

Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Sel Surya dengan Raspberry Pi Berbasis Web Sebagai Sarana Pembelajaran di Akademi Teknik dan Penerbangan Surabaya

Hartono

Indah Masluchah

Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara
Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani 1/73 Wonocolo Surabaya 60236

Telp. (031) 841087, Fax. (031) 8490005

ABSTRAK

Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Solar Cell dengan Raspberry Pi Berbasis Web ini digunakan untuk mendukung proses pembelajaran program studi Teknik Listrik Bandar Udara khususnya yaitu pembelajaran praktek ilmu Sel Surya. Rancangan ini menggunakan Sensor Arus dan Tegangan yang dipasang antara Panel Sel Surya-Charger Controller, Charger Controller –Baterai, Baterai –Beban, serta Sensor Suhu yang dipasang pada Battery. Pemasangan sensor – sensor ini digunakan untuk mengetahui kondisi arus, tegangan, serta suhu pada rangkaian Sel Surya sehingga dapat mempermudah penjelasan tentang prinsip kerja Sel Surya dalam proses pembelajaran. Hasil pembacaan sensor – sensor tersebut akan diolah oleh Mikrokontroler yang kemudian akan dikirim ke Raspberry Pi untuk ditampilkan melalui Web.

Kata kunci: Solar Cell, Media pembelajaran berbasis web, Intensitas Cahaya, Beban, Sensor Arus dan Tegangan

PENDAHULUAN

Di laboratorium listrik Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan terdapat panel sel surya dan baterai sel surya yang difungsikan sebagai media pembelajaran bagi taruna jurusan Teknik listrik Bandar udara di Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Surabaya, khususnya pada mata kuliah Catu Daya Cadangan dan Sistem Daya Kelistrikan. Dalam penelitian ini, penulis bermaksud memodifikasi sel surya dengan menambahkan sistem monitoring pada sel surya dan kontrol yang digunakan untuk mensimulasikan kerja rangkaian sel surya dengan mengatur intensitas cahaya serta mengatur beban yang disambungkan ke baterai sel surya sehingga dapat diketahui keadaan baterai sel surya serta dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran untuk simulasi kerja rangkaian sel surya.

Energi Listrik Tenaga Surya

Sel surya atau juga sering disebut fotovoltaik adalah divais yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi sangat besar energi cahaya matahari yang sampai ke bumi.

Saat disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short-circuit dalam skala milliampere per cm². Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara

seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar (Air Mass 1.5). ("The Physics of Solar Cell", Jenny Nelson)

Satu sel surya memberikan suatu tegangan 0.5V. Jadi konfigurasi standar adalah 36 atau 40 buah sel surya untuk menghasilkan tegangan 12V – 17V yang cukup untuk mengisi baterai 12V. (Ir. Astu Pudjanarsa, MT; Prof. Ir. Djati nursuhud, MSME, 2014, Buku Mesin Konversi Energi)

Konsep Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sistem sel surya yang digunakan terdiri dari panel surya, rangkaian control pengisian (charger controller), dan aki (baterai) 12 volt. Sel surya ini dihubungkan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. (Razhio, 2007)

Panel Surya

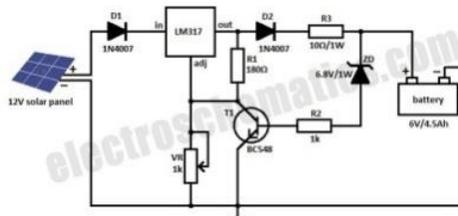
Panel surya terdiri dari susunan sel surya yang dihubungkan secara seri. Sel surya berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya umumnya dibuat dari silikon yang merupakan bahan semikonduktor. Daya yang dihasilkan sebuah panel surya bergantung pada radiasi matahari yang diterima, luas permukaan panel dan suhu panel.

Charger Controller



Gambar 1. Charger Control

Solar Charger Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke *baterai* dan diambil dari *baterai* ke beban.



Gambar 2 Circuit Regulator Panel Surya

Jadi tanpa *solar charger controller*, *baterai* akan rusak oleh *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 - 14.7 Volt. Beberapa fungsi detail dari *solar charger controller* adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke *baterai*, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
2. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari *baterai* agar *baterai* tidak *full discharge* dan *overloading*.
3. Monitoring temperature *baterai*.

Sensor Arus ACS712-5

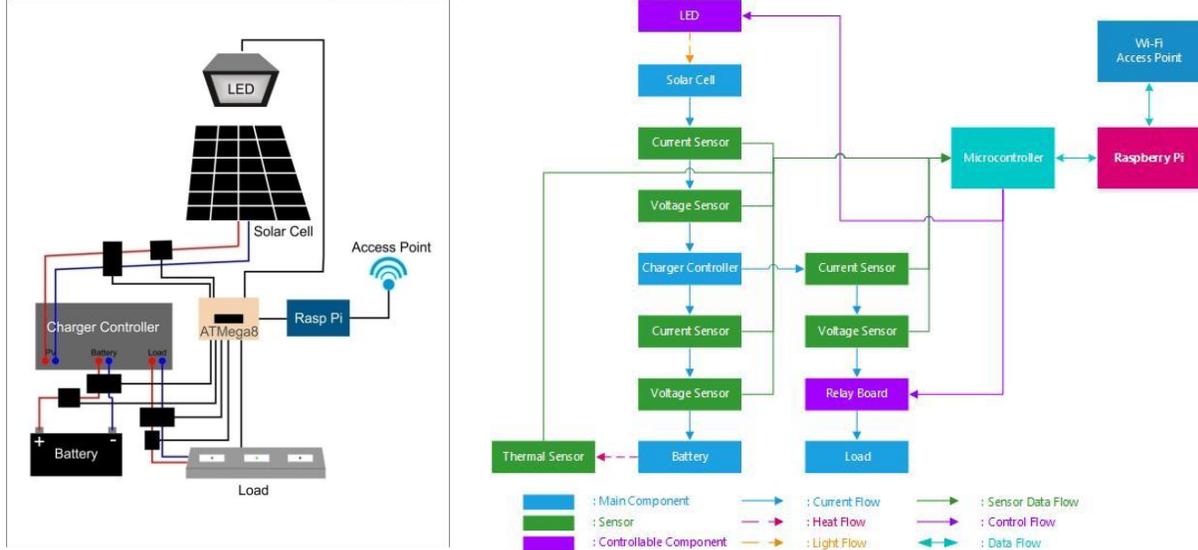
Jenis sensor arus yang digunakan adalah sensor arus type ACS712-5.0. Sensor ini bisa digunakan untuk mengukur arus hingga 5 ampere.

Mikrokontroler Atmega 8

AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K byte *In-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi intruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2.7 – tegangan antara 4,5 – 5,5 V. (AA Harahah - 2015)

Perancangan dan Pembuatan Alat

Berikut ini merupakan konsep rancangan alat secara keseluruhan yang nantinya akan penulis buat. Urutan dan perangkat yang akan digunakan akan dijelaskan pada sub bab berikut :



Gambar 3. Diagram Blok Konsep Dasar kontrol dan monitoring baterai sel surya dengan raspberry pi berbasis web

Pengukuran dan Analisa Rancangan

Modul Panel Surya Dan Baterai Charging

Dalam perencanaannya digunakan panel surya yang memiliki daya 50 WP, seperti yang terlihat pada gambar. Panel surya ini terdiri dari 24 sel. Panel ini menghasilkan 12 VDC hingga 16 VDC pada cahaya matahari optimal yaitu sekitar 4,5 sampai 5 jam di siang hari.



Gambar 4. Modul Solar Cell

TYPE : MONOCRYSTALLINE

Specification	
Max Power (Wp)	: 50Wp
Max Voltage (Vmp)	: 17.0V
Max Current (Imp)	: 2.85A
Open Circuit Voltage (Voc)	: 22.0V
Short Circuit Current (Isc)	: 2.98A
Working Time	: Continuous Rainy Days
L x W x H	: 180 x 140 x 20 mm
Cells	: 120 x 120 mm
Cell	: 125 x 125 mm
Weight	: 1.5kg

50 WP

Gambar 5. Spesifikasi Modul Solar Cell

Selanjutnya *conector* solar sell disambungkan dengan *charger regulator* sebagai pengatur *charging batteray* dan penyalan lampu. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Regulator pengisian baterai yang dipergunakan dalam rancangan ini merupakan salah satu produk baterai regulator untuk sistem pembangkit tenaga *solar cell* yang sering diaplikasikan, berikut spesifikasi baterai regulator dari salah satu produsen yang dipergunakan oleh penulis :

Regulator jenis ini dilengkapi dengan *display digital* yang dapat menunjukkan analisa kerusakan ataupun kondisi baterai berdasarkan tegangan pada baterai tersebut serta beberapa sistem proteksi seperti proteksi beban lebih atau hubungan arus pendek, proteksi polaritas masukkan atau keluaran regulator, proteksi arus pengisian baterai, serta proteksi hubungan arus pendek pada *load*.



Gambar 6. Charger Control

Sedangkan baterai yang digunakan penulis untuk meningkatkan efektivitas rancangan alat ini adalah baterai jenis *lead acid* dengan kapasitas 12VDC/7.2Ah.



Gambar 7. Baterai Lead Acid

Kemudian pada beban yang digunakan adalah resistor. Terdapat 3 macam resistor yang digunakan untuk mensimulasikan beban 25%,50% dan 100% guna mengetahui pengaruh beban yang digunakan terhadap kondisi arus dan tegangan. Untuk beban 25% digunakan resistor 14.2

ohm , untuk beban 50% digunakan resistor 7.9 ohm, dan untuk beban 100% digunakan resistor 4.9 ohm. Pemilihan presentase beban dapat dilakukan melalui web.



Gambar 8. Beban

Mikrokontroler

Pengujian rangkaian mikrokontroler Atmega 8 dan *downloader* dilakukan dengan cara memasukkan program sederhana, kemudian mengukur tegangan tiap-tiap *port*. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui *performance* dari rangkaian system minimum mikrokontroler, sehingga nantinya dapat mempermudah pengaplikasian dari *port-port* keluaran mikrokontroler.

Sensor Arus – Tegangan

Jenis sensor arus yang digunakan adalah sensor arus type ACS712-5.0. Sensor ini bisa digunakan untuk mengukur arus hingga 5 ampere. Sensor ini dapat memberikan pengukuran arus yang presisi baik untuk sinyal AC maupun DC. Pada sistem ini, arus yang diukur adalah arus DC yang dikonsumsi dari sistem. Pin output sensor ini terdiri dari GND, VCC dan VOUT. Terminal arus dihubungkan pada 2 pin sisi yang lainnya.



Gambar 9. Sensor Arus – Tegangan

Tabel 1 : Hasil Pembacaan Sensor Arus dan Tegangan pada Tampilan Web

	pembacaan sensor	Beban		
		25%	50%	100%
Solar Cell (PV)	Arus (A)	0,83	1,24	2,41
	Tegangan (V)	12,4	11,8	11,3
Baterai	Arus (A)	0,88	1,28	2,44
	Tegangan (V)	12,4	11,9	11,4
	Suhu (°C)	27	27	27
Beban	Arus (A)	0,84	1,26	2,23
	Tegangan (V)	12,3	11,8	11,3



Gambar 10. Data Sensor Arus – Tegangan pada Beban 0%



Gambar 11. pengukuran pada beban 100%

Pada hasil pengukuran, beban 100% menunjukkan $R = 4,8 \Omega$, dengan tegangan baterai sebesar 12 volt maka:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4,8} = 2,5 A$$



Gambar 12. pengukuran pada beban 50%

Pada beban 50%, hasil pengukuran menunjukkan $R = 8,1 \Omega$, dengan tegangan baterai sebesar 12 volt, maka:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{8,1} = 1,48 \text{ A}$$



Gambar 13. Pengukuran pada beban 25%

Pada beban 25%, hasil pengukuran menunjukkan $R = 14,1 \Omega$, dengan tegangan baterai sebesar 12 volt, maka:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{14,1} = 0,85 \text{ A}$$

Kesimpulan

1. Perancangan ini difungsikan sebagai inovasi dalam media pembelajaran program studi teknik listrik bandar udara khususnya sebagai mediapembelajaran ilmu sel surya.
2. Rancangan ini merupakan rancangan berbasis web sehingga memudahkan taruna dalam mengakses media pembelajaran tersebut.
3. Rancangan ini digunakan dengan beberapa variabel kontrol antara lain beban dan intensitas cahaya untuk mensimulasikan dengan kenyataan dilapangan pada penggunaan sel surya.
4. Sensor telah dapat membaca data dengan baik sehingga hasil pembacaan Sensor yang ditampilkan pada Web memiliki nilai yang hampir sama dengan hasil perhitungan secara manual.

Saran

Rancanangan tersebut dapat dimanfaatkan dean diaplikasikan untuk sarana pembelajaran sehingga proses pembelajaran ilmu sel surya lebih maksimal, terutama bagi program studi listrik bandara di Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan.

Daftar Pusataka

Yulianto, Brian, Ph.D, *PJU Solar Cell*, ITB, 2009

Budiman, Arif, dkk, *Generation of Electricity*, Teknik Tenaga Listrik, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2010

Pudjanarsa, Astu, *Mesin Konversi Energi Listrik*, Andi, Yogyakarta, 2013

Konversienergi.eng.unila.ac.id/2015/03/05/pembangkit-listrik-tenaga-sel-surya