
Buck konverter adalah salah satu jenis chopper atau DC-DC konverter. Buck konverter adalah konverter DC-DC yang berfungsi menurunkan tegangan DC dengan cara mengatur *duty cycle*-nya. Terdapat beberapa jenis rangkaian buck konverter, namun secara umum, rangkaian dasarnya adalah terdiri bagian switching, dan filter.



Gambar Rangkaian dasar buck konverter

3) IC UC3843

Untuk menjalankan converter diatas, dipilih compact IC UC3843 dari Texas Instrument. Keuntungan menggunakan IC ini adalah ia mampu bekerja dalam level tegangan terendah dari keluaran photovoltaic ini (bekerja dilevel 12 Vdc).



Gambar Konfigurasi Pin IC UC3843

4) Luminansi

Distribusi luminansi didalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Hal penting yang harus diperhatikan pada distribusi luminansi adalah sebagai berikut :

- Rentang luminansi permukaan langit-langit dan dinding.
- Distribusi luminansi bidang kerja.
- Nilai maksimum luminansi armatur (untuk menghindari kesilauan).

5) Cahaya

Sistem pencahayaan dapat dikelompokkan menjadi :

a). Sistem pencahayaan merata.

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata di seluruh ruangan, digunakan jika tugas visual yang dilakukan di seluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencahayaan yang sama. Tingkat pencahayaan yang merata diperoleh dengan memasang armatur secara merata langsung maupun tidak langsung di seluruh langit-langit.

b). Sistem pencahayaan setempat.

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak merata. Di tempat yang diperlukan untuk melakukan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi, diberikan cahaya yang lebih banyak dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit di atas tempat tersebut.

c). Sistem pencahayaan gabungan merata dan setempat.

Sistem pencahayaan gabungan didapatkan dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang di dekat tugas visual.

6) Baterai

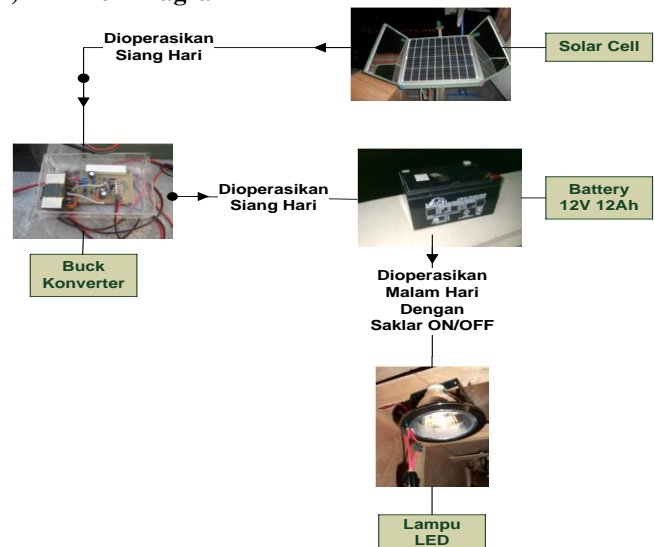
Baterai adalah alat penyimpanan tenaga listrik arus searah (DC). Ada beberapa jenis baterai/aki dipasaran yaitu aki basah/konvensional, hybrid dan MF (Maintenance Free). Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Dalam hal ini mempertimbangkan posisi peletakkannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah.



Gambar Contoh baterai untuk sel surya

III. METHODE

1) Blok Diagram



Gambar Blok Diagram Sistem

Blok Diagram sistem switching dan konfigurasi ditunjukkan pada gambar diatas. Dari gambar tersebut tampak hubungan antara *solar cell (Photovoltaic)*, Baterai sebagai tempat penyimpanan arus listrik DC dan sistem switching yaitu berupa IC UC3843 yang mengontrol arus dari sumber DC berupa sel surya ke beban berupa lampu LED.

2) Perancangan Lampu LED

Dari tinjauan teori diatas perencanaan lampu penerangan dapat dicari nilai daya (P) untuk masing-masing ruangan. Berikut penghitungannya dengan diketahui luas ruangan (A) dan lux (E) untuk masing-masing ruangan berdasarkan SNI dengan mencari nilai lumennya (θ) terlebih dahulu.

Diketahui:

$$\begin{aligned} A &= 2,5 \times 2,5 = 6,25 \text{ m}^2 \\ P_{LED} &= 5 \text{ Watt} \\ E &= 120 \text{ Lux} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} \theta &= E \times A \dots\dots\dots(1) \\ &= 120 \times 6,25 \\ &= 750 \text{ lumen} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\theta}{P} \dots\dots\dots(2) \\ &= \frac{750}{5} \\ &= 150 \text{ lumen/watt} \end{aligned}$$

Jadi nilai $\eta_{LED} = 150$ lumen/watt (rata-rata luminous lampu LED).



Gambar Rancangan Lampu LED

3) Perancangan Baterai

Dalam rumah standar (2,5m×2,5m) ada 6 buah lampu yang masing-masing ruangan dibuat sama untuk nilai dayanya (watt). Untuk menentukan Baterai maka seluruh beban berupa lampu dalam rumah dijumlahkan dari perencanaan lampu untuk masing-masing ruangan diatas dan hasilnya adalah 48 watt setelah dibulatkan. Perhitungan batterainya adalah:

$$\begin{aligned} 48 \text{ watt} : 12 \text{ volt} &= 4 \text{ ampere} \\ \text{Baterai yang diperlukan} &= \text{jam penggunaan} \times \text{ arus} \\ &= 12 \text{ jam} \times 4 \text{ ampere} \\ &= 48 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Jadi baterai yang digunakan adalah 12 Volt 24Ah.

Karena menggunakan *photovoltaic* 50WP dan *solar cell* tersebut kurang efisien dalam mengisi Baterai maka dalam proyek akhir ini menggunakan Baterai 12 V 12Ah, selain itu untuk men-charge Baterai 12V 48Ah minimal menggunakan *photovoltaic* 100WP atau 50 % dari total kapasitas baterai.

Penghitungan arus pengisian dapat dicari dengan persamaan berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Lama operasi dari lampu} &= 12 \text{ hour} \\ \text{Tegangan output dari solar cell} &= 20\text{V} \\ \text{Arus output dari solar cell} &= 3\text{A} \\ \text{Kapasitas accu} &= 12 \text{ V, } 12\text{Ah} \end{aligned}$$

$$\text{Arus Pengisian} = \frac{\text{Kapasitas Accu}}{\text{Lama Pengisian}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Arus Pengisian} = \frac{12 \text{ Ah}}{10 \text{ h}}$$

$$\text{Arus Pengisian} = 1,2 \text{ A}$$

4) Perancangan Regulator

Untuk menentukan apakah menggunakan rangkaian buck, boost atau buck-boost konverter adalah dengan mencari nilai tegangan dari rangkaian diatas, yaitu dengan persamaan berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots(4)$$

$$50 \text{ Watt} = V \times 3,41 \text{ Ampere}$$

$$V = \frac{50 \text{ Watt}}{3,41 \text{ Ampere}}$$

$$V = 14,66 \text{ Volt}$$

Dilihat dari spesifikasi *photovoltaic* yang direncanakan diatas, maka rangkaian regulator yang digunakan adalah rangkaian buck konverter, sebab rangkaian ini dapat bekerja dengan menurunkan tegangan dari sumber. Yaitu, saat nilai tegangan sumber diatas 14,66 Volt maka rangkaian ini akan menurunkan tegangan input supaya tegangan output tetap berada dilevel normal (14,66 Volt).

Kemudian mencari nilai konduktor yang digunakan dalam rangkaian regulator DC-DC konverter (Rangkaian Buck). Cara mendisain induktor dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

Diketahui:

$$V_{out \text{ buck}} = 14,66 \text{ V}$$

$$V_{in \text{ buck}} = 20 \text{ V}$$

- Menentukan Δi_L

$$\Delta i_L = 10 \% \times i_L \dots\dots\dots(5)$$

$$\Delta i_L = 10\% \times 1,2 \text{ A}$$

$$\Delta i_L = 0,12 \text{ A}$$

- Menentukan L

$$L = \frac{V_o(V_d - V_o)}{V_d \Delta i_L f} \dots\dots\dots(6)$$

$$L = \frac{14,66(20 - 14,66)}{20 \times 0,12 \times 25 \times 10^3}$$

$$L = \frac{78,28}{60} 10^{-3}$$

$$L = 1,305 \text{ mH}$$

- Mencari duty cycle

$$\text{Duty Cycle (D)} = \frac{V_o}{V_d} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Duty Cycle (D)} = \frac{14,66}{20}$$

$$\text{Duty Cycle (D)} = 73,3\%$$

Dalam mendesain suatu induktor terdapat beberapa factor yang harus diperhatikan untuk mendapatkan kualitas yang baik dan induktansi yang tepat. Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah induktansi yang diinginkan, kapasitas arus yang diperbolehkan, serta bentuk dan ukuran dari inti ferit yang digunakan. Untuk perhitungan desain induktor digunakan rumus:

$$n = \frac{L \times I_{max}}{B_{max} \times A_c} 10^4 \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- n : jumlah lilitan
- L : induktansi yang diinginkan
- I_{max} : arus maksimum
- B_{max} : flux density maksimum

Ac : Core cross-sectional area
(diambil dari data sheet)

Pertama menghitung core cross area inti ferit:

$$A_c = 3 \times 1 = 3 \text{ cm}^2$$

Jadi jumlah lilitannya berdasarkan persamaan 3.9. adalah:

$$n = \frac{1.305 \cdot 10^{-3} \times 3}{0,25 \times 3} \cdot 10^4$$

n = 52 lilitan

5) Perancangan Solar Cell (Photovoltaic)

Energi matahari diperoleh dengan memanfaatkan *photovoltaic* dengan daya pembangkitan 50 Watt Peak. Pada proyek akhir ini dipilih *solar cell* dengan spesifikasi daya maximum 50W. hal ini dikarenakan ukuran *solar cell* dengan daya 50W tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar. Namun sebenarnya dalam perancangan secara teoritis dibutuhkan *solar cell* dengan kapasitas 100 WP. Perhitungan kapasitas ini berdasarkan kebutuhan dari pengisian baterai yang berkapasitas 48 Ah. Maka kapasitas *solar cell* yang dibutuhkan adalah :

$$P_{\text{solar cell}} = \frac{I_{\text{charge}} V_{\text{solar cell}}}{t_{\text{charge}}} \dots \dots \dots (9)$$

$$P_{\text{solar cell}} = \frac{48 \times 24}{12}$$

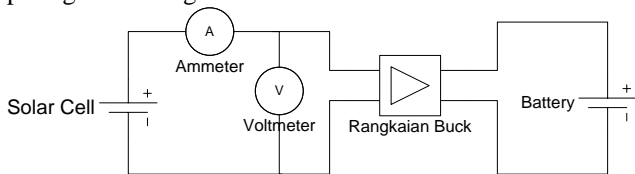
$P_{\text{solar cell}} = 96 \text{ WP} = 100 \text{ WP}$ (dibulatkan)

IV. HASIL PENELITIAN

1. Hasil Pengukuran Solar Cell

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan data bahwa memang benar kemampuan arus lah yang sebanding dengan intensitas cahaya matahari.

Pengukuran solar cell dapat dilakukan dengan cara seperti gambar rangkaian dibawah ini:



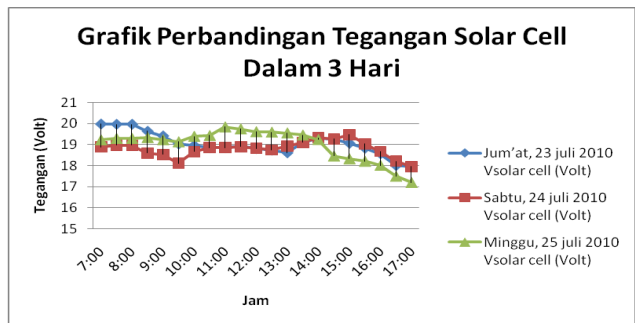
Gambar Rangkaian cara melakukan pengukuran solar cell

Rangkaian diatas menunjukkan cara mengukur nilai tegangan dan arus dari solar cell tiap jamnya.

Table Hasil pengukuran tegangan

Jam	Jum'at, 23 juli 2010	Sabtu, 24 juli 2010	Minggu, 25 juli 2010
	Vsolar cell (Volt)	Vsolar cell (Volt)	Vsolar cell (Volt)
7:00	19,98	18,89	19,23
7:30	19,97	18,97	19,3
8:00	19,97	18,97	19,3
8:30	19,64	18,6	19,34
9:00	19,42	18,53	19,24
9:30	19,04	18,12	19,14
10:00	18,97	18,67	19,4
10:30	18,86	18,86	19,44
11:00	18,86	18,86	19,85
11:30	18,92	18,9	19,75

12:00	18,82	18,82	19,62
12:30	18,75	18,75	19,6
13:00	18,62	18,92	19,56
13:30	19,12	19,1	19,46
14:00	19,32	19,32	19,25
14:30	19,27	19,27	18,46
15:00	19,07	19,47	18,33
15:30	18,84	19,04	18,21
16:00	18,58	18,68	18,02
16:30	18,02	18,22	17,5
17:00	17,96	17,96	17,2

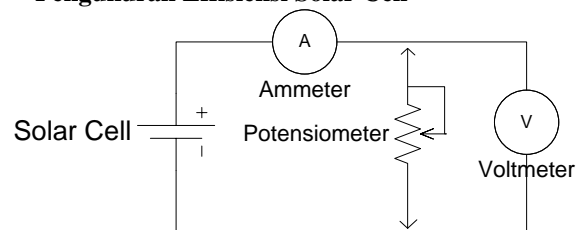


Gambar Tabel arus dan tegangan solar cell

Dari pengukuran data pada tabel diatas dapat dibuat grafik seperti gambar diatas. Tabel dan grafik tersebut mengindikasikan bahwa pengukuran tegangan berubah-ubah mulai pagi hingga sore dalam waktu 3 hari berturut-turut. Ada 2 hal yang mempengaruhi berubah-ubahnya nilai tegangan *solar cell* saat dilakukan pengukuran, yaitu:

1. Suhu, pada saat pagi hari dalam rentang waktu pukul 7:00 hingga 9:30 cenderung stabil nilai tegangan *solar cell* sebab masa transisi suhu pada pagi hari berlangsung secara normal atau bertahap. Bandingkan setelah pukul 10:00 hingga pukul 13:30, disini terjadi drop tegangan yang disebabkan oleh tingginya suhu yang mencapai 30°C.
2. Ketersediaan cahaya matahari, *solar cell* bekerja berdasarkan adanya cahaya matahari. Ini dapat dibuktikan pada data hari sabtu, 24 juli 2010 rentang pukul 7:00 hingga pukul 9:30. Pada tabel tersebut diperoleh data yang kurang lazim jika dibandingkan dengan 2 hari yang lain. Perbedaan data ini disebabkan oleh kondisi pada saat itu yang mendung (matahari tertutup oleh awan).

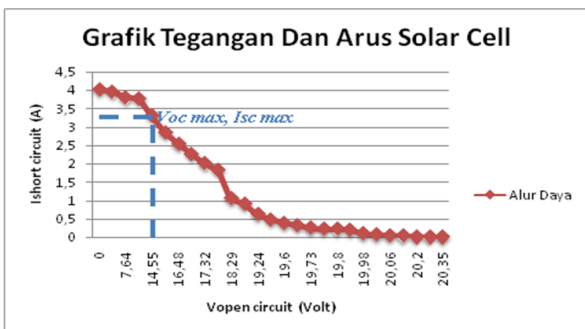
2. Pengukuran Effisiensi Solar Cell



Gambar Rangkaian cara melakukan pengukuran efisiensi solar cell

Table Hasil Pengukuran efisiensi solar cell

Resistor (Ohm)	Isc (A)	Voc (Volt)
0	4,03	0
1	3,96	4,02
2	3,8	7,64
3	3,78	10,87
4	3,32	14,55
5	2,86	15,87
6	2,54	16,48
7	2,27	16,84
8	2,01	17,32
9	1,84	17,58
10	1,06	18,29
20	0,92	18,81
30	0,63	19,24
40	0,49	19,45
50	0,39	19,6
60	0,33	19,68
70	0,25	19,73
80	0,23	19,78
90	0,22	19,8
100	0,2	19,83
200	0,1	19,98
300	0,07	20
400	0,05	20,06
500	0,03	20,12
1000	0,02	20,2
2000	0,01	20,26



Gambar Grafik tegangan dan arus solar cell

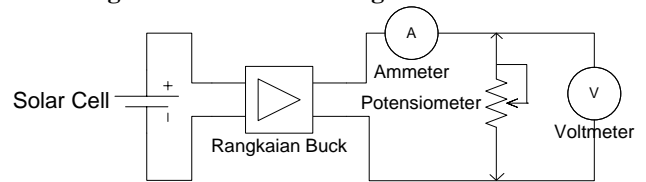
$$P_{\text{solar max}} = V_{\text{oc max}} \times I_{\text{sc max}} \dots\dots\dots(10)$$

$$= 14,55 \times 3,32$$

$$= 48,306 \text{ watt}$$

Pada pagi hari merupakan puncak dari daya maksimum yang dikeluarkan oleh solar cell. Berdasar pengukuran diatas dapat diketahui bahwa nilai daya maksimum yang dikeluarkan adalah 48,306 watt. Hal ini sesuai dengan daya solar cell 50 watt peak.

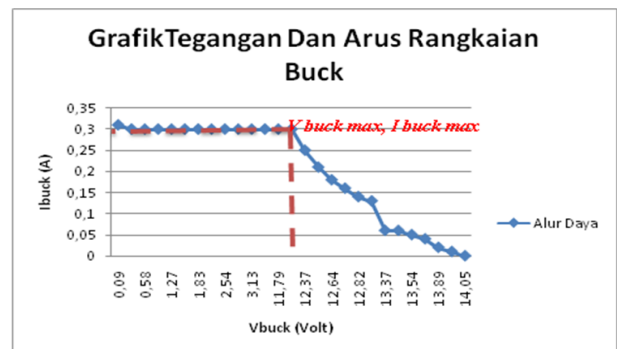
3. Pengukuran Efisiensi Rangkaian Buck



Gambar Rangkaian cara melakukan pengukuran efisiensi rangkaian buck

Table Tabel pengukuran Efisiensi rangkaian buck

Resistor (Ohm)	Ibuck (A)	Vbuck (Volt)
0	0,31	0,09
1	0,3	0,29
2	0,3	0,58
3	0,3	0,96
4	0,3	1,27
5	0,3	1,51
6	0,3	1,83
7	0,3	2,11
8	0,3	2,54
9	0,3	2,74
10	0,3	3,13
20	0,3	6,08
30	0,3	11,79
40	0,3	12,04
50	0,25	12,37
60	0,21	12,5
70	0,18	12,64
80	0,16	12,72
90	0,14	12,82
100	0,13	13,18
200	0,06	13,37
300	0,06	13,48
400	0,05	13,54
500	0,04	13,73
1000	0,02	13,89
2000	0,01	13,96



Gambar Grafik tegangan dan arus solar cell di sore hari

Dari data diatas dapat dicari nilai daya maksimal dengan menarik sumbu-x (tegangan) dan sumbu-y (arus), dan dihasilkan sebagai berikut:

$$P_{buck\ max} = V_{buck\ max} \times I_{buck\ max} \dots\dots\dots(11)$$

$$= 12,04 \times 0,3$$

$$= 3,612\ \text{watt}$$

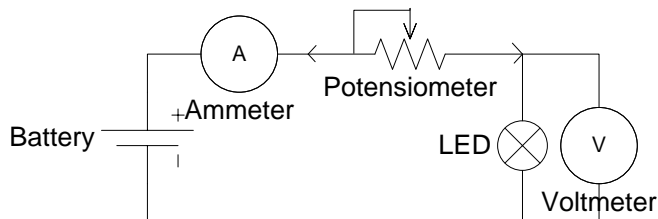
Selanjutnya mencari nilai efisiensi rangkaian buck terhadap solar cell dengan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{buck\ max}}{P_{solar\ max}} \times 100\ % \dots\dots\dots(12)$$

$$\eta = \frac{3,612}{48,306} \times 100\ %$$

$$\eta = 7,477\ %$$

4. Pengukuran Efisiensi Lampu LED



Gambar Rangkaian cara melakukan pengukuran efisiensi lampu LED

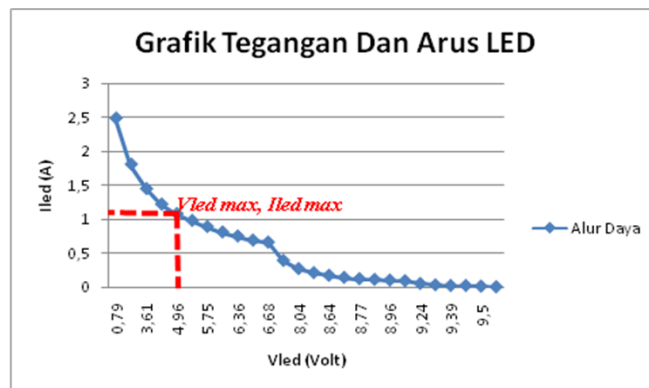
Untuk melakukan pengukuran lampu LED seperti yang diperlihatkan pada rangkaian diatas. Pengukuran ini berfungsi untuk mengetahui bahwa sistem yang digunakan tidak sepenuhnya mengalami error yang signifikan.

Selain itu efisiensi lampu LED yang tinggi dapat menutupi rendahnya efisiensi dari solar cell. Sehingga sistem yang digunakan dapat digunakan sesuai porsi dan fungsi masing-masing.

Table Tabel pengukuran Efisiensi lampu LED

Resistor (Ohm)	ILed (A)	VLed(Volt)
0	2,49	0,79
1	1,81	2,1
2	1,45	3,61
3	1,22	4,37
4	1,08	4,96
5	0,98	5,37
6	0,89	5,75
7	0,81	6,07
8	0,75	6,36
9	0,69	6,55
10	0,66	6,68
20	0,39	7,75
30	0,27	8,04
40	0,21	8,51
50	0,17	8,64
60	0,14	8,71
70	0,12	8,77
80	0,11	8,83
90	0,1	8,96

100	0,09	9,02
200	0,05	9,24
300	0,03	9,33
400	0,02	9,39
500	0,02	9,41
1000	0,01	9,5
2000	0	9,59



Gambar Grafik tegangan dan arus lampu LED

Dari data diatas dapat dicari nilai daya maksimal dengan menarik sumbu-x (tegangan) dan sumbu-y (arus), dan dihasilkan sebagai berikut:

$$P_{LED\ max} = V_{LED\ max} \times I_{LED\ max} \dots\dots\dots(13)$$

$$= 4,96 \times 1,08$$

$$= 5,3568\ \text{watt}$$

Selanjutnya mencari nilai efisiensi lampu LED terhadap solar cell dengan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{LED\ max}}{P_{solar\ max}} \times 100\ % \dots\dots\dots(14)$$

$$\eta = \frac{5,3568}{5,588} \times 100\ %$$

$$\eta = 95,863\ %$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Setelah melalui beberapa proses pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan topology baru pemanfaatan *photovoltaic* pada LED sebagai sumber penerangan rumah, maka dapat disimpulkan bahwa:

- *Solar cell* difungsikan sebagai sumber tegangan untuk men-charge Baterai pada siang hari dan Baterai itu sendiri difungsikan sebagai sumber arus untuk penerangan pada malam hari.
- Kinerja dari *solar cell* dipengaruhi oleh suhu, *solar cell* dapat beroperasi secara maximum jika temperatur sel tetap normal (pada 25 derajat Celsius), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperature normal pada PV sel akan melemahkan voltage (Voc). Pelemahan arus ini menyebabkan berkurangnya daya output.

Menggunakan *solar cell* untuk daya penerangan lebih hemat dibanding dengan menggunakan daya PLN (Perusahaan Listrik Negara) dalam jangka waktu yang sama. Yaitu dapat menghemat hingga 93,24%.

2. Saran

Dalam pengerjaan dan penyelesaian proyek akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik itu pada sistem maupun pada peralatan yang telah dibuat. Untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan dari peralatan, maka perlu melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Desain DC-DC converter yang lebih baik, baik dalam segi pemilihan komponen maupun jenis converter. Penghitungan yang akurat sangat mempengaruhi kemampuan dari rangkaian DC-DC konverter.
2. Desain dan pembuatan induktor yang lebih baik serta penempatannya pada PCB karena desain yang buruk dapat menyebabkan losses pada rangkaian. Karena induktor memiliki fungsi sebagai penyimpan arus sementara saat switching dalam kondisi OFF.
3. Sebaiknya lampu LED menggunakan rangkaian driver untuk mengurangi efek panas dari lampu itu sendiri. Dengan rangkaian driver dapat ditentukan berapa arus yang diperlukan untuk menyalakan lampu LED. Selain itu penggunaan driver dapat mengurangi losses arus yang berlebihan.

Untuk proyek akhir ini sebaiknya dikembangkan, tidak sebatas pencahayaan saja. Bisa dikembangkan untuk alat-alat elektronik yang lain tentunya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mukund R. Patel, *Wind and Solar Power Sistem*, CRC press, US Merchant Academy Kings Point, New York, 1999.
- [2] Andrzej M. Trzynadlowski, *Introduction to Modern Power Electronics*, a willey & sons, Inc, University of Nevada, USA, 1998.
- [3] www.wilkypedia.com/solar-battery-charger
- [4] Riezenman, M.J. 1995. *In search of better batteries*, IEEE spectrum, p.51-56, May 1995.
- [5] Dr. Zainal Salam, 2003, *Power Electronic and drives (chapter 3- 2003)*, UTM,TB, 2003.
- [6] *Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung SNI 03-6575-2001.*