

# ***Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Back Up Supply Energi Listrik Pada Rumah Tangga***

***Yahya Chusna Arif<sup>d</sup>, Indhana Sudiharto<sup>2</sup>, M Sholikhul Basith<sup>3</sup>***

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

<sup>3</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Industri Program Studi D4

**Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS**

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : [alucard.prince@gmail.com](mailto:alucard.prince@gmail.com)

## **Abstract**

*This time enlarge of electric power is needed but supply of electric power is too limit. To solve this problem so are needed alternatives energy. Like a solar energy to change the unrenewable energy. To use the solar energy are needed solar cell to change from solar energy to electric powers. The electric powers are produced by a solar cell with 50 WP until  $\pm 19,1$  volt and the max current that flow of its are about 1,67 ampere. After that, the electrical powers save in battery and the Voltage output of this battery are raised by boost converter until 175 volt as Voltage input of the inverter. The inverter changes from DC voltage of this to AC voltage 125 volt and this electric power ready to supply the household device.*

*keyword: Solar cell, Boost konverter, inverter.*

## **I. PENDAHULUAN**

Saat ini kebutuhan energi listrik semakin besar. Disisi lain jumlah penduduk bertambah banyak dan gaya manusia pada zaman sekarang ini lebih suka memakai peralatan – peralatan elektrik yang penggunaanya lebih praktis dan efisien. Kedua sisi tersebut bertolak belakang sehingga diperlukan solusi tepat untuk mengatasi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukanya sebuah energi alternatif. Salah satunya yaitu memanfaatkan energi matahari sebagai energi alternatif untuk mengganti energi yang tidak dapat diperbarui. Indonesia merupakan negara tropis yang sinar matahari melimpah, sehingga bentuk energi alternatif ini sangat cocok untuk digunakan.

Untuk pemanfaatan energi matahari pada pembangkitan tenaga listrik skala kecil, maka diperlukan sebuah pengatur tegangan agar tegangan yang dihasilkan konstan. Selain itu diperlukan juga sebuah baterai sebagai media

penyimpanan energi. Dari baterai tegangan yang dihasilkan belum bisa digunakan untuk menyuplai rumah tangga, sehingga diperlukan inverter agar bisa menyuplay tegangan listrik seperti pada PLN. Karena matahari tidak bersinar sepanjang hari, maka diperlukan sebuah pemutus tegangan otomatis apabila baterai tidak dapat suplay dari matahari dengan menggunakan pengaturan dari mikrokontroler, dan suplay energi akan dikembalikan pada PLN, sehingga suplay listrik pada rumah tangga tetap mengalir.

## **II. DASAR TEORI**

### **A. Panel Surya**

Alat utama untuk menangkap, perubah dan penghasil listrik adalah Photovoltaic atau yang disebut Panel Solar Cell. Dengan alat tersebut sinar matahari dirubah menjadi listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif dan positif didalam cell modul karena perbedaan electron. Hasil dari aliran elektron-elektron akan menjadi listrik DC yang dapat langsung dimanfaatkan untuk mengisi aki sesuai tegangan dan ampere yang diperlukan.

### **B. Mikrokontroler AT MEGA16**

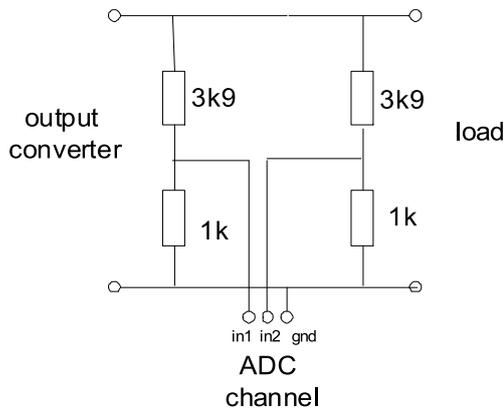
Mikrokontroler adalah otak dari kerja keseluruhan system. Pada proyek akhir ini digunakan mikrokontroler jenis AT MEGA16 yang memiliki 4 port yang masing-masing 8 bit. Pada system ini mikrokontroler memproduksi sinyal PWM untuk switching converter-converter serta membaca tegangan yang dihasilkan untuk dijaga nilainya.

### **C. Rangkaian Totem Pole**

Rangkaian totem pole digunakan sebagai kopling antara mikrokontroler dengan DC-DC converter karena mikrokontroler tidak mampu men-drive converter secara langsung.

#### D. Sensor Tegangan

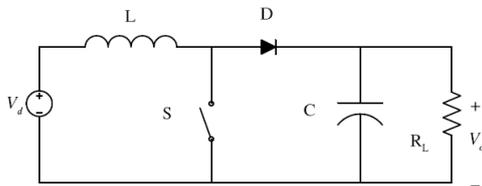
Sensor tegangan dibangun dengan menggunakan resistor pembagi tegangan karena tegangan yang di-sensing besarnya lebih dari 5V.



Gambar 1. Rangkaian sensor tegangan

#### E. Prinsip kerja Boost Converter

Boost konverter adalah DC- DC Konverter jenis penaik tegangan atau step up. Boost konverter mampu menghasilkan nilai tegangan output sama atau lebih besar dari tegangan inputnya. Boost Konverter dapat menaikkan tegangan tanpa membutuhkan trafo. Karena hanya menggunakan satu buah semikonduktor, boost konverter memiliki efisiensi yang tinggi



Gambar 2. Rangkaian Boost Converter

Pada sistem ini Boost converter digunakan sebagai penaik tegangan dari keluaran solar cell sebagai battery charger 24Volt. Untuk menjaga tegangan agar tetap stabil maka duty cycle yang diinputkan juga harus diatur. Pengaturan ini dilakukan oleh mikrokontroller berdasarkan inputan dari sensor tegangan.

Pada awal perancangan nilai parameter ditentukan sebagai berikut:

- Tegangan input ( $V_s$ ) = 8 Volt
- Tegangan output ( $V_o$ ) = 26 Volt
- Ripple tegangan = 0,1%
- Arus output ( $I_o$ ) = 3 A (max)
- Ripple arus = 10%
- Frekuensi switching = 40 KHz

##### 1. Perhitungan duty cycle:

$$D = \left(1 - \frac{V_{in-min}}{V_{out}}\right) \times 100\%$$

$$= \left(1 - \frac{8}{26}\right) \times 100\% = 69,2\%$$

##### 2. Perhitungan nilai induktor:

$$\Delta I_L = 0,4 \times I_{in} = 0,4 \times I_{out} \times \left[\frac{V_{out} + V_f}{V_{in-min}}\right]$$

$$\Delta I_L = 0,4 \times 3 \times \left[\frac{26 + 0,7}{8}\right] = 4,005A$$

$$L = \frac{1}{40000} \times 5,6 \times \frac{1}{4,005} = 34,97 \mu H$$

##### 3. Perhitungan nilai kapasitor:

$$I_{C,rms} = \sqrt{I_{D,RMS}^2 - I_o^2}$$

$$I_{C,rms} = \sqrt{3,58^2 - 3^2} = 1,95$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V_o} = \frac{I_{C,RMS} \times D \times T}{\Delta V_o}$$

$$C = \frac{1,95 \times 0,69 \times 25 \cdot 10^{-6}}{0,026} = 129 \mu F$$

Sedangkan untuk boost converter dari keluaran baterai:

- Tegangan input ( $V_s$ ) = 24 Volt
- Tegangan output ( $V_o$ ) = 220 Volt
- Ripple tegangan = 0,1%
- Arus output ( $I_o$ ) = 3 A (max)
- Ripple arus = 10%
- Frekuensi switching = 40 KHz

##### 1. Perhitungan duty cycle:

$$D = \left(1 - \frac{V_{in-min}}{V_{out}}\right) \times 100\%$$

$$= \left(1 - \frac{24}{220}\right) \times 100\% = 89\%$$

##### 2. Perhitungan nilai induktor:

$$\Delta I_L = 0,4 \times I_{in} = 0,4 \times I_{out} \times \left[\frac{V_{out} + V_f}{V_{in-min}}\right]$$

$$\Delta I_L = 0,4 \times 3 \times \left[\frac{220 + 0,7}{24}\right] = 11,035A$$

$$L = \frac{1}{40000} \times 21,39 \times \frac{1}{11,035} = 48,45 \mu H$$

##### 3. Perhitungan nilai kapasitor:

$$I_{C,rms} = \sqrt{I_{D,RMS}^2 - I_o^2}$$

$$I_{C,rms} = \sqrt{3,17^2 - 3^2} = 1,05A$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V_o} = \frac{I_{C,RMS} \times D \times T}{\Delta V_o}$$

$$C = \frac{1,05 \times 0,89 \times 25 \cdot 10^{-6}}{0,22} = 106,44 \mu F$$

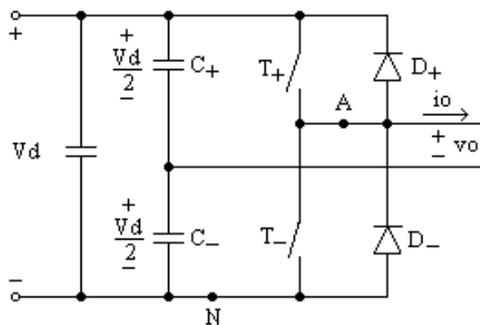
#### F. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian yang mengubah besaran DC menjadi AC. Fungsi inverter adalah untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang amplitudo dan frekuensi tegangan dapat diatur. Tegangan keluaran dapat diperoleh dengan mengubah tegangan masukan DC atau dengan mengubah cara switching dari inverter. Bentuk ideal tegangan keluaran inverter berbentuk sinus, tetapi secara praktis tidak sinusoidal dan

mengandung harmonisa. Untuk daya rendah atau daya medium tegangan keluaran persegi sudah cukup.

### Half bridge inverter

Pada Gambar 3. ditunjukkan rangkaian half bridge inverter. Dua buah kapasitor yang mempunyai nilai sama disambung secara seri dan melintang dengan tegangan input DC dan sambungan potensial kapasitor yang berada di tengah-tengah dengan tegangan yang melintang pada setiap kapasitor. Dengan memperhatikan switch state arus yang berada diantara dua buah kapasitor  $C_+$  dan  $C_-$  ( yang mana sama dan mempunyai nilai yang besar ) dibagi sama besar. Ketika  $T_+$  ON,  $T_+$  atau  $D_+$  akan konduksi tergantung dari arah arus keluaran, dan arah arus  $i_o$  dibagi sama besar oleh dua buah kapasitor. Hampir sama seperti ketika  $T_-$  ON,  $T_-$  atau  $D_-$  akan konduksi tergantung dari arah arus keluaran  $i_o$  dan arus  $i_o$  dibagi sama besar oleh dua buah kapasitor. Kapasitor  $C_+$  dan  $C_-$  sangat efektif jika disambung secara paralel pada jalur yang dilalui oleh  $I_o$ , juga dapat menjelaskan kenapa sambungan “o” berada pada potensial tengah.



Gambar 3. Rangkaian Half bridge inverter

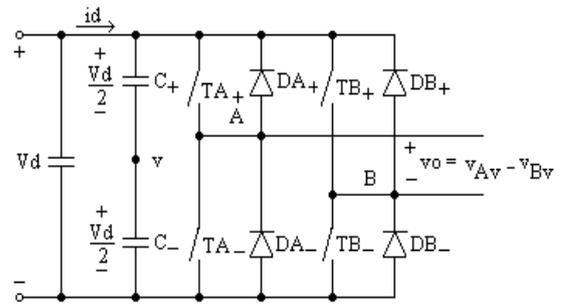
Ketika  $i_o$  mengalir terus ke paralel  $C_+$  dan  $C_-$ ,  $i_o$  akan steady state. Karena itu kapasitor ini bekerja seperti sumber dc membloking kapasitor, untuk menyelesaikan masalah saturasi pada trafo pada sisi primer, jika sebuah transformator digunakan pada keluaran inverter disediakan isolasi elektrik. Pada half bridge inverter tegangan puncak dan rating arus pada setiap switch adalah :

$$V_T = V_d$$

$$I_T = i_o, \text{ puncak}$$

### Full bridge inverter (single phase)

Full Bridge inverter ditunjukkan pada gambar 4. Inverter ini terdiri dari 2 pasang inverter tipe half bridge dan lebih banyak digunakan untuk rating daya besar. Dengan tegangan input dc yang sama, tegangan output maksimum menjadi dua kali dari half bridge inverter



Gambar 4. Rangkaian full bridge inverter

Untuk menghitung tegangan keluaran  $V_{rms}$  inverter digunakan persamaan:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_p^2 dt}$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{\pi/2} \int_0^{\pi/2} V_p^2 t]_0^{\pi/2}}$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{2}{\pi} V_p^2 \left(\frac{\pi}{2} - 0\right)}$$

$$V_{rms} = \sqrt{V_p^2} = V_p$$

## III. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

### 3.1 Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya merupakan pengujian awal secara hardware, dimulai dari pengukuran tegangan keluaran panel surya pada pukul 07.00 hingga 16.00. Pengukuran  $V_{short}$  dilakukan dengan hambatan resistor  $10W/10\Omega$ .

Hasil pengukuran panel surya

Waktu	Vopen (Volt)	Vshort (Volt)	I (Ampere)	ADC
7.00	19,1	8,10	0,84	1,65
8.00	18,43	10,30	1,44	2,10
9.00	18,52	15,90	1,62	3,24
10.00	18,21	14,75	1,41	3,01
11.00	18,59	16,50	1,67	3,36
12.00	18,43	16,15	1,62	3,29
13.00	18,44	16,03	1,61	3,27
14.00	18,7	12,46	1,25	2,54
15.00	18,68	12,17	1,25	2,48
16.00	17,21	3,40	0,39	0,69

### 3.2 Pengujian PWM

Pengujian PWM dilakukan pada output sinyal dari keluaran sinyal pulsa dengan pembangkit mikrokontroler. Untuk mendapatkan sinyal pulsa PWM dengan frekwensi switching 40KHz dan duty cycle 0,692, maka dilakukan pemrograman pada CodeAVR sebagai berikut:

1. Output sinyal pulsa PWM dari mikrokontroler pada PORTC.4.

2. Untuk mendapatkan frekwensi switching 40 KHz, maka setting timer1 adalah frekwensi switching buck converter ( $f$ ) = 40 KHz periode switching buck converter ( $T$ ) = 25 us frekwensi clock value pada timer1 = 11059,200KHz

periode clock value pada timer1 = 0,09 us

$$\text{nilai OCR1B} = \frac{25\mu}{0,09\mu s} = 277$$

nilai hexadesimal dari 277 adalah 0115

OCR1BH diisi 0X01

OCR1BL diisi 0X15

3. Untuk mendapatka duty cycle sebesar 0,823, maka nilai OCR1A adalah

$$\text{OCR1A} = 0,692 \times 277 = 192$$

nilai hexadesimal dari 364 adalah 00C0

OCR1AH diisi 0X00

OCR1AL diisi 0XC0

Pulsa sinyal keluaran dari mikrokontoler akan digunakan sebagai penyulut mosfet rangkaian buck konverter. Untuk mengamankan rangkaian mikrokontrpler dari arus balik boost converter maka digunakan rangkaian optocoupler sebagai rangkaian isolasi dan untuk meminimalkan power losses digunakan rangkaian totempole.

### 3.3 Pengujian Boost converter

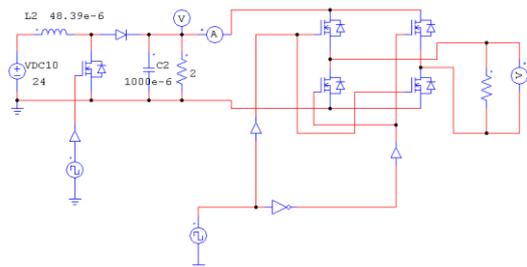
Pengujian Boost converter sebagai baterai charging dengan memberi tegangan input dan mengatur duty cycle dari PWM sehingga didapatkan tegangan output yang sesuai dengan baterai yang akan di charge. Tegangan input dari boost converter ini adalah dari tegangan keluaran solar cell seperti yang ditunjukkan pada tabel diatas. Namun pada pengujian ini di ambil input tegangan rata – rata dari tegangan keluaran solar cell.

Hasil pengujian boost converter

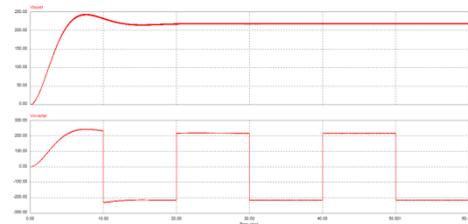
V in	I in	Duty cycle	V out	I out
8	1,12	0,7	27,22	0,2
10	1,31	0,6	27,14	0,36
12	1,45	0,55	27,72	0,42
15	1,47	0,4	28,18	0,53
17	1,52	0,35	28,76	0,59

### 3.4 Pengujian inverter

Pengujian inverter dilakukan dengan simulasi menggunakan software PSIM. Gambar rangkaian dari inverter adalah sebagai berikut:



Setelah dijalankan maka akan dilihat tegangan keluaran dari boost converter dan tegangan keluaran dari inverter.



## IV. KESIMPULAN

1. Dari pengambilan data pengujian solar cell dapat diketahui bahwa keluaran tegangan berbanding lurus dengan intensitas dari cahaya matahari, begitu juga arusnya.
2. Dari arus yang di inputkan pada boost converter akan terjadi penurunan arus pada keluaran boost converter.
3. Untuk mendapatkan keluaran tegangan boost converter bisa konstan untuk baterai charger, maka duty cycle harus diatur, sesuai dengan tegangan inputnya.

## V. DAFTAR PUSTAKA

1. Jerry Bramasto, "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa dengan Menggunakan Kontrol PI Fuzzy Untuk Pembersih Kecambah (Pembuatan Inverter 1 Fasa)", Proyek Akhir, 2007
2. Karakteristik panel surya, dari website panelsurya, <http://www.panelsurya.com/index.php/id/panel-surya-solar-cells-type>
3. Muhammad H Rashid, *Power Electronics Circuits, Devices, and Application 2<sup>nd</sup> Ed*, PT Prenhallindo, Jakarta, 1999
4. Mukund R. Patel, *Wind and Solar Power Sistem*, CRC press, US Merchant Academy Kings Point, New York, 1999.
5. Umar Hisbullah, *Rancang Bangun Pengubah DC ke AC (INVERTER) pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA)*, Proyek Akhir PENS-ITS, Surabaya, 2007