

Perancangan dan Pembuatan *Prototype* Sistem Tracker Sel Surya untuk Mengikuti Arah Gerak Matahari Berbasis Mikrokontroler Atmega328

Mairizwan*, Hendro

Abstrak

Telah dilakukan perancangan dan implementasi sebuah sistem tracker untuk menggerakkan / mengubah posisi permukaan sel surya agar selalu pada posisi tegak lurus terhadap matahari. Daya terbesar sel surya berada pada posisi tegak lurus terhadap matahari. Posisi matahari yang berubah mengakibatkan daya yang dikeluarkan sel surya juga akan selalu berubah. Prinsip kerja dari sistem tracker ini adalah dengan mendeteksi posisi matahari menggunakan sensor cahaya fotodiode. Informasi posisi matahari dari sensor ini diolah dalam mikrokontroler, kemudian sel surya digerakkan menggunakan motor servo agar permukaan sel surya tegak lurus terhadap sinar datang matahari. Berdasarkan data dan analisisnya maka dapat diketahui dua hasil penting: pertama, sistem tracker sel surya ini dapat bekerja dengan baik mengikuti arah gerak matahari setiap saat; kedua, daya yang dihasilkan dari sel surya ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanpa sistem tracker sel surya.

Kata-kata kunci: Tracker, sel surya, arduino

Pendahuluan

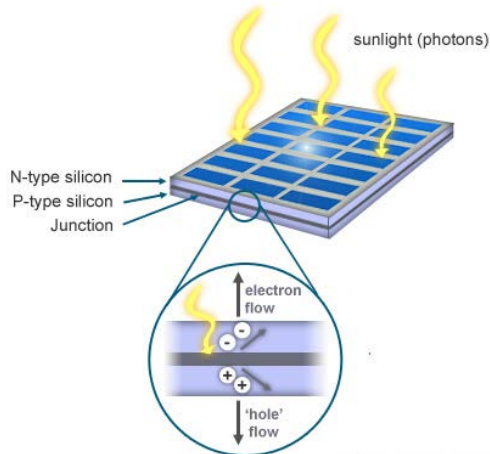
Energi alam yang menghasilkan energi sangat besar bisa dibangkitkan dan dijadikan untuk pemenuhan kebutuhan energi. Energi fosil merupakan energi utama saat ini yang digunakan oleh manusia. Sementara itu, ketersediaan energi fosil sangat terbatas. Sehingga dibutuhkan sumber energi lain (energi alternatif) yang dapat memenuhi kebutuhan energi [1] [2]. Dalam perkembangannya energi alternatif dapat “dipanen” dan dihasilkan dengan mengambil dari sumber energi yang bisa terbarukan (*energy harvesting*). Pengambilan energi dari alam telah banyak dikembangkan seperti energi angin, energi air, bahkan energi matahari. Energi matahari yang masuk ke atmosfer bumi setiap hari sangatlah besar, sehingga dibutuhkan sebuah devais untuk “memanen” energi matahari yang lebih efektif dan efisien [1] [3]. Matahari merupakan sumber energi terbarukan sangat besar yang ada di permukaan bumi. Matahari memancarkan energi sebesar 62 MW/m^2 menuju atmosfer bumi [4]. Indonesia merupakan negara Khatulistiwa dengan sinar matahari hampir 12 jam per hari. Sehingga energi yang dapat diterima mencapai $4,8 \text{ KW/m}^2$. Pemanfaatan energi matahari di Indonesia baru sebatas manfaat alamiah, sehingga sangat banyak dari energi yang masuk ke permukaan bumi kembali dipantulkan ke angkasa luar [5] [6].

Sel surya merupakan salah satu devais untuk “memanen” energi matahari terbarukan yang terus dikembangkan. Penggunaan sel surya memiliki banyak keuntungan diantaranya : tidak

membutuhkan bahan bakar fosil, polusi yang kecil dan biaya perawatan yang kecil. Karakteristik energi yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh radiasi sinar matahari, temperatur, dan posisi sel surya terhadap sinar datang matahari. Sel surya akan menghasilkan energi maksimal pada saat posisi matahari tegak lurus terhadap permukaan sel surya [7]. Posisi matahari akan selalu berubah dari timur ke barat setiap harinya, didukung dengan adanya gerak semu matahari. Perubahan posisi matahari tersebut akan mengakibatkan kecilnya energi yang dihasilkan oleh sel surya, sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menggerakkan sel surya supaya bisa selalu tegak lurus terhadap sinar datang matahari. Sistem *tracker* surya merupakan suatu sistem yang bekerja mendeteksi posisi matahari dengan menggunakan sensor cahaya dan mengontrol sel surya agar selalu tegak lurus terhadap matahari dengan mengubah arah timur-barat serta selatan-utara. Pada perkembangannya sistem *tracker* surya telah banyak dikembangkan oleh para peneliti, mulai dari pergerakan satu arah dari timur ke barat [1] [7] [8], sampai pergerakan memutar terdapat sumbu vertikal [4] [9]. Para peneliti kemudian mencoba mengembangkan sistem *tracker* yang lebih ekonomis dan mudah namun tetap memperhatikan akurasi dan efektifitas pengontrolan, sistem ini menggunakan sensor photodiode, pengontrolan melalui bahasa arduino dan digerakkan dengan motor stepper.

Teori dan Eksperimen

Sinar matahari memancarkan gelombang dengan panjang gelombang berbeda-beda dari 250 nm sampai dengan 2500 nm dari ultraviolet, infrared sampai cahaya tampak. Oleh karena itu sel surya memiliki absorber yang mampu menyerap sebanyak mungkin radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Proses penyerapan cahaya matahari oleh sel surya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Prinsip kerja sel surya [10]

Sinar matahari yang terdiri dari photon akan mengenai permukaan (*absorber*) sel surya. Dari absorber, sinar akan dipantulkan dan dilewatkan, dimana elektron dibebaskan dari ikatannya oleh foton dengan tingkat energi tertentu, kemudian arus listrikpun mengalir.

Besarnya energi matahari yang diterima oleh sel surya akan dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) sinar matahari terhadap permukaan sel surya. Energi terbesar matahari akan diserap oleh sel surya saat permukaan sel surya tegak lurus terhadap sinar matahari. Ketika sudut datang sinar matahari makin besar, energi yang diserap sel surya semakin kecil. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut [7].

$$I_r = I_{r0} \cos \theta . \quad (1)$$

Dimana:

I_r = Radiasi yang diserap sel surya

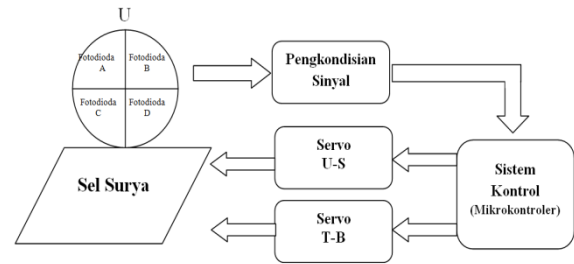
I_{r0} = Radiasi yang mengenai permukaan sel surya

θ = Sudut yang dibentuk antara permukaan sel surya dengan sinar matahari

Pembuatan sistem *tracker* surya dirancang supaya bisa bekerja dan memiliki karakteristik statik berdasarkan sistem elektronik dan sistem mekanik yang digunakan. Komponen utama pembentuk sistem *tracker* terdiri atas fotodiode yang berfungsi sebagai sensor cahaya, motor servo sebagai penggerak mekanik sel surya, dan mikrokontroler yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor cahaya dan memberi perintah

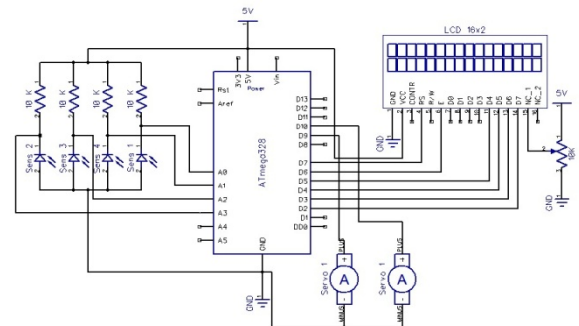
pada motor servo untuk menggerakkan sistem mekanik.

Implementasi sistem elektronik dapat dilihat pada blok diagram sistem *tracker* berikut.



Gambar 2. Blok diagram penelitian *tracker* surya

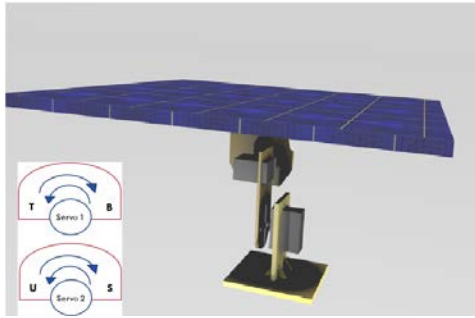
Berdasarkan blok diagram pada gambar diatas dapat dijelaskan bahwa posisi matahari yang selalu bergerak akan diikuti oleh sel surya menggunakan sistem elektronik dan mekanik. Rancangan sistem elektronik (skematik) sistem dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Skematik sistem *tracker* surya

Sistem elektronik ini menggunakan sensor fotodiode, dimana data dari sensor ini kemudian diolah menggunakan mikrokontroler yang selanjutnya akan memberikan perintah menggerakkan motor servo, sehingga sistem *tracker* ini akan selalu memastikan bidang sel surya tegak lurus terhadap sinar matahari.

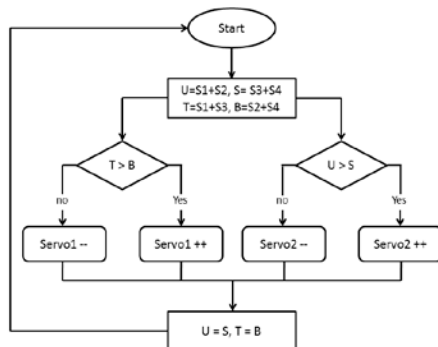
Prototipe sistem tracker dibuat dari dua buah motor servo dengan kerangka dari fiber akrilik. Perangkat keras dirancang dan dibentuk sedemikian sehingga pada implementasinya lebih ringan dan lebih mudah digerakkan menggunakan motor servo ..Timur-Barat dan Utara-Selatan. Berikut adalah desain perangkat keras sistem tracker surya.



Gambar 4. Desain *tracker* surya.

Desain sistem mekanik *tracker* surya ini berfungsi menggerakkan (memutar) sel surya dengan bebas ke dua arah yang berbeda yaitu timur-barat dan utara-selatan. Masing-masing arah sel surya berputar 180o ke arah Timur dan Barat serta 180o ke arah Utara dan Selatan, sehingga sel surya berada di semua titik permukaan setengah bola. Dengan demikian posisi matahari akan sangat mudah diikuti oleh sistem *tracker* ini.

Perancangan perangkat lunak untuk Mikrokontroler Atmega328 menggunakan bahasa pemrograman Arduino. Secara spesifik diagram alir proses kerja tracking surya seperti gambar berikut



Ket : T = Timur
B = Barat
U = Utara
S = Selatan

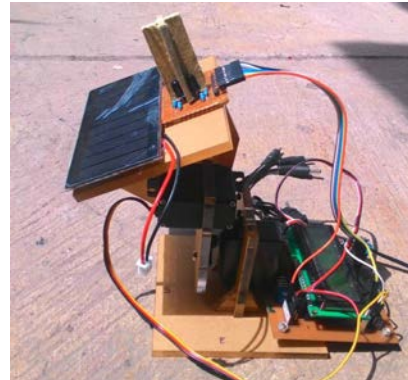
Gambar 5. Diagram Alir *Tracking* surya

Posisi permukaan sel surya selalu dikontrol oleh motor servo. Motor servo pertama digerakkan dari Utara ke Selatan kemudian sebaliknya, begitupun halnya dengan motor servo ke dua yang digerakkan dari Timur ke Barat yang kemudian sebaliknya pula. Gerakan motor servo ini berdasarkan data dari sensor cahaya yang terpasang pada permukaan sel surya

Hasil dan diskusi

Hasil Implementasi sistem tracker sel surya (Gambar 6) dengan menggabungkan sistem

mekanik dan sistem elektronik adalah sebagai berikut.

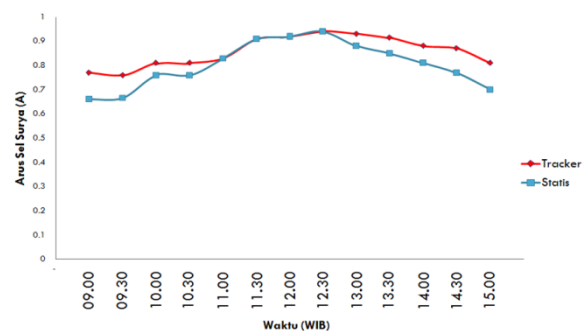


Gambar 6. Hasil Implementasi *Tracker* Surya

Pengujian hasil implementasi sistem *tracker* surya dilakukan dalam empat tahapan pengujian. Pengujian pertama yaitu pengujian fungsi masing-masing komponen yang digunakan. Pengujian kedua dengan melakukan pengujian ketepatan arah permukaan sel surya terhadap matahari. Pengujian ketiga yaitu mengukur arus dan tegangan sel surya yang mengikuti arah gerak matahari. Dan pengujian keempat adalah dengan membandingkan nilai daya keluaran sel surya pada sistem *tracker* dengan daya sel surya dengan posisi tetap atau statis.

Proses pengujian ketiga dan keempat dilakukan dalam waktu yang sama dengan tujuan intensitas cahaya matahari yang sama. Pengujian ini dilakukan selama enam (6) jam, mulai pukul 09.00 saat matahari condong ke Timur sampai dengan pukul 15.00 saat matahari condong ke Barat. Sementara itu, pengambilan data dilakukan setiap setengah jam.

Dari percobaan pengujian sistem didapat daya total yang dihasilkan sel surya dengan sistem tracker, lebih besar bila dibandingkan dengan sel surya tanpa sistem tracker (statis). Perbandingan daya keluaran sel surya dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 7. Grafik perbandingan daya keluaran sel surya

Berdasarkan grafik daya keluaran sel surya, selama 6 jam pengukuran terlihat adanya

perubahan daya keluaran sel surya, dimana dalam kondisi normal daya keluaran maksimal dari sel surya terjadi pada pukul 11.30 WIB sampai pukul 13.00 WIB. posisi sel surya statis yang mengarah vertikal ke atas akan menghasilkan daya yang hampir sama dengan sel surya dengan sistem *tracker* pada pukul 11.30 WIB sampai dengan pukul 12.00 WIB.

Daya keluaran sel surya dengan sistem *tracker* lebih besar dibanding dengan sel surya statis sebelum jam 11.30 WIB dan sesudah jam 13.00 WIB. Karena sinar matahari datang membentuk sudut terhadap permukaan sel surya statis. Semakin pagi dan semakin sore maka daya keluaran sel surya statis akan semakin kecil, sedangkan daya keluaran sel surya dengan sistem *tracker* lebih stabil sesuai dengan radiasi yang dipancarkan matahari.

Secara keseluruhan, pengujian sel surya sistem *tracker* menghasilkan daya keluaran yang lebih besar dibanding sel surya statis. Berdasarkan hasil perhitungan daya rata-rata sel surya dengan sistem *tracker* meningkat 14.03% dibanding sel surya statis.. Berdasarkan hasil perhitungan daya rata-rata sel surya dengan sistem *tracker* akan meningkat 14,03% dibanding dengan sel surya dengan posisi statis

Kesimpulan

Setelah dilakukan suatu proses perancangan dan implementasi dalam bentuk prototipe sistem *tracker* surya, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pembuatan sistem *tracker* telah berhasil diimplementasikan yang dengan sistem kerja bergerak mengikuti posisi matahari.
2. Penambahan sistem tracking pada sel surya dapat meningkatkan daya rata-rata sebesar 14.03 %.

Referensi

- [1] STAMATESCU, I. Design and Implementation of a Solar-Tracking Algorithm. *Procedia engineering*, 2014.
- [2] WANG, H. Highly efficient selective metamaterial absorber for high-temperature solar thermal energy
- [3] LI, P.-W. Modeling of solar tracking for giant Fresnel lens solar stoves. *Solar Energy*, 2013.
- [4] MILOUDI, L. Solar Tracking with Photovoltaic Panel. *Energy Procedia*, Boudmerdès, 2013.
- [5] HARDIANTO, H. E. Perancangan prototype penjejak cahaya Matahari pada aplikasi pembangkit listrik Tenaga surya. *Jurnal Ilmiah Foristek*, Bengkulu, 2012.

- [6] ARISWAN. prospek penelitian dan aplikasi fotovoltaik sebagai sumber energi alternatif di indonesia, Yogyakarta.
- [7] HUTAURUK, O. P. Pembuatan Sistem Monitoring Optimasi Energi Cahaya Matahari Menggunakan Sensor Arus pada Antarmuka Personal Computer, 2010.
- [8] SONG, J. A photovoltaic solar tracking system with bidirectional sliding axle for building integration. *Energy Procedia*, Beijing, 2014.
- [9] SUSILO, D. Penjejak Matahari Berbasis Sensor Cahaya dan Waktu, 2010.
- [10] WWW.SOLARPOWER.COM.

Mairizwan*
Theoretical High Energy Physics and Instrumentation
Research Division
Institut Teknologi Bandung
Mairizwan01@gmail.com

Hendro
Theoretical High Energy Physics and Instrumentation
Research Division
Institut Teknologi Bandung
hendro@fi.itb.ac.id

*Corresponding author