

RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 DENGAN SENSOR LDR DAN PENAMPIL LCD

Roni Syafrialdi, Wildian

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
e-mail: syafrialdi.roni@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan solar tracker menggunakan empat buah sensor LDR untuk mengindera arah gerak matahari. Solar tracker digunakan untuk menggerakkan sel surya agar mengikuti arah gerak matahari. Rangkaian elektronik terdiri dari rangkaian catudaya, rangkaian mikrokontroler ATmega8535, LCD, rangkaian driver motor stepper, dan rangkaian sensor LDR. Rancangan mekanik menggunakan dua sumbu putar dengan motor stepper tipe unipolar sebagai penggerak agar sel surya dapat mengikuti gerak semu harian matahari (dalam arah timur-barat) dan gerak semu tahunan matahari (dalam arah utara-selatan). Sel surya yang digunakan adalah Amorphous 10 V/30 mA. Hasil pengukuran menunjukkan kenaikan tegangan sel surya mencapai 11,53% dibandingkan yang tidak menggunakan solar tracker sedangkan tegangan maksimumnya naik 1,18 V dibandingkan yang statis.

Kata Kunci : sensor LDR, sel surya, solar tracker, mikrokontroler ATmega8535, LCD

ABSTRACT

This research aims to design a solar tracker using a four-quadrant LDR that used for sensing the position of the sun. Solar tracker is the tools used to follow the direction of motion of the sun. The electronic circuits consisting of a power supply circuit, microcontroller ATmega8535 and LCD circuit, stepper motor driver circuit and LDR sensor circuit. The mechanical design using dual axis with stepper motor as an actuator to position the solar cell tilted appropriately to face the sun directly at all times by tracking daily apparent motion of the sun (east-west motion) and yearly apparent motion of the sun (north-south motion). Solar cell that used is amorphous 10V/30mA. The result shows that the solar tracker use has increased the maximum voltage up to 11.53 % compared to the static solar cell.

Keywords : LDR, Solar cell, solar tracker, microcontroller Atmega8535, LCD

I. PENDAHULUAN

Listrik telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan masyarakat modern. Hampir semua aktivitas manusia, baik di rumah tangga, perkantoran, maupun industri sangat bergantung pada listrik. Listrik dapat dibangkitkan dengan menggunakan generator listrik. Lebih dari 99% energi listrik yang digunakan sekarang dihasilkan oleh generator listrik dalam bentuk arus bolak-balik yang mudah disalurkan dalam rentang jarak yang jauh (Tipler, 2001).

Energi kinetik untuk menggerakkan turbin generator dapat diperoleh dari energi atau tenaga uap yang dihasilkan dari pembakaran sumber energi fosil (minyak bumi, batubara dan gas alam). Turbin generator juga dapat digerakkan dengan energi aliran air ataupun energi aliran udara (angin). Sumber-sumber energi untuk listrik tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Sumber energi fosil mudah diperoleh namun bersifat polutif dan cadangannya terbatas, sementara sumber energi aliran air dan energi angin relatif bersih dan terbarukan (renewable) namun tidak selalu tersedia (Alpen Steel, 2012).

Sumber energi untuk pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar dipasok dari energi fosil, namun sumber energi ini akan habis dalam kurun waktu sekitar 20 tahun ke depan. Berbagai penelitian kini mengarah kepada pengembangan sumber-sumber energi alternatif seperti energi nuklir, energi surya (solar energy), energi air, energi angin, energi biomassa, energi panas bumi, dan energi gelombang laut. Selain terbarukan, sumber-sumber energi alternatif tersebut, merupakan sumber-sumber energi ramah lingkungan (green energy) karena tidak menimbulkan polusi, kecuali energi nuklir (Priatman, 2000).

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif bagi pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia sangatlah tepat mengingat letak geografis yang berada di daerah tropis dengan panas matahari tersedia sepanjang tahun. Keadaan alam Indonesia yang relatif sulit dijangkau oleh jaringan listrik terpusat menyebabkan pilihan terhadap energi surya merupakan suatu keharusan (Septiadi dkk, 2009).

Ada dua macam teknologi pemanfaatan energi surya yaitu teknologi energi surya termal dan energi surya fotovoltaik. Energi surya termal di Indonesia pada umumnya digunakan untuk proses pengeringan hasil pertanian dan hasil kelautan, sedangkan energi surya fotovoltaik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik terutama di daerah terpencil. Teknologi energi surya fotovoltaik (photovoltaic) adalah teknologi pemanfaatan energi surya dengan cara mengonversi energi tersebut menjadi arus listrik dengan menggunakan piranti semikonduktor yang disebut sel surya (solar cell).

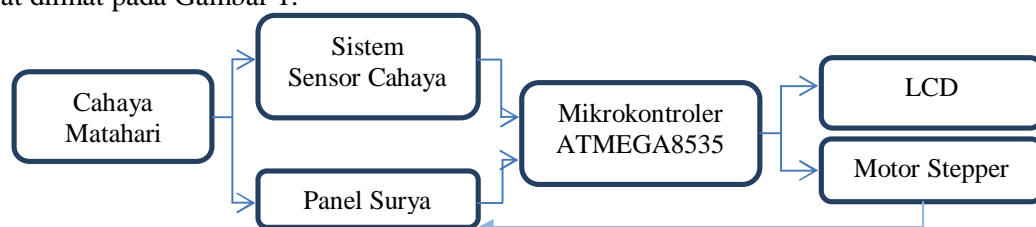
Kebanyakan panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (fixed elevating angles). Hal ini menyebabkan panel surya tersebut tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal karena matahari selalu bergerak, yaitu dalam arah timur-barat (disebut gerak semu harian matahari) dan utara-selatan (disebut gerak semu tahunan matahari). Penyerapan radiasi matahari akan optimal jika arah radiasi matahari tegak lurus terhadap permukaan bidang panel surya. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Metode untuk mengarahkan panel surya agar selalu mengikuti arah gerak matahari itu dikenal sebagai metode penjejakan arah gerak matahari (the method of tracking the sun) (Huang dkk, 2009).

Alat yang digunakan untuk mengikuti arah gerak matahari dikenal sebagai solar tracker. Arah gerak matahari tersebut dapat diikuti dengan mengindra perubahan arah cahaya yang dipancarkannya. Sensor-sensor cahaya yang lazim digunakan pada beberapa penelitian terdahulu adalah fotodiode dan LDR (Light Dependent Resistors).

Pada penelitian Siew (2008) digunakan dua buah fotodiode (BPW34) untuk mengindra perubahan arah cahaya matahari dalam arah timur-barat (satu sumbu putar) dan sebuah modul sistem akuisisi data merek EMANT300 untuk mengendalikan dua buah motor stepper. Kekurangan alat ini adalah tidak dapat mengindra gerak semu tahunan matahari (dalam arah utara-selatan). Simatupang dkk (2012) mengatasinya dengan menggunakan empat buah fotodiode (dua sumbu putar), sebuah mikrokontroler ATMEGA16 dan sebuah motor servo untuk menggerakkan panel surya. Penelitian ini dilakukan menggunakan LDR sebagai sensor pada solar tracker, karena LDR lebih sensitif terhadap cahaya matahari dibandingkan dengan fotodiode (Fajar, 2011).

II. METODE

Solar tracker terdiri dari sistem perangkat keras (hardware) dan sistem perangkat lunak (software). Sistem perangkat keras terdiri dari rangkaian catu daya 5V dan 12V, rangkaian sistem sensor cahaya dan sistem minimum rangkaian mikrokontroler ATmega8535. Sistem perangkat lunak yang digunakan pemrograman bahasa BASCOM-AVR. Diagram blok perangkat keras aplikasi mikrokontroler ATmega8535 sebagai pusat olah data pada solar tracker dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok solar tracker

2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Komponen yang digunakan antara lain LDR yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya. Mikrokontroler ATmega8535 yang digunakan sebagai pemroses sinyal masukan dan pengontrol solar tracker. Motor stepper untuk penggerak sistem solar tracker. Dioda yang digunakan untuk menyearahkan arus ac menjadi dc. Trafo digunakan untuk menurunkan tegangan. IC AN7805 dan IC AN7812 digunakan untuk menghasilkan tegangan sesuai dengan besar nilai dua angka terakhir. Kapasitor digunakan untuk menapis gelombang dan bisa juga sebagai penyimpan muatan. Sel surya Amorphous 10V 30mA dengan dimensi 70 mm x 55 mm untuk mengkonversi energi surya menjadi energi listrik dan LCD yang digunakan sebagai penampil.

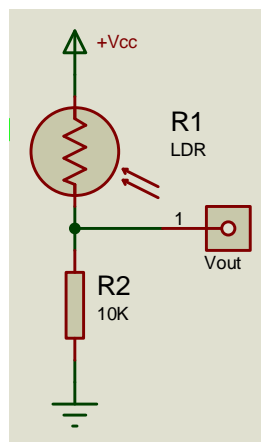
2.2 Teknik Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa teknik yang dilakukan sehingga sistem instrumen yang dibuat berjalan sebagai mana yang diinginkan yaitu pengujian catu daya, pengujian dan karakterisasi sistem sensor cahaya, pengujian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 dengan penampil LCD 16x2, karakterisasi ADC mikrokontroler ATmega8535, pembuatan dan pengujian rangkaian driver motor stepper dan karakterisasi sel surya.

2.3 Rancang Bangun Perangkat Keras

2.3.1 Rangkaian Sensor

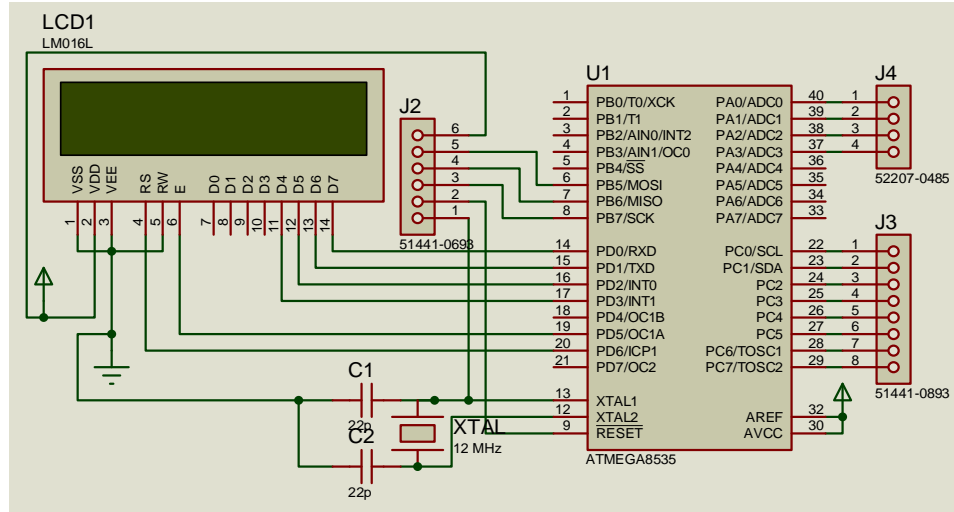
Sistem sensor cahaya berfungsi sebagai pendeteksi besaran fisis berupa intensitas cahaya Matahari. Sistem sensor cahaya dibuat sebanyak 4 set, dengan tiap set terdiri dari sebuah LDR dan sebuah resistor 10 k Ω . Diagram rangkaian skematik sistem sensor cahaya seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Skematik sistem sensor cahaya

2.3.2 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535 dengan Penampil LCD

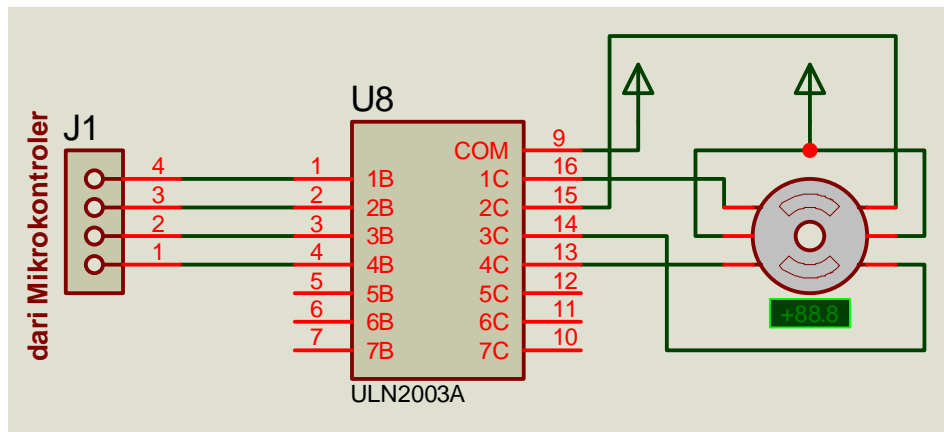
Untuk membuat rangkaian sistem minimum ATmega8535 dengan penampil LCD 16x2 (Gambar 3) diperlukan beberapa komponen yaitu satu mikrokontroler ATmega8535, dua kapasitor 22 pF, satu kristal 12 MHz dan satu LCD 16x2.



Gambar 3 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 dengan penampil LCD 16x2

2.3.3 Rangkaian Driver Motor Stepper

Motor stepper yang digunakan adalah jenis unipolar, rangkaian driver motor stepper unipolar lebih ekonomis dibandingkan bipolar. Rangkaian driver motor stepper unipolar dapat dilihat pada Gambar 4.

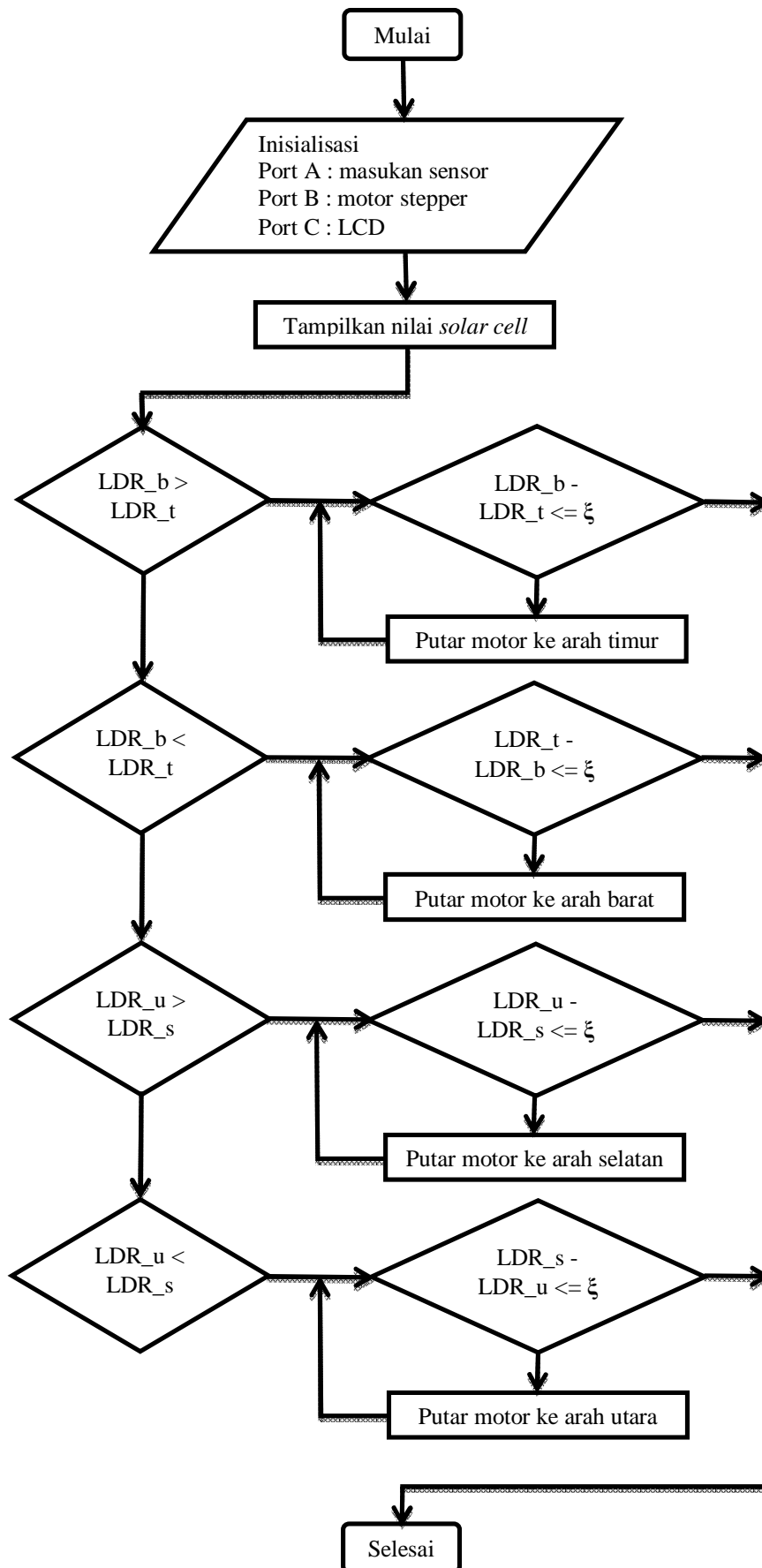


Gambar 4 Rangkaian driver motor stepper unipolar

2.4 Diagram Alir Perangkat Lunak

Digram alir perangkat lunak solar tracker yang dibuat seperti Gambar 5. Dimana LDR_u adalah sensor LDR yang menghadap ke utara, LDR_s adalah sensor LDR yang menghadap ke selatan, LDR_b adalah sensor LDR yang menghadap ke barat, LDR_t : sensor LDR yang menghadap ke timur dan ϵ adalah selisih nilai yang di baca oleh sensor LDR yang berlawanan arah, nilai ini yang menjadi acuan kapan motor stepper bergerak dan berhenti bergerak.

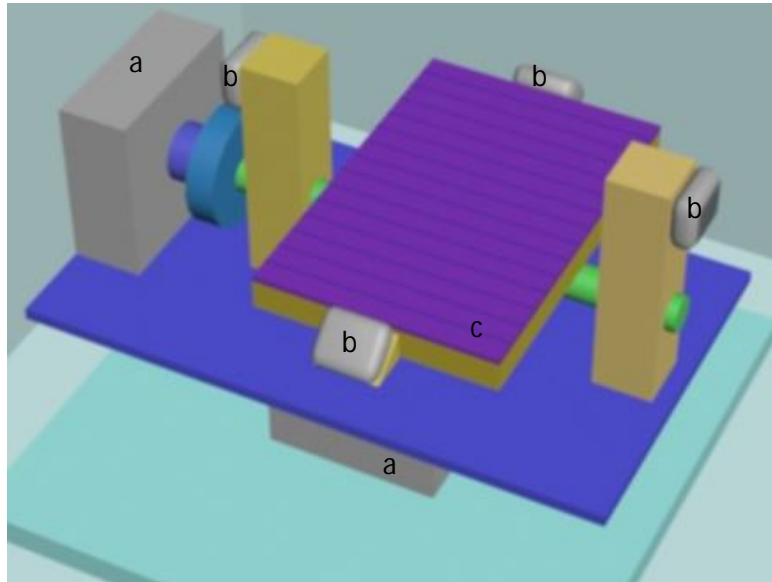
Program dibuat menggunakan bahasa pemrograman Bascom. Program tersebut diketik dan di-compile menggunakan compiler Bascom-AVR, compiler akan menghasilkan file berekstensi HEX, file inilah yang akan ditanamkan pada mikrokontroler.



Gambar 5 Diagram alir perangkat lunak solar tracker

2.5 Rancangan Struktural

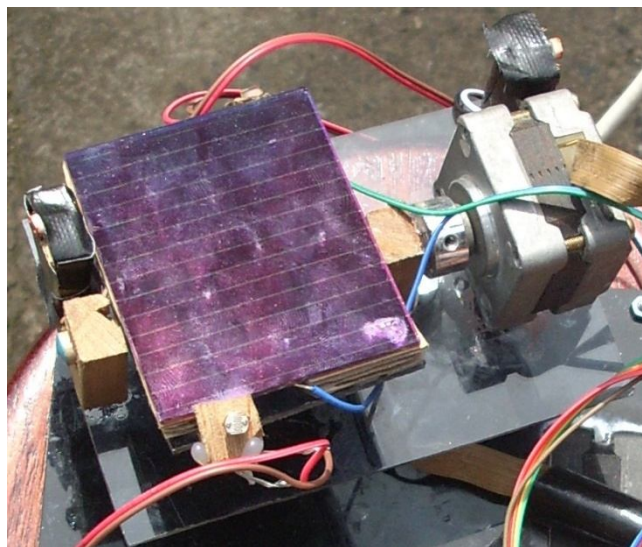
Desain solar tracker ini terdiri dari bagian atas dan bagian bawah (Gambar 6). Bagian atas merupakan tempat panel surya yang ditopang oleh batang silinder dan dilengkapi dengan motor stepper sebagai penggerak untuk sumbu putar vertikal. Bagian bawah alat merupakan motor stepper yang berfungsi sebagai penyangga sekaligus sebagai penggerak untuk sumbu putar horizontal.



Gambar 6 Rancangan struktural solar tracker. (a) motor stepper (b) LDR (c) sel surya

III. HASIL DAN DISKUSI

Setelah dilakukan perancangan dan pengujian terhadap seluruh rangkaian maka diperoleh hasil berupa suatu rancang bangun solar tracker berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor LDR dan penampil LCD seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Gambar solar tracker

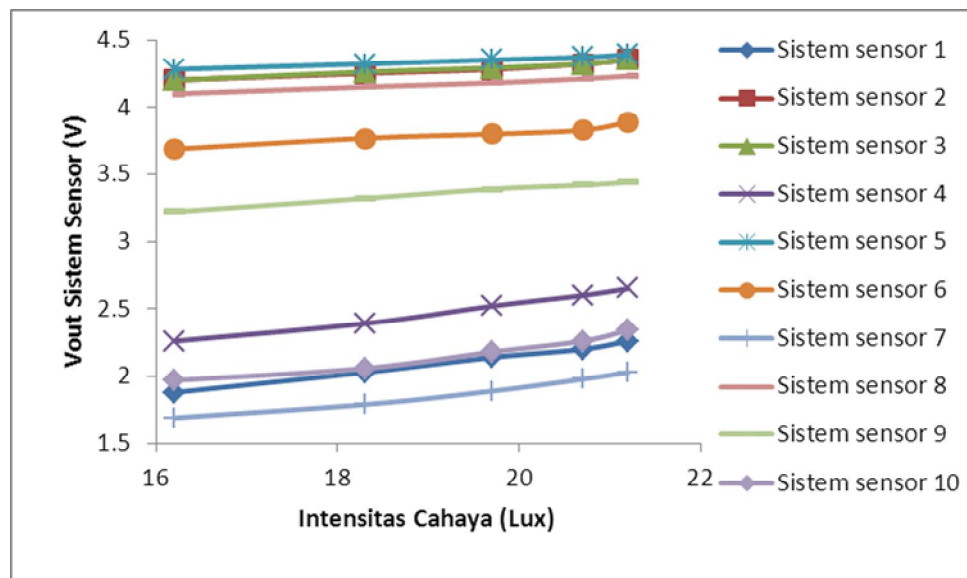
Rancang bangun solar tracker berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor LDR dan penampil LCD didukung oleh perangkat keras yang terdiri dari rangkaian sistem sensor cahaya, catu daya 5V dan 12V, sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 dengan penampil LCD serta rangkaian driver motor stepper.

3.1 Pengujian Catu Daya

Rancang bangun alat ukur solar tracker ini membutuhkan catu daya dc 5 V dan 12 V. Catu daya 5 V digunakan sebagai sumber tegangan pada rangkaian sensor cahaya dan rangkaian sistem minimum mikrokontroler, sedangkan catu daya 12 V digunakan sebagai sumber tegangan pada rangkaian driver motor stepper dan motor stepper. Catu daya dc 5 V dapat menghasilkan tegangan keluaran sampai 5,03 V, nilai tegangan ini aman digunakan pada rangkaian karena hanya berbeda 0,03 V dari yang seharusnya. Catu daya 12 V juga menghasilkan tegangan keluaran yang tidak jauh dari yang seharusnya yaitu paling besar 12,03 V. Ini berarti kedua catu daya ini dapat digunakan sebagai sumber tegangan mikrokontroler dan motor stepper.

3.2 Karakterisasi Sistem Sensor Cahaya

Karakterisasi LDR ini dilakukan menggunakan cahaya lampu agar pencahayaan yang diterima LDR konstan, variasi intensitas cahaya didapatkan dengan mengubah sudut permukaan LDR terhadap arah datangnya sumber cahaya. Grafik karakterisasi sistem sensor cahaya dapat dilihat pada Gambar 8.

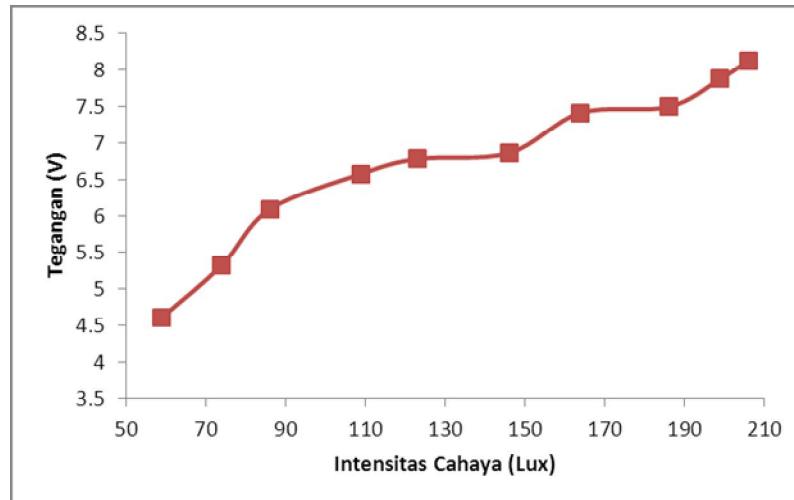


Gambar 8 Grafik intensitas cahaya terhadap tegangan keluaran sistem sensor cahaya

Karakterisasi LDR ini bertujuan untuk mendapatkan 2 pasang LDR yang mempunyai nilai resistansi yang hampir sama untuk intensitas cahaya yang sama, karena parameter untuk menggerakkan motor stepper adalah selisih 2 buah LDR yang dipasang berlawanan arah yaitu utara selatan dan barat timur. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai Vout sistem sensor 1 berdekatan dengan nilai Vout sistem sensor 10, ini berarti sistem sensor 1 dan sistem sensor 10 dapat digunakan sebagai pasangan sensor untuk mendeteksi arah gerak matahari, karena sensor yang dibutuhkan adalah 2 pasang maka digunakan satu pasang sistem sensor lagi yaitu sistem sensor 2 dan sistem sensor 3 yang nilai Vout nya berdekatan.

3.3 Karakterisasi Sel Surya

Sel surya yang digunakan adalah Amorphous 10 V/30 mA. Tegangan keluaran sel surya semakin besar jika intensitas cahaya yang diterimanya semakin tinggi seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik intensitas cahaya terhadap tegangan keluaran sel surya.

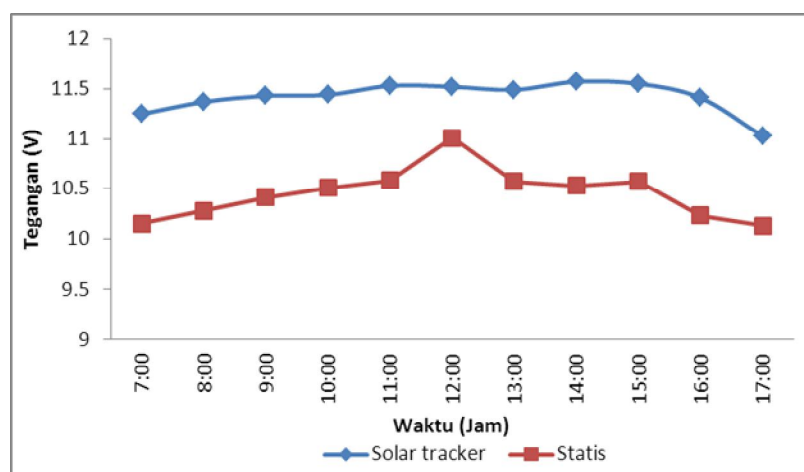
Karakterisasi ini dilakukan di dalam ruangan dengan menggunakan cahaya lampu sebagai sumber cahaya. Pada rentang intensitas cahaya di bawah 210 Lux, sel surya masih sangat sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya, terlihat pada grafik yang menunjukkan perubahan tegangan keluaran yang cukup signifikan. Tegangan keluaran maksimum yang dicapai hanya 8,12 V karena keterbatasan intensitas yang dapat diberikan di dalam ruangan.

3.4 Pengujian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535 dengan Penampil LCD 16x2

Proses ini dilakukan dengan menanamkan sebuah program sederhana, yang nantinya akan menampilkan beberapa karakter huruf pada LCD (Liquid Crystal Display). Jika penanaman program pada mikrokontroler selesai, maka pada saat diberikan sumber tegangan 5V akan tampil keluaran program tersebut pada layar LCD. Hasil pengujian menunjukkan rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 telah terangkai dengan baik dan LCD juga dalam kondisi yang baik.

3.5 Perbandingan Tegangan Keluaran solar Cell yang Menggunakan Solar Tracker dengan Solar Cell Statis

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan tegangan keluaran sel surya yang menggunakan solar tracker dengan sel surya statis. Pengujian ini juga bertujuan untuk mengamati apakah solar tracker berfungsi dengan baik yaitu bergerak mengarahkan sel surya ke arah datangnya sumber cahaya. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Gambar 10.

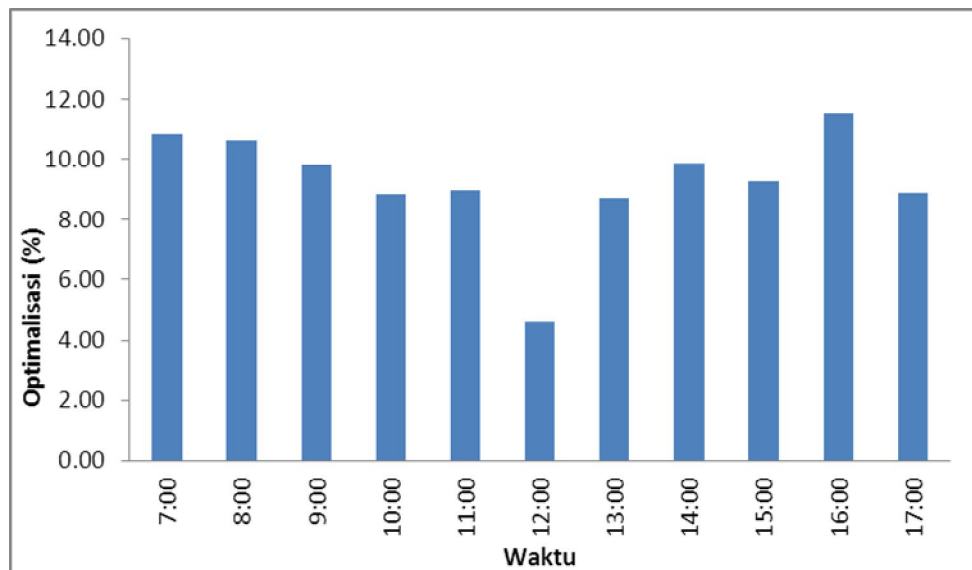


Gambar 10 Grafik perbandingan tegangan keluaran sel surya statis dengan yang menggunakan solar tracker.

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa sel surya yang menggunakan solar tracker menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar dibandingkan metoda statis, hal ini disebabkan sel surya metoda statis tidak selalu tegak lurus terhadap matahari, sedangkan untuk menghasilkan tegangan yang optimal sel surya harus tegak lurus terhadap matahari, masalah ini yang di atasi dengan solar tracker agar sel surya selalu tegak lurus terhadap matahari. Optimalisasi tegangan keluaran (V_{out}) Sel Surya Yang Menggunakan Solar Tracker pada Gambar 10 dihitung dengan persamaan:

$$\text{Optimalisasi (\%)} = \frac{V_{out \text{ solar tracker}} - V_{out \text{ metode statis}}}{V_{out \text{ metode statis}}} \times 100\%$$

Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa perbedaan tegangan paling besar terjadi pada jam 16.00 yaitu sebesar 11,53%, sedangkan perbedaan tegangan paling kecil terjadi pada jam 12.00 yaitu sebesar 4,63%. Pada jam 17.00 perbedaannya lebih kecil dari jam 16.00 karena dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang lebih redup yang menyebabkan intensitas cahaya matahari berkurang.



Gambar 11 Grafik optimalisasi tegangan keluaran sel surya yang menggunakan solar tracker.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengujian pada sel surya Amorphous 10 V/30 mA berdimensi 7 cm x 5,5 cm diketahui bahwa penggunaan solar tracker dapat meningkatkan tegangan keluaran sel surya hingga 11,53% dibandingkan yang statis. Tegangan maksimum keluaran sel surya yang menggunakan solar tracker adalah 11,57 V naik sebesar 1,18 V dibandingkan yang statis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012, Sumber Energi Listrik, Alpen Steel, 1950-sumber-energi-listrik.html, diakses Desember 2012.
- Fajar, K., 2011, Analisis Efisiensi Sensor Cahaya (LDR, Photodiode, Dan Phototransistor) Pada Rancang Bangun Robot Pemadam Api, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Huang, Y.J., Kuo, T.C., Chen, C.Y., Chang, C.H., Wu, P.C., dan Wu, T.H., 2009, The Design and Implementation of a Solar Tracking Generating Power System, Engineering Letters, 17:4, EL_17_4_06, Advance online publication.
- Priatman, J., 2000, Perspektif Arsitektur Surya Di Indonesia, Dimensi Teknik Arsitektur, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

- Septiadi, D., Nanlohy, P., Souissa, M., dan Rumlawang, F.Y., 2009, Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan (Studi Wilayah Ambon dan Sekitarnya), Universitas Pattimura, Ambon.
- Siew, H.W., 2008, Solar Tracker, ENG499 Capstone Project 2008.
- Simatupang, S., Susilo, B., dan Hermanto, M.B., 2012, Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega16, Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, Universitas Brawijaya, Malang.
- Tipler, P.A., 2001, Fisika Untuk Sains dan Teknik, Jilid 2, Edisi Ketiga Cetakan Pertama, (diterjemahkan oleh Bambang Soegijono), Erlangga, Jakarta.