

Perancangan Sistem Hybrid Solar Cell dan PLN Menggunakan Solar Charger Controller dan Voltage Sensor

Aditya Ainul Haqiqi Prihatmojo¹, Tundung Subali Patma², Fathoni³

[Submission: 18-05-2022, Accepted: 21-07-2022]

Abstract— The world's energy needs continue to increase while the fossil energy sources used continue to run low, so an alternative energy is needed to supply energy needs. This thesis designs a hybrid system between solar cells, batteries, and PLN to supply a 12V DC load. For resource switches, relays are used with trigger data from the Voltage Sensor. This system uses a solar cell of 50wp and has a peak state at 12.00 by producing a voltage of 21.10V, a current of 0.39A and a power of 8.07W. The output voltage from the solar cell will enter the Solar Charger Controller to regulate the output power so that it can be used for charging batteries. Rectifier is used to convert 220V AC voltage into 12V DC voltage. The battery state is 100% when the voltage reaches 12.71V and charging is done when the battery is 30%-40% with a voltage of 11.8V. the charging system is controlled by the Solar Charger Controller, while the hybrid system with resource transfer is controlled by Arduino via the Voltage Sensor. In order for the voltage on the battery to be read by Arduino, a voltage divider with a maximum value of 5V is needed, this voltage divider will be in one circuit with the Voltage Sensor.

Intisari— Kebutuhan energi di dunia terus meningkat sedangkan sumber energi fosil yang digunakan terus menipis, sehingga dibutuhkan suatu energi alternatif untuk memasok kebutuhan energi. Skripsi ini merancang sistem hibrid antara solar cell, baterai, PLN untuk mensuplai beban DC 12V. Sistem ini menggunakan solar cell sebesar 50wp dan mengalami keadaan puncak pada pukul 12.00 dengan menghasilkan tegangan 21,10V, arus 0,39A dan daya sebesar 8,07W. Tegangan keluaran dari solar cell akan masuk ke Solar Charger Controller untuk diatur daya output sehingga bisa digunakan untuk charging accu. Penyearah digunakan untuk mengubah tegangan AC 220V menjadi tegangan DC 12V. Untuk switch sumberdaya digunakan Relay dengan trigger data dari Voltage Sensor. Keadaan baterai 100% ketika tegangan mencapai 12,71V dan dilakukan pengisian ketika keadaan baterai 30%-40% dengan tegangan sebesar 11,8V. untuk sistem pengisian daya dikontrol oleh Solar Charger Controller sedangkan untuk Sistem hibrid dengan pemindahan sumberdaya dikontrol oleh Arduino melalui Voltage Sensor. Agar tegangan pada baterai bisa dibaca oleh Arduino maka dibutuh pembagi tegangan dengan nilai maksimal 5V, pembagi tegangan ini akan menjadi satu rangkaian dengan Voltage Sensor.

Kata Kunci— Sistem Hybrid, Solar Cell, PLN, Solar Charger Controller, Voltage Sensor.

I. PENDAHULUAN

Kehidupan manusia modern semakin tergantung kepada energi, sehingga kesejahteraannya sangat ditentukan oleh jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkannya baik secara langsung maupun tidak langsung. Namun kebutuhan energi di Indonesia khususnya dan di dunia pada umumnya terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri. Jika diasumsikan rata-rata pertumbuhan kebutuhan listrik adalah sebesar 7% per tahun selama kurun waktu 30 tahun, konsumsi akan meningkat dari 21,52 Gwh di tahun 2000 menjadi sekitar 444,53 Gwh pada tahun 2030 [1].

Kebutuhan energi di dunia hingga detik ini cenderung dipenuhi dengan bahan bakar fosil. Diperkirakan pemakaian energi dunia hingga tahun 2025 akan masih didominasi bahan bakar fosil yakni minyak, gas alam dan batubara. Kecenderungan seperti ini pun juga terjadi di Indonesia [2].

Dapat kita ketahui bahwa PLN sebagai sumber utama energi listrik di Indonesia tidak selamanya kontinu dalam menyalurkan sumber listrik, Suatu saat pasti terjadi pemadaman total yang dapat disebabkan oleh gangguan pada sistem pembangkit sedangkan suplai energi listrik sangat diperlukan terus menerus. Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan sumber energi lain selain PLN [3].

Pemanfaatan energi matahari merupakan satu diantara sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk memasok kebutuhan energi sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pemanfaatan tenaga surya ini tentunya akan lebih efektif jika dalam pengaplikasiannya disertai dengan sistem kontrol yang efektif pula. Namun dalam pengaplikasiannya PLTS tidak dapat digunakan selama sehari penuh karena sumber energi matahari hanya tersedia pada siang hari maka tetap dibutuhkan sumber dari PLN agar dapat mensuplai energi listrik secara terus menerus. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem switch otomatis yang dapat mengatur sumber yang digunakan dengan kondisi tertentu [4].

¹Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia; e-mail: adityaainulhaqiqi@gmail.com

^{2,3}Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia; e-mail: tundung.subali@polinema.ac.id, fathoni@polinema.ac.id



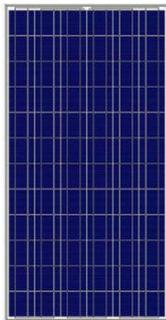
II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini meliputi beberapa komponen penting dan beberapa metode yang digunakan dalam penelitian baik metode dalam pembuatan hardware dan juga bagian software.

A. Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi energi listrik. Panel surya sering disebut sel photoVoltaic yang dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik”. Sel surya atau sel PhotoVoltaic (PV) bergantung pada efek photoVoltaic untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Sel surya perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi panel surya secara signifikan, dan menurunkan masa pakai dari yang diharapkan.

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.



Gambar 1. Panel Surya Polikristalin

B. Solar Charger Controller

Solar Charger Controller adalah rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian aki atau rangkaian aki (Battery Bank). Tegangan DC yang dihasilkan oleh panel sel surya umumnya bervariasi 12 volt ke-atas. Kontroler ini berfungsi sebagai alat pengatur tegangan aki agar tidak melampaui batas toleransi dayanya. Disamping itu, alat pengontrol ini juga mencegah pengaliran arus dari aki mengalir balik ke panel sel surya ketika proses pengisian sedang tidak berlangsung (misalnya pada malam hari) sehingga aki yang sudah dicas tidak terkuras tenaganya. Apabila aki atau rangkaian aki sudah

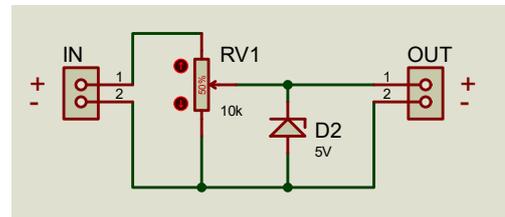
penuh terisi, maka aliran DC dari panel surya akan diputuskan agar aki itu tidak lagi menjalani pengisian sehingga pengerusakan terhadap baterai bisa dicegah dan usia aki bisa diperpanjang. Pengendalian proses pengisian aki dengan membuka dan menutup aliran arus DC dari panel surya ke aki adalah fungsi yang paling dasar sebuah charge controller.



Gambar 2. Solar Charger Controller

C. Voltage Sensor

Voltage Sensor adalah sebuah rangkaian elektronika sederhana terdiri dari Potensio yang memiliki fungsi sebagai pembagi tegangan dan diode zener bekerja pada daerah breakdown, sehingga menghasilkan tegangan output yang sama dengan tegangan zener atau $V_{out} = V_z$. Pada penelitian ini digunakan untuk membagi tegangan dari Accu sebesar 12 VDC menjadi tegangan maksimal 5 VDC sesuai tegangan maksimal input pada pin ADC Arduino. Rangkaian pembagi tegangan atau voltage sensor ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Voltage Sensor

D. Relay

Relay adalah saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



9 772356 053009



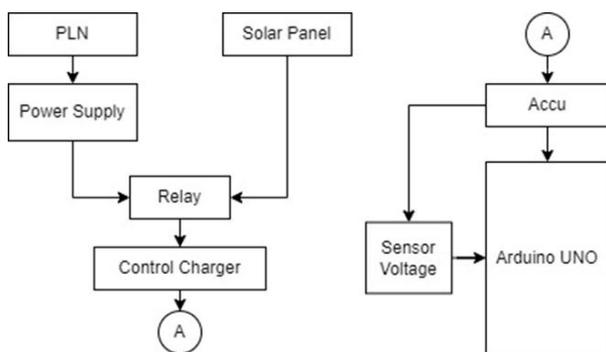
Gambar 4. Relay

III. METODE PENELITIAN

A. Blok Diagram

Solar panel digunakan sebagai sumber energi listrik utama dengan menyerap cahaya matahari. Sebelum tegangan keluaran dari solar cell masuk kedalam accu dan mensuplai beban terlebih dahulu diatur didalam solar charger controller. Ketika tegangan accu kurang dari 12 maka sensor voltage akan mengirim data ke Arduino untuk mentrigger Relay untuk switch tegangan dari Panel Surya ke Power Supply. Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem ini.

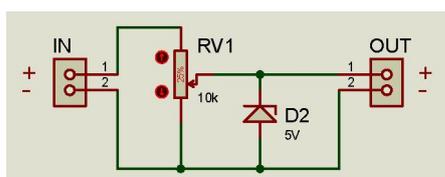
Penelitian ini meliputi beberapa komponen penting dan beberapa metode yang digunakan dalam penelitian baik metode dalam pembuatan *hardware* dan juga bagian *software*.



Gambar 5. Diagram Blok Hardware

B. Rangkaian Vontage Sensor

Voltage Sensor adalah sebuah rangkaian elektronika sederhana terdiri dari Potensio yang memiliki fungsi sebagai pembagi tegangan dan diode zener bekerja pada daerah breakdown, sehingga menghasilkan tegangan output yang sama dengan tegangan zener atau $V_{out} = V_z$. Pada penelitian ini digunakan untuk membagi tegangan dari Accu sebesar 12 VDC menjadi tegangan maksimal 5 VDC sesuai tegangan maksimal input pada pin ADC Arduino. Rangkaian pembagi tegangan atau voltage sensor ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Voltage Sensor

Agar bisa dibaca oleh Analog Read Arduino maka diperlukan pembagi tegangan dengan nilai maksimal 5 Vdc. Pada perancangan rangkaian Voltage Sensor ini untuk outputnya dibuat menjadi 3 Vdc agar bisa dibaca oleh Analog Read Arduino. Berikut Perhitungan untuk mencari hambatan resistor potensio agar tegangan sumber 12 Vdc bisa menjadi 3Vdc :

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1+R_2} \times V_{in} \quad [1]$$

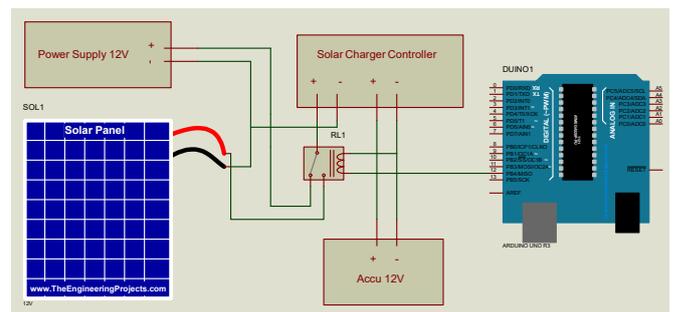
$$3V = \frac{R_1}{10K} \times 12V$$

$$0,25 = \frac{R_1}{10K}$$

$$R_1 = 2.500 = 2,5k \Omega$$

Dari Perhitungan diatas didapatkan nilai hambatan potensio sebesar 2,5K Ω untuk bisa mendapat tegangan output sebesar 3Vdc. Maka pengaturan pada potensio diharuskan pada 25% untuk mendapatkan nilai 2,5k Ω pada potensio.

C. Rangkaian Switch Sumberdaya Hybrid Melalui Relay



Gambar 7. Rangkaian switch sumberdaya hybrid melalui relay

Sistem Hybrid melalui relay akan dikontrol oleh Arduino menggunakan data yang didapat dari Voltage Sensor hasil pembacaan tegangan Accu. Ketika tegangan accu menjadi 12V maka sensor voltage yang telah dikonversikan tegangannya agar bisa diterima Arduino akan mengirim tegangan untuk mentrigger relay untuk switch sumber daya dari panel surya ke power supply

IV. HASIL DAN ANALISA

Pengujian dilakukan pada beberapa sistem, yaitu solar panel, solar charger controller dan voltage sensor. Proses pengujian solar panel dan solar charger controller dilakukan untuk mendapat data tegangan, arus, dan daya, sedangkan



pengujian voltage sensor digunakan untuk mendapatkan tegangan guna trigger relay sebagai switch sumberdaya.

A. Pengujian Solar Panel dan Solar Charger Controller

Pengujian yang dilakukan pertama adalah pengujian terhadap solar cell, bertujuan untuk mengetahui besaran nilai keluaran dari solar cell yang berupa tegangan, arus dan daya maksimum pada saat diberi berbagai waktu. Data dari pengujian solar cell ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 8. Pengujian Solar Panel dan Solar Charger Controller

TABEL 1.
 DATA PENGUJIAN SOLAR PANEL DAN SOLAR CHARGER CONTROLLER

Waktu	Kondisi	Solar Panel		Pin (Watt)	Solar Charger Controller		Pout (Watt)
		Vin (V)	Iin (A)		Vout (V)	Iout (A)	
10.00	Cerah	17,51	0,37	6,47	12,77	0,11	1,40
10.30	Cerah	19,28	0,38	7,32	12,46	0,11	1,37
11.00	Cerah	19,71	0,38	7,48	12,56	0,12	1,50
11.30	Cerah	19,82	0,38	7,53	13,10	0,12	1,57
12.00	Cerah	21,10	0,38	8,01	13,77	0,13	1,79
12.30	Cerah	20,71	0,39	8,07	13,54	0,13	1,76
	Berawan						
13.00	Mendung	18,77	0,38	7,13	12,42	0,12	2,00
13.30	Mendung	16,27	0,37	6,01	12,41	0,12	1,48
14.00	Mendung	14,18	0,36	5,10	12,40	0,11	1,36
14.30	Gerimis	12,40	0,35	4,34	12,30	0,11	1,35

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai tegangan awal solar cell sebesar 17,51V dengan tegangan puncak 21,10V. Sedangkan daya awal sebesar 6,47W meningkat seiring dengan semakin tingginya tegangan sehingga mencapai daya puncak 8,09W kemudian menurun secara tajam karena perubahan intensitas cahaya matahari yang disebabkan oleh cuaca berawan hingga mendung dan gerimis.

Dari hasil pengamatan didapatkan nilai terbesar arus dan tegangan adalah 0,39 A dan 21,10 V dengan daya maksimal adalah 8,09 W, dan diketahui bahwa daya maksimal didapatkan pada saat sinar matahari mencapai intensitas maksimum yaitu pada saat pukul 12.00. Pada saat pengukuran diatas pukul 12.30 cuaca berubah menjadi berawan hingga mendung. Sehingga intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya juga menurun.

B. Pengujian Voltage Sensor

Setelah itu pengujian terhadap Voltage Sensor ditampilkan pada Tabel 2, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui data dan tegangan hasil sensor tiap kenaikan tegangan selama proses charging. Pengujian menggunakan tegangan masukan DC 12V dari power supply yang kemudian masuk ke solar charger controller untuk kendali charging accu.

TABEL 2.
 DATA PENGUJIAN VOLATAGE SENSOR

Tegangan Accu (Vdc)	Output Sensor Voltage (Vdc)	Read Analog
12,06	2,75	300
12,17	2,80	303
12,24	2,84	305
12,35	2,85	308
12,43	2,88	311
12,59	2,93	313
12,70	3,00	316

Dari table dapat dilihat bahwa tegangan dari sensor voltage dan data dari Analog Read Arduino akan naik seiring dengan bertambahnya tegangan accu saat charging. Ketika tegangan kurang dari 12V atau pembacaan Arduino <300 maka Arduino diprogram untuk mentrigger relay agar bisa switch tegangan dari panel surya ke power supply.

V. PENUTUP

Sistem hybrid terdiri atas Panel Surya 50wp dan PLN. Tegangan awal solar panel sebesar 17,51V dengan tegangan puncak 21,10V. Sedangkan daya awal sebesar 6,47W meningkat seiring dengan semakin tingginya tegangan sehingga mencapai daya puncak 8,09W kemudian menurun secara tajam karena perubahan intensitas cahaya matahari



yang disebabkan oleh cuaca berawan hingga mendung dan gerimis.

Solar Charger Controller bertujuan untuk mengatur proses pengisian accu, tegangan, karena tegangan dari Solar panel berubah-ubah berdasarkan intensitas cahaya matahari tiap waktunya.

Voltage Sensor berfungsi untuk mengubah tegangan accu agar bisa diterima oleh ADC Arduino, maka tegangan diubah menjadi tegangan maksimal 5V. Ketika tegangan output Voltage sensor <2,75V yang mana itu menunjukkan tegangan Accu <12V maka Arduino akan menerima data <300 yang mana data ini akan mentrigger Relay untuk Switch sumberdaya dari panel surya ke Power Supply.

[9] Jatmiko, Bambang. (2007). "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif ". Jurnal Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 4-8.

[10] Sholeh, Rif'an. (2012). "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya". Jurnal EECCIS, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, 4-8.

REFERENSI

- [1] Arie, Evan. (2015). "Rancangan Alat Pengisi Daya Dengan Panel Surya (Solar Charging Bag) Menggunakan Quality Function Deployment (QFD)". Jurnal Institut Teknologi Nasional, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institute Teknologi Nasional Bandung, 3-9.
- [2] Astra, I Made, Satwiko, & Sidopekso. (2011). "Studi Rancang Bangun Solar Charge Controller dengan Indikator Arus, Tegangan dan Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535". Jurnal Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, 4-8.
- [3] Bien, Liem. (2008). "Perancangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Jala-Jala Listrik PLN Untuk Rumah Perkotaan". Jurnal Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trisakti, 3-5.
- [4] Deba. (2014). "Arduino Mppt Solar Charge Controller". Jurnal Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November, 4-5.
- [5] Faisal, Wawan. (2014). "Pengujian Modul Solar Charger Controller Pada Teknologi Pembuangan Sampah Pintar". Jurnal Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, 3-9.
- [6] Henry, Teten. (2015). "Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch". Jurnal Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta, 3-9.
- [7] Heroe. (2008). "Rangkaian Operational Amplifier". Jurnal Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November, 4-5.
- [8] Jamal, Abid. (2015). "Home Made Maximum Power Point Tracking (MPPT) Charge Controller Alternative energy". Jurnal Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November, 5-7.



9 772356 053009