

Studi rancang bangun *Solar Charge Controller* dengan indikator arus, tegangan dan suhu berbasis mikrokontroler ATMEGA 8535

I Made Astra^a, Satwiko Sidopekso^a

^a Jurusan Fisika FMIPA
Universitas Negeri Jakarta
Jl. Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta Timur, 13220

Abstrak

Suatu pengendali pengisian energi dalam sistem modul surya merupakan hal mendasar yang sangat dibutuhkan, dimana alat tersebut mengatur pengisian dan pengeluaran dari sebuah baterai. Saat ini, *charge controller* sudah memiliki fitur yang dibutuhkan, yaitu pengendali distribusi arus dan tegangan pada baterai sehingga baterai terhindar dari *over charging* maupun *discharging*. Dalam penggunaannya, suatu indikator diperlukan dalam menampilkan sistem kerja charge controller, seperti arus, tegangan dan suhu. Penelitian ini dilakukan untuk membuat *charge controller* dengan indikator arus, tegangan dan suhu dengan berbasis mikrokontroler ATMEGA 8535. Setelah dilakukan pengujian alat, didapat data hasil berupa tegangan penggerak charge controller sebesar 14 V, tegangan ambang pengisian sebesar 13.3 V, tegangan penghubung beban sebesar 12.8 V serta tegangan pemutus beban sebesar 11.4 V. Mikrokontroler ATMEGA 8535 memiliki kemampuan Analog to Digital Converter dengan ketelitian 10 bit, sehingga didapat ketelitian 0.024 V/bit untuk pembacaan tegangan dengan menggunakan rangkaian Thevenin, 0.048 A/bit untuk pembacaan arus dengan menggunakan sensor arus DCS-01 serta 0.488 °C/bit untuk pembacaan suhu modul dengan menggunakan sensor suhu LM35. Keseluruhan data tersebut ditampilkan dalam sebuah *Liquid Crystal Display* (LCD).

Kata kunci : charge controller, mikrokontroler, indikator

1. Pendahuluan

Energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya tidak semuanya langsung digunakan pada peralatan elektronik tetapi sebagian tersimpan dalam sebuah baterai agar dapat digunakan ketika malam hari, baterai yang biasa digunakan adalah *Lead-Acid Battery* (*Accu*), karenadapat diisi ulang sehingga sangat efisien untuk digunakan pada sistem modul surya.

Untuk mencegah kerusakan baterai, dibutuhkan sebuah alat pengendali yang berfungsi untuk menghentikan proses pengisian (*charging*) ketika baterai sudah terisi penuh dan untuk mensuplay energi listrik ke peralatan elektronik ketika dibutuhkan (*discharging*) serta untuk memulai pengisian kembali ketika baterai hampir kosong. Alat tersebut dikenal dengan sebutan *charge controller*. Di pasaran, *charge controller* sudah memiliki fitur tersebut tetapi masih memiliki kekurangan, yaitu tidak terdapatnya indikator dari energi listrik yang masuk dari modul surya serta yang disimpan ke dalam baterai sehingga keadaan baterai yang sesungguhnya tidak diketahui. Hal tersebut membentuk sebuah gagasan untuk membuat *solar charge controller* dengan indikator arus, tegangan dan suhu berbasis mikrokontroler ATmega 8535.

2. Kajian teori

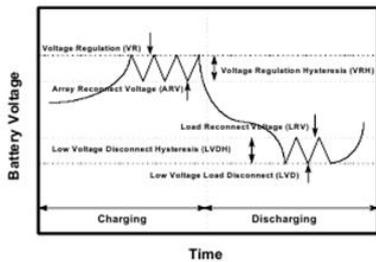
2.1. *Solar Charge Controller*

Solar charge controller adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi

ke baterai dan dikeluarkan dari baterai ke peralatan elektronik. Fungsi utama dari *solar charge controller* ialah untuk mempertahankan keadaan baterai dengan mencegah terjadinya distribusi arus dan tegangan yang berlebihan pada baterai. Sistem pengaturan pengendalian menentukan efektivitas pengisian baterai, pemanfaatan keluaran modul surya juga kemampuan sistem ketika memberikan energi listrik ke peralatan elektronik.

Rangkaian Solar Charge Controller terdiri dari 2 jenis yaitu rangkaian seri dan paralel, perbedaan dari kedua rangkaian tersebut ialah letak komponen pemutus pada rangkaian dimana pada rangkaian seri komponen pemutus rangkaian disusun secara seri antara modul surya dan baterai, sedangkan pada rangkaian paralel komponen pemutus rangkaian disusun secara paralel sehingga mengizinkan terjadinya hubungan arus pendek pada modul surya.

Distribusi arus dan tegangan pada baterai memerlukan parameter titik tegangan maksimum dan minimum untuk mencegah kerusakan pada baterai akibat pengisian berlebih dan pengeluaran berlebih. *Charge controller* memiliki pengatur tegangan atau *voltage regulator* (VR) yang dapat mengukur kapasitas baterai, sehingga dapat ditentukan titik tegangan maksimum dan minimum dari baterai.



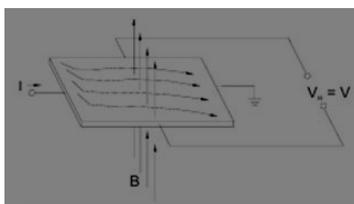
Gambar 1. Kurva pengaturan tegangan baterai pada charge controller

Pengatur tegangan menentukan tegangan maksimum yang dapat diterima oleh baterai pada saat pengisian serta menentukan tegangan minimum yang dapat diberikan oleh baterai pada saat pengeluaran. Saat baterai mencapai tegangan maksimum, charge controller akan menghentikan pengisian baterai atau mengurangi besar arus listrik yang masuk ke baterai dan ketika baterai mencapai tegangan minimum, charge controller akan memulai kembali pengisian pada baterai.

2.2 Indikator arus, tegangan, dan suhu

2.2.1 Indikator arus

Indikator arus berfungsi untuk menampilkan arus masuk dari modul surya ke baterai serta arus yang dari baterai ke beban. Sistem pembacaan arus menggunakan metode efek Hall dan diaplikasikan dalam sebuah sensor arus yang akan memberikan data berupa sinyal tegangan kepada mikrokontroler. Terori efek Hall diciptakan oleh Dr. Edwin Hall pada tahun 1879 ketika dia mengambil gelar Doctor di Jhon Hopkins University. Prinsip efek Hall berbunyi “Ketika konduktor pembawa arus diletakkan di dalam sebuah medan magnet, akan tercipta tegangan yang tegak lurus dengan arus dan medan magnet.”



Gambar 2. Prinsip efek Hall dengan medan magnet

Gambar 2 menunjukkan prinsip efek Hall ketika diberikan aliran medan magnet yang tegak lurus terhadap arus pada material semikonduktor, gaya Lorentz bekerja pada arus. Gaya tersebut mengganggu aliran arus dan menyebabkan terciptanya beda potensial atau tegangan pada keluaran yang tegak lurus terhadap arah arus dan medan magnet. Tegangan keluaran tersebut dinamakan tegangan Hall (V_H).

Hubungan antara arus dan medan magnet dalam menghasilkan tegangan Hall diberikan pada persamaan

$$V_H \sim I \times B \tag{1}$$

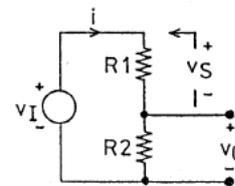
- V_H = Tegangan Hall (Volt)
- I = Arus (Ampere)
- B = Medan Magnet (Tesla)

Tegangan Hall sebanding dengan hasil dari perkalian vektor antara arus dan medan magnet.

2.2.2 Indikator tegangan

Indikator tegangan berfungsi untuk menampilkan tegangan masuk dari modul surya ke baterai serta tegangan keluar dari baterai ke beban. Sistem pembacaan tegangan dapat dilakukan langsung oleh mikrokontroler, tetapi dibutuhkan rangkaian pembagi tegangan yang berfungsi menjaga tegangan masuk ke dalam mikrokontroler tidak lebih dari 5 volt.

Rangkaian pembagi tegangan digunakan untuk menghasilkan tegangan keluaran yang diinginkan dari suatu sumber tegangan yang besar.



Gambar 3. Rangkaian pembagi tegangan

Gambar 3. menunjukkan rangkaian sederhana dari rangkaian pembagi tegangan, yaitu diinginkan tegangan keluaran V_O dari sumber tegangan V_I dengan memasang hambatan $R1$ dan $R2$ secara seri. Besar arus yang mengalir pada setiap hambatan akan sama, sehingga terdapat hubungan:

$$V_I = V_S + V_O \tag{2}$$

$$V_I = I.R1 + I.R2 \tag{3}$$

Maka:

$$V_O / V_S = R2 / R1 \tag{4}$$

- V_I = Sumber tegangan (Volt)
- V_O dan V_S = Tegangan keluar (Volt)
- I = Arus (Ampere)
- $R1$ dan $R2$ = Hambatan (Ohm)

Tegangan keluaran terbagi menjadi dua yaitu V_O dan V_S , nilai keduanya bergantung pada harga resistor yang dilewati tegangan tersebut. Sehingga akan dihasilkan tegangan keluaran yang diinginkan dengan persamaan

$$V_O = V_I \times \frac{R2}{R1 + R2} \tag{5}$$

Rangkaian pembagi tegangan adalah dasar untuk memahami rangkaian arus searah atau rangkaian elektronika yang melibatkan berbagai komponen yang lebih rumit.

2.2.3 Indikator suhu

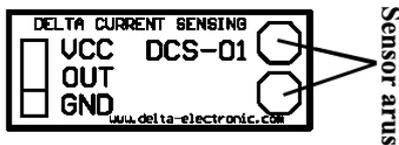
Indikator suhu berfungsi untuk menampilkan keadaan suhu di sekitar charge controller. Dalam sistem modul surya, faktor suhu sangat diperlukan untuk mengetahui performa kerja *charge controller* pada saat proses distribusi arus dan tegangan.

Sistem pembacaan suhu menggunakan sebuah sensor suhu yang mengubah suhu masukan menjadi sinyal tegangan yang nantinya akan di konversi kembali oleh mikrokontroler. Prinsip kerja sensor suhu seperti *Thermistor* yang merupakan bahan semikonduktor dengan resistansi temperatur yang dapat berubah terhadap kenaikan temperatur, setiap terjadi kenaikan suhu akan menambah resistansi dari sensor suhu tersebut sehingga arus yang lewat akan semakin besar.

2.3 Akuisisi data

Akuisisi data merupakan proses sampling dari kondisi besaran fisis dan konversi dari sampel yang dihasilkan menjadi data digital yang dapat dimanipulasi oleh komputer. Dalam penelitian ini didapat data berupa besaran fisis, yaitu arus, tegangan dan suhu. Sebuah perangkat dibutuhkan untuk mengubah data berupa besaran fisis tersebut menjadi sinyal listrik yang sesuai, maka digunakanlah sensor jenis transuder. Perangkat yang digunakan ialah sensor arus DCS-01 dan sensor suhu LM35.

DCS-01 adalah sensor pengukur arus dengan metode efek Hall buatan DELTA ELECTRONIC yang disusun khusus untuk teknologi kontroler. Ukuran sensor ini cukup kecil (1,4cm X 3,1cm), mampu mengukur arus dari 0 – 20 Ampere. Keluaran dari DCS-01 berupa sinyal tegangan yang mempresentasikan arus.



Gambar 4. Sensor arus DCS-01

Pada sensor DCS-01 terdapat 3 pin yang masing – masing digunakan untuk jalur *power supply* (4,5 V – 5,5 V), *ground*, *output*. Pin *output* dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa perlu komponen lain. DCS-01 mendeteksi arus dengan prinsip efek Hall, aliran arus yang masuk menimbulkan medan magnet dan menginduksi bagian *dynamic offset cancellation*, bagian tersebut akan dikuatkan oleh *amplifier* dan melalui *proses filter* sebelum dikeluarkan oleh pin *signal*.

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 memiliki ketelitian cukup baik, yaitu 0,5°C pada suhu kamar (25°C). Ukurannya cukup kecil, namun dapat mengukur suhu pada rasio -55 °C - 150 °C.

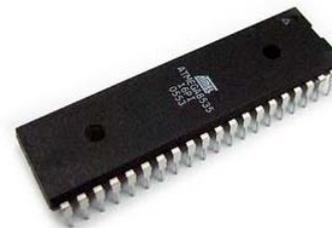


Gambar 5. Sensor suhu LM35

LM35 memiliki 3 kaki, yaitu kaki *power supply* (4V – 50V), *ground*, dan *output*. Pin *output* menghasilkan tegangan keluaran berkisar antara 0V – 1,5V, sehingga setiap kenaikan 0,1°C akan terjadi kenaikan tegangan keluaran sebesar 10mV. LM35 memiliki nilai yang linier antara tegangan keluaran dengan suhu yang masuk, sehingga sangat mudah untuk dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

2.4 Perangkat keras akuisisi data

Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki kemampuan untuk di program dan digunakan untuk tugas - tugas yang berorientasi control. Pada alat ini digunakan mikrokontroler jenis AVR yaitu ATmega 8535 produksi ATMEL yang bersifat *low cost* dan *high performance*, dengan fitur yang cukup lengkap, mudah di dapat, dan harga yang relatif terjangkau.



Gambar 6. Mikrokontroler ATmega 8535

Untuk mengisi program ke dalam mikrokontroler dibutuhkan suatu perangkat yang dinamakan *downloader*. K-125 adalah salah satu jenis *downloader* yang sangat simple dan sudah disertai dengan koneksi USB (*Universal Serial Bus*) yang mempermudah pengguna untuk menggunakannya.



Gambar 7. USB K-125

K-125 juga disertai dengan serial TTL yang merupakan suatu bentuk jaringan yang dapat menghubungkan logika level tegangan yang dihasilkan dari mikrokontroler ke PC secara langsung.



Gambar 8. LCD 2X16 digit

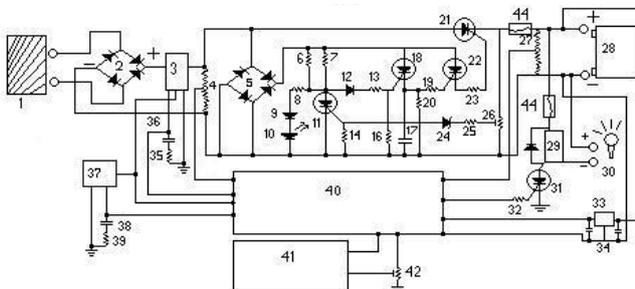
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD digunakan dalam bidang elektronik karena daya listrik yang dibutuhkan rendah, bentuknya tipis, mengeluarkan sedikit panas dan beresolusi tinggi.

2.5. Perangkat Lunak Akuisisi Data

Codevision AVR merupakan salah satu perangkat lunak *compiler C* yang khusus digunakan untuk mikrokontroler keluaran AVR ATMEL. *Compiler C* melaksanakan semua elemen dari bahasa C ANSI, sesuai dengan yang diperbolehkan oleh arsitektur AVR dengan beberapa fitur yang ditambahkan guna memaksimalkan dari arsitektur AVR dan kebutuhan. Untuk *debugging embedded system* yang menggunakan komunikasi serial, IDE (*Integrated Development Environment*) sudah memiliki *built-in internal*.

3. Hasil

Rangkaian yang digunakan ialah rangkaian paralel, dimana saat pengisian berhenti maka arus dari modul tidak lagi mengisi ke baterai, melainkan akan dihubungkan secara arus pendek dengan modul itu sendiri. Berikut ialah rangkaian dari *charge controller* yang dibuat.



Gambar 9. Rangkaian *charge controller*

Dengan melihat data hasil pengujian *charge controller*, maka di dapat spesifikasi dari *charge controller* tersebut

Besar tegangan	= 12 V
Polaritas terbalik	= ya
Perlindungan arus pendek	= ya
Pemakaian daya	= *baterai = 80 mA
	*modul = 0.2 A
Arus beban maksimal	= 5 A
Arus modul maksimal	= 5 A
Tegangan beban terhubung	= 12.8 V
Tegangan beban terputus	= 11.4 V
Tegangan ambang pengisian	= 13.3 V
Tegangan equalisasi	= 15.0 – 15.5 V
Tegangan penggerak	= 14 V
Indikator	= 2 led, 1 LCD
Akuisisi data	=
V1	= 24 mV/bit
V2	= 24 mV/bit
I	= 48 mA/bit
Temp	= 0.48 °C/bit

4. Kesimpulan

1. Alat yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan *charge controller* yang ada di pasaran dengan memiliki karakteristik tersendiri pada spesifikasinya.
2. Pada suhu kamar antara 25 °C – 30 °C tegangan penggerak pengisian *charge controller* sebesar 14 V, tegangan ambang pengisian sebesar 13.3 V dan tegangan equalisasi sel – sel baterai sekitar 15 – 15.5 V. Data tersebut dapat berubah bergantung dari keadaan dan kapasitas baterai yang digunakan serta suhu di sekitar baterai.
3. Penggunaan baterai akan berhenti ketika baterai mencapai tegangan 11.4 V dan akan dimulai kembali ketika baterai mencapai tegangan 12.8 V.
4. Ketelitian data tegangan ialah sebesar 0.024 V/bit, ketelitian data arus ialah sebesar 0.048 A/bit, sedangkan ketelitian data suhu ialah sebesar 0.48 °C/bit.

Daftar pustaka

- [1] Agus B. 2008. "*Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler Atmega 8535*". Graha Ilmu, Jakarta.
- [2] ATMEL. 2006. "*Atmega 8535 datasheet*". Orchard Parkway, USA.
- [3] Delta Electronic. 2007. "*Delta Current Sensing DCS-Q1*". Surabaya, INA.
- [4] Honeywell ,Inc. 2004. "*Hall Effect Sensing and Application*". Illinois, USA.
- [5] James P, Dunlop. 1997. "*Batteries and Charge Control In Stand-alone Photovoltaic Systems*". Florida Solar Energy Center, Florida..
- [6] National Semiconductor Corp. 1994. "*LM35 Datasheet*". Santa Clara, USA.
- [7] Sutrisno. 1987. "*Elektronika Teori dan Penerapannya*". ITB, Bandung.