

RANCANG BANGUN SUATU SISTEM PEMANFAATAN SUMBER ENERGI TENAGA SURYA SEBAGAI PENDUKUNG SUMBER PLN UNTUK RUMAH TANGGA BERBASIS MIKROKONTROLER.

Pitvande Yanuar Hidayat¹, Endro Wahjono, S.ST, MT², Ainur Rofiq Nansur, ST, MT³
Mahasiswa Teknik Elektro Industri¹, Dosen Elektro Industri PENS-ITS², Dosen Elektro Industri PENS-ITS³
Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Telp (+62) 031-59447280 .Fax (+62) 031-5946114
Email: vande_sukses@yahoo.com

ABSTRAK

Energi cahaya dari matahari dapat berubah menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya 50 watt-peak sebanyak 4 (empat) 17,6V-8V .Panel surya dipasang secara paralel dengan maksud membesarkan arus keluar. Tegangan keluar panel surya perlu diturunkan atau dinaikkan sehingga tegangan keluar mencapai 14.5 volt. Naik atau turun tegangan keluar dari panel surya akan diatur oleh *buck boost converter*. . Pengaturan tegangan keluar *buck-boost converter* menggunakan mikrokontroler dengan pengaturan penyulutan *duty cycle* MOSFET IRFP460. Kemudian tegangan keluar *buck boost* akan difungsikan untuk pengisian arus *accumulator* 45AH. Tegangan yang semula DC dijadikan AC oleh *inverter* dengan tegangan keluar 220Volt digunakan untuk memikul beban rumah tangga. Beban rumah tangga akan disupply energi listrik oleh PLN pada pagi hari hingga sore hari dan *accumulator* akan diisi arus oleh panel surya. Saat tegangan panel surya dibawah tegangan yang tidak dapat dinaikkan *buck boost converter* maka proses pengisian arus pada *accumulator* berhenti dan *accumulator* akan memberi tegangan masuk pada *inverter* . Tegangan keluar *inverter* akan memikul sebagian beban rumah tangga. Perpindahan PLN menuju *inverter* akan diatur oleh pembacaan tegangan panel surya oleh sensor tegangan yang akan dikirim menuju mikrokontroler. Pembacaan tegangan tersebut akan dijadikan nilai dimana mikrokontroler akan memindahkan saklar dari PLN menuju *inverter*. Daya yang dapat dipikul *inverter* dalam satu hari sebesar 308WH.

Kata kunci: panel surya, *buck-boost converter*, *accumulator*, *Inverter*, sensor tegangan

ABSTRACT

Light energy from the sun can be transformed into electrical energy using solar panels. The voltage generated by the solar panel 50 watt-peak 4 (four) 17.6 V-8V. The solar panels installed in parallel with the intention of increased out current. Output Voltage of solar panels need to be lowered or raised so that the voltage reaches 14.5 volts output . Up or down the voltage out of the solar panels will be governed by the buck boost converter. Arrangement output voltage the buck-boost converter using a microcontroller with ignition settings IRFP460 MOSFET duty cycle. Then the buck boost the output voltage will be enabled to 45AH accumulator charging currents. Which was originally used as a DC voltage of the AC by the inverter with the output voltage 220 Volt used to carry the burden of the household. The burden of household electrical energy will be supplied by PLN in the morning until late afternoon and accumulator will be filled by current solar panels. When a voltage below the voltage solar panels that can not be raised buck boost converter is current at the accumulator charging process stops and the accumulator will give a voltage into the inverter. The voltage inverter will shoulder most of the burden of the household. PLN displacement toward the inverter will be governed by the solar panel voltage readings by the sensor voltage to be sent to the microcontroller. The voltage readings will be the value at which the microcontroller will move the switch from electricity to the inverter. Power inverter that can be carried in a one day of 308WH.

Key words: solar panels, buck-boost converters, accumulators, Inverters, voltage senso

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat mengakibatkan kebutuhan energi pun terus bertambah. Hal ini bertolak belakang dengan ketersediaan energi fosil yang selama ini menjadi bahan bakar utama yang semakin menipis, energi fosil ini sendiri adalah energi yang tidak dapat diperbaharui karena membutuhkan waktu yang sangat lama dalam pembentukannya.

Untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, pemerintah terus mengembangkan berbagai energi alternatif, di antaranya energi terbarukan. Potensi energi terbarukan, seperti biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, dan energi angin sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan di Indonesia sangat besar.

Terkait dengan energi surya, sebagai negara tropis Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

Pemanfaatan tenaga surya ini tentunya akan lebih efektif jika dalam pengaplikasiannya disertai dengan sistem kontrol yang efektif pula, dalam perencanaan tugas akhir ini menggunakan solar sel sebagai sumber pendukung dari PLN untuk beban rumah tangga. Tegangan yang dihasilkan solar sel dapat maksimal ketika dalam keadaan cuaca yang terik. Ketika keadaan mendung tegangan solar sel semakin kecil, saat nilai tegangan solar sel diturunkan ataupun dinaikkan dengan rangkaian buck-boost converter. Dengan tegangan keluar dari buck-boost converter dapat digunakan untuk mengisi battery. Tegangan keluar battery akan diubah menjadi tegangan AC melalui rangkaian inverter. Tegangan keluar dari inverter dapat digunakan untuk men-supply beban. Saat tegangan output battery tidak mampu untuk men-supply beban maka ATS akan berpindah ke sumber PLN melalui perintah mikrokontroler.

Pemanfaatan panas energi matahari merupakan salah satu sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Selain tersedia secara gratis pemanfaatan matahari sebagai salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan manusia terhadap energi batubara, minyak bumi dan gas alam yang pada kenyataan sulit untuk diperbaharui.

1.1. Tujuan

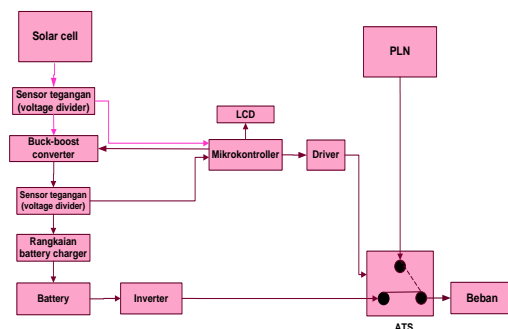
Tujuan alat ini adalah untuk memanfaatkan tenaga surya sebagai energi alternatif untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN untuk men-supply beban rumah tangga.

1.2. Batasan Masalah

1. Empat buah *Solar cell 50 watt-peak* digunakan sebagai sumber utama untuk membangkitkan tegangan 17,6 Vdc. Tegangan keluarannya disimpan pada *Accumulator 12 V 45 AH*.
2. Rangkaian *DC-DC converter* ini digunakan untuk menurunkan dan menaikkan tegangan keluaran dari *solar cell* sebesar 8 volt sampai 17,6 volt menuju 14,5 volt dengan penyulutan PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dibangkitkan oleh mikrokontroler ATMEGA16.
3. Waktu solar cell untuk men-supply rumah tangga tidak ditentukan, hal ini tergantung dengan keadaan cuaca dan kondisi *accumulator*
4. Inverter yang digunakan pada Proyek Akhir ini berdaya maksimal 200 Watt

2. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK

Dalam membangun sistem pemanfaatan sumber energi tenaga surya sebagai pendukung sumber PLN untuk rumah tangga berbasis mikrokontroler dibutuhkan beberapa bagian pendukung seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.



2.1 Perancangan Perangkat Keras

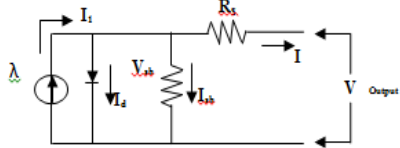
Pada tahap ini, dilakukan pengujian analisa terhadap rangkaian *buck-boost converter*, rangkaian *battery charger*, dan rangkaian beban. Selanjutnya dimulai pembuatan hardware system yang pada akhirnya juga akan diuji. Tegangan keluar solar sel dinaikkan atau diturunkan dengan rangkaian *buck-*

boost converter. Pada *buck-boost converter* ini menggunakan pengaturan *duty cycle* melalui mikrokontroler. Tegangan keluar *buck-boost converter* disensor dengan *voltage divider* untuk mengetahui tegangan keluar dari *buck-boost converter* agar dapat mengisi *accumulator*. Tegangan keluar *accumulator* berupa tegangan DC kemudian diubah menjadi tegangan AC melalui rangkaian *inverter*. Tegangan keluar panel surya disensor dengan sensor tegangan untuk mengetahui apakah tegangan keluar panel surya dapat mengisi *accumulator*. tegangan keluar panel surya akan dijadikan dasar perpindahan dari PLN menuju inverter. Tegangan keluar inverter digunakan untuk men-supply beban.

3. Pengujian dan Analisa

3.1 Pengujian panel surya

Pengujian panel surya dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari panel surya terhadap cahaya yang jatuh pada permukaan panel surya. Panel surya yang akan diuji coba berjumlah 4 buah. 4 buah panel surya ini akan dihubungkan secara paralel. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar arus yang dihasilkan panel surya merupakan akumulasi dari keempat panel surya tersebut. Panel surya merupakan sumber arus yang kemampuan menghasilkan arusnya sebanding dengan intensitas cahaya yang jatuh di permukaannya.



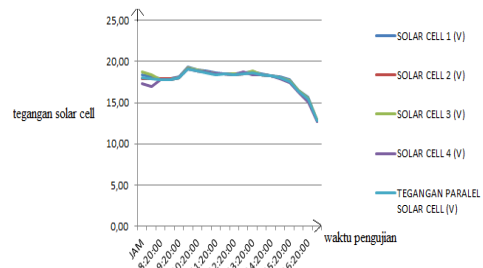
Gambar 4.1. Rangkaian ekuivalen sel surya

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan data tegangan tiap panel surya dan tegangan paralel 4 panel surya. Berikut tabel data dan kurva tegangan 4 panel surya :

Tabel 4.1 tegangan 4 panel surya

Jam pengujian	SC1 (v)	SC2 (v)	SC3 (v)	SC3 (v)	paralel (v)
7:50	18,36	17,95	18,70	17,33	17,99
8:20	18,13	17,87	18,43	17,01	17,94
8:50	17,90	17,94	17,84	17,82	17,85
9:20	17,95	17,91	17,85	17,80	17,83
9:50	18,13	18,05	18,05	18,05	18,07
10:20	19,29	19,20	19,20	19,13	19,11
10:50	19,00	18,92	18,94	18,87	18,85
11:20	18,82	18,73	18,71	18,73	18,62
11:50	18,61	18,51	18,51	18,55	18,42
12:20	18,57	18,48	18,49	18,51	18,52
12:50	18,52	18,44	18,46	18,42	18,41
13:20	18,67	18,52	18,56	18,75	18,51
13:50	18,72	18,77	18,87	18,43	18,65
14:20	18,49	18,45	18,43	18,41	18,44

14:50	18,32	18,30	18,31	18,28	18,29
15:20	18,12	18,05	18,09	17,95	18,06
15:50	17,78	17,56	17,68	17,47	17,57
16:20	16,54	16,34	16,48	16,21	16,35
16:50	15,63	15,23	15,53	15,12	15,43
17:00	13,00	12,86	12,97	12,76	12,84

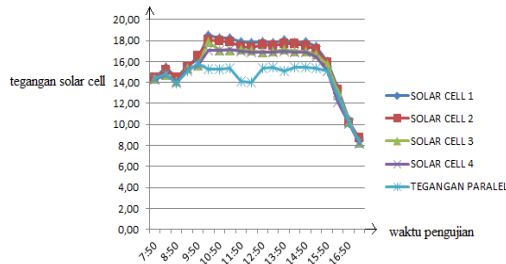


Gambar 4.3 kurva tegangan 4 panel surya

Tegangan panel surya saat terbebani mengalami penurunan tegangan. Hal ini terjadi saat panel surya digunakan untuk pengisian *accumulator*. Berikut data solar cell saat pengisian *accumulator* :

Tabel 4.2 tegangan panel surya saat pengisian *accumulator*

Jam Pengujian	SC1 (v)	SC2 (v)	SC3 (v)	SC4 (v)	paralel (v)
7:50	14,46	14,42	14,37	14,32	14,35
8:20	15,43	15,14	14,71	14,71	14,86
8:50	14,47	14,44	14,13	14,13	13,93
9:20	15,58	15,46	15,34	15,31	15,07
9:50	16,24	16,50	15,64	15,64	15,80
10:20	18,47	18,08	17,83	17,03	15,26
10:50	18,20	17,95	17,03	17,06	15,28
11:20	18,21	17,89	17,06	17,17	15,40
11:50	17,89	17,47	17,17	16,94	14,08
12:20	17,80	17,36	17,11	16,85	14,03
12:50	17,84	17,59	16,93	16,92	15,32
13:20	17,81	17,50	17,02	16,91	15,44
13:50	18,05	17,72	17,12	16,98	15,09
14:20	17,78	17,66	16,98	16,88	15,42
14:50	17,87	17,48	17,02	16,92	15,43
15:20	17,47	17,15	16,69	16,46	15,36
15:50	16,02	15,87	15,68	15,13	15,11
16:20	13,44	13,26	13,11	12,11	12,77
16:50	10,40	10,12	10,25	10,03	10,14
17:00	8,46	8,76	8,23	8,14	8,35



Gambar 4.4 kurva tegangan panel surya saat pengisian accumulator

Pengujian buck boost converter

Buck-boost converter merupakan step up dan step down DC-DC converter. Nilai tegangan keluar berdasarkan tegangan masuk buck-boost converter dan besar duty cycle sinyal PWM yang berasal dari mikrokontroler yang men-drive bagian switching MOSFET IRFP460. Dalam pengujiannya, buck-boost converter diberi tegangan masuk sebesar 17 volt hingga 7 volt dan diberi sinyal drive dengan duty cycle 20% hingga 80% dan tegangan keluar dijaga stabil sebesar 14 volt. Berikut data yang telah didapatkan :

Tabel 4.3 nilai seting duty cycle buck-boost

no	Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Duty Cycle (%)
1	17,6	0,45	14,49	0,43	45,1
2	16	0,495	14,49	0,43	47,7
3	15	0,531	14,53	0,43	49,1
4	14	0,564	14,51	0,436	51,6
5	13	0,605	14,52	0,436	60,2
6	12	0,668	14,52	0,436	63,1
7	11	0,746	14,51	0,436	66,51
8	10	0,845	14,52	0,43	69,1
9	9	0,975	14,51	0,43	72,1
10	8	1,15	14,49	0,43	76

Berikut merupakan data nilai kesalahan dari buck boost converter dengan membandingkan tegangan teori dengan tegangan praktek :

Tabel 4.4 nilai error buck boost converter

Vin (V)	Iin (A)	Iout prak (A)	DC (%)	Vout prak (V)	Vout teori (V)	Error
14	0,045	0,1	20	3,585	3,5	0,024
14	0,096	0,164	25	5,64	4,66	0,2
14	0,13	0,2	30	6,73	6	0,12
14	0,22	0,26	35	8,88	7,5	0,184

14	0,297	0,314	40	10,47	9,37	0,117
14	0,34	0,336	45	11,24	11,45	0,02
14	0,523	0,418	50	13,99	14	0,0007
14	0,599	0,445	55	15,87	17,11	0,07
14	0,653	0,47	60	19,29	21	0,08
14	0,922	0,55	65	22,52	26	0,133
14	1,346	0,65	70	27,22	32	0,149
14	1,952	0,76	75	33,4	42	0,204

Pengujian charging accu berbeban

Pada pengujian pengisian accumulator 45Ah dengan sumber empat panel surya 50 WP telah menggunakan buck boost converter sebagai pengontrol tegangan charging agar tetap stabil 14,5 volt. Mosfet telah di drive dengan sudut penyulutan PWM menggunakan program mikrokontroler. Accumulator 12 volt dc akan memberi tegangan masuk inverter, kemudian inverter akan merubah 12 volt dc menjadi 220 volt AC. Beban yang dipakai dalam uji coba ini adalah lampu 220 volt AC 5 watt dan lampu 220 volt AC 100 watt. Berikut data pengisian accumulator:

Tabel 4.6 pengisian accumulator berbeban

beban	tegangan masuk panel surya	tegangan keluar buck boost	arus masuk panel surya	arus pengisian accumulator
Lampu 5 watt	12 volt	14.5 volt	2,8 ampere	0,85 ampere
lampu 100watt	11,2 volt	14.5 volt	2,8 ampere	0,9 ampere

PENGUJIAN INVERTER DENGAN BEBAN

Pada pengujian ini inverter dengan sumber listrik dari accumulator 12 V 45 Ah dibebani beberapa macam beban untuk melihat konsumsi arus dari accumulator. Berikut data pengujian inverter dengan beban.

Tabel 4.8 pengujian inverter berbeban

Beban	daya beban (W)	I out accumulator (A)	Vout inverter (V)
Blender	180	16	216
Kipas angin	45	6	220
2 Lampu pijar Kipas angin	170	17	219

2 Lampu pijar Kipas angin	185	18,5	216
1 Lampu pijar 1 Lampu CFL Kipas angin	124	12,5	219
1 Lampu CFL	14	2,25	220

6. Malvino, "Prinsip-prinsip Elektronik", Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984

4 PENUTUP

4.1 KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan sistem pemanfaatan tenaga matahari untuk sumber listrik beban rumah tangga, maka dapat disimpulkan:

1. Arus pengisian yang dapat masuk ke *accumulator* pada sistem maksimal 2,3 A .
2. Tegangan keluar pada *buck boost* saat pengisian *accumulator* dapat stabil 14V-14,5V. Saat *accumulator* terbebani nilai tegangan keluar *buck boost* menjadi menurun hingga 11,9V namun beberapa saat akan kembali 14.5V.
3. Arus pengisian *accumulator* saat tidak menggunakan *converter* mencapai 5,23A.
4. Daya yang dapat dihasilkan inverter dalam satu hari sebesar 308W.

5. Daftar Pustaka

1. Datasheet of Mikrokontroller AT Mega 16
2. Fandi Budiawan, "RANCANG BANGUN ALAT PENYIRAM TAMAN DENGAN MENGGUNAKAN MATAHARI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF", Proyek Akhir 2009
3. Fikri Amrullah, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN *BATTERY CHARGER* PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN", Proyek Akhir 2007.
4. Mukund R. Patel, "Wind and Solar Power System", 1999, US Merchant Marine Academy Kings Point, New York, 19999
5. Muhammad H Rashid, "Power Electronics Circuits, Devices, and Application 2nd Ed ", PT Prenhallindo, Jakarta , 1999