

PERANCANGAN SOLAR TRACKER SEBAGAI PENINGKATAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN PANEL SURYA DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA KABUR (FUZZY LOGIC)

Sidik Susilo ¹, Muhammad Nizam ², Eko Prasetya Budiana ²

¹Mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

²Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

Keywords :

Solar panels
LDR
Microcontroler
Solar Tracker
Fuzzy Logic

Abstract :

At this time greatly increased energy needs. Among them is a need for electricity increases. Various ways used to increase the supply of electrical energy world, solar panel is an alternative options, but solar panels are commonly used manual way, that is by exposing the solar panel on a trajectory that is often passed by the sun is orientate in one direction. Thus, in this research tries to make a solar tracker using LDR (Light Dependent Resistor), and a control system using fuzzy logic (Fuzzy Logic). The working principle of solar tracker when the sun is shining on the LDR LDR resistance decreases so that the current flowing through the LDR increases. When dark LDR resistance increases and the current flowing through the LDR decreases. This phenomenon is diamanafaatkan as a light sensor. The difference of the current value of the four sensors are used as an analog input on the microcontroller ATmega 16 which was then converted into a digital signal and converted back to an analog signal as the output of the microcontroller. The analog signal from a microcontroller such as 5 volts which then flows into the leg base transistor that acts as a trigger relay that serves as a bridge for motor control actuators H as a driver of solar panels. Thus the light received by the solar panels can be more optimal than if the solar panels are only facing at one point coordinates. From the research shows that increases power output of solar tracker than the electrical power generated by the solar panels without fuzzy logic control by 12.10% at 10 ohm load and 2.56% at 100 ohm load. Using fuzzy logic control efficiencies increased 1.39% in the 10 ohm load and 0.06% at 100 ohm load compared to solar panels without fuzzy logic control.

PENDAHULUAN

Krisis energi adalah suatu permasalahan yang sedang hangat diperbincangkan oleh khalayak umum pada saat ini. Dimana sumber energi utama yang telah digunakan selama ini sumber energi bahan bakar fosil yang ketersediaannya semakin menipis. Sehingga para ilmuwan berlomba-lomba untuk memanfaatkan sumber energi yang dapat dimanfaatkan. Energi surya merupakan pilihan alternatif dalam penanggulangan permasalahan ini. Potensi energi matahari di Indonesia dapat dimanfaatkan sepanjang hari, hal ini sangat menguntungkan untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan sel surya. Daya yang dapat dibangkitkan berdasarkan intensitas energi surya ketika mencapai permukaan bumi berjumlah sekitar 100 watt per m², pada efisiensi sel surya 10 %. Dengan demikian untuk memperoleh daya sebesar 1000 watt diperlukan luas 10 m². Melihat kendala pemanfaatan sel surya yang memerlukan lahan yang sangat luas. Maka penempatan sel surya secara terintegrasi pada bangunan tanpa mengganggu konstruksi dan keindahan bangunan tersebut.

Penempatan sel surya pada bangunan komersial bisa ditempatkan pada bagian atap bangunan atau pada bagian sisi-sisi bangunan komersial tersebut. Perkiraan dengan pemanfaatan sel surya di bangunan komersial dapat menanggulangi krisis energi khususnya energi listrik. Oleh karena itu, penempatan sel surya pada suatu bangunan komersial sebagai bangunan hemat energi. Namun, sel surya yang biasa digunakan masih mengadopsi cara manual, yaitu dengan cara menghadapkan panel surya pada lintasan yang sering dilalui matahari.

Perkiraan dengan pemanfaatan sel surya di bangunan komersial dapat menanggulangi krisis energi khususnya energi listrik. Amien Rahardjo, dkk. (2008). Melakukan penelitian tentang potensi energi matahari di Indonesia. Daya yang dapat dibangkitkan berdasarkan intensitas matahari ketika mencapai permukaan bumi berjumlah sekitar 100 watt per m², pada efisiensi sel surya 10 %. Dengan demikian untuk memperoleh daya sebesar 1000 watt diperlukan luas 10 m². Melihat kendala pemanfaatan sel surya secara terintegrasi pada bangunan komersial bisa ditempatkan pada atap bangunan atau pada bagian sisi-sisi bangunan

komersial tersebut. Perkiraan dengan pemanfaatan sel surya di bangunan komersial dengan luas bangunan 500 m² akan membangkitkan energi listrik sekitar 87 MWh per tahun.

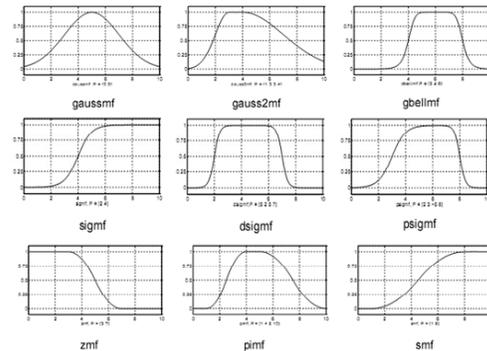
Beberapa peneliti melakukan penelitian tentang peningkatan efisiensi sebuah panel surya menggunakan sistem *solar tracker*. Barsoum (2009) melakukan penelitian tentang sistem *solar tracker* dengan dua derajat kebebasan dengan detektor cahaya matahari menggunakan *photocells*. Sirkuit kontrol utama untuk *solar tracker* menggunakan mikrokontroler PIC16F84A. Mikrokontroler ini diprogram untuk mendeteksi sinar matahari yang mengenai *photocells* dan kemudian mengaktifkan motor untuk mengatur posisi dari panel surya sehingga dapat menerima cahaya matahari secara maksimum. Pattanasethanon (2010) melakukan penelitian tentang pengoptimalan kontrol dengan menggunakan dua derajat kebebasan yang didesain untuk *solar tracker*. Detektor cahaya yang digunakan berupa *phototransistor* dengan dibatasi oleh sebuah sekat yang menimbulkan bayangan yang kemudian menutupi *phototransistor* dari sinar datang matahari secara langsung. Hal ini bertujuan agar didapat koordinat tegak lurus antara sinar matahari dan panel surya. Mekanisme *solar tracker* ini senantiasa melakukan *tracking* terhadap matahari setiap 10 menit, dengan respon pergerakan 37° tiap detik.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah *solar tracker* dengan menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*), dan dengan sistem kontrol menggunakan logika kabur (*Fuzzy Logic*). Cara kerja alat ini adalah pada saat power supply dihidupkan, chip mikrokontroler beroperasi dan memberikan pulsa ke sensor LDR, dan sensor LDR mulai mencari datangnya cahaya yang terkuat. Kemudian sensor memberikan informasi kepada mikrokontroler untuk menggerakkan motor dan menghadapkan panel surya pada titik koordinat yang telah diinformasikan sensor LDR kepada mikrokontroler. Dengan demikian cahaya yang diterima sel surya dapat lebih optimal sehingga dapat meningkatkan efisiensi kinerja panel surya.

METODE PENELITIAN

Perancangan yang dibangun pada penelitian ini terkait dengan sistem pengontrol *fuzzy logic*. Perlu diketahui terlebih dahulu bahwa model *fuzzy logic* merupakan hubungan input-output yang berisi *fuzzifier*, *inference*, *defuzzifier*, dan sebuah basis aturan *fuzzy*. Pada *fuzzifier* input akan difuzzifikasi ke dalam nilai linguistik (*linguistik values*) untuk diasosiasikan menjadi variabel input linguistik. Setelah fuzzifikasi, *inference* akan menunjuk *fuzzy rule base* yang berisi aturan *fuzzy IF-THEN* untuk memperoleh nilai linguistik dari variabel *intermediate* dan variabel output linguistik. Sekali nilai variabel linguistik didapatkan, *defuzzifier* akan menghasilkan nilai akhir dari nilai output linguistik.

Fungsi keanggotaan menyatakan sejauh mana batasan suatu elemen untuk masuk ke dalam suatu keanggotaan dalam suatu sistem. Contoh fungsi keanggotaan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram contoh keanggotaan

Peralatan utama penelitian terdiri dari dua panel surya, yakni panel surya yang dikendalikan menggunakan *solar tracker* dengan metode *fuzzy logic* dan panel surya tanpa kontrol menggunakan metode *fuzzy logic* yang dihadapkan ke arah matahari mengacu data posisi matahari pada tanggal penelitian berlangsung. Hal ini bermaksud untuk mengetahui perbandingan daya dan efisiensi yang dihasilkan oleh kedua panel surya.



Gambar 2 Panel surya

Sel surya atau *photovoltaic*, merupakan sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebuah wilayah besar dioda *P-N junction*. Di mana, ketika terkena cahaya matahari mampu menciptakan energi listrik. Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe P dan N (*P-N junction semiconductor*) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron ini disebut dengan aliran listrik.

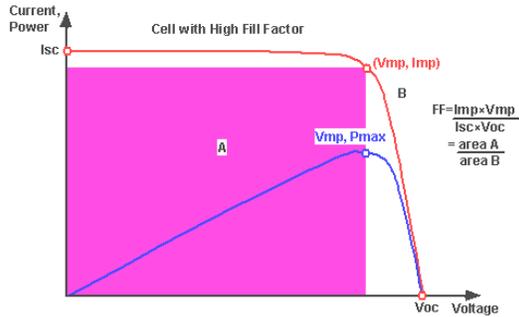
Bagian utama perubah energi sinar matahari menjadi energi listrik adalah *absorber* (penyerap).

Daya yang diterima (P_{in}) sel surya sangat tergantung oleh intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas sel surya tersebut, yang dapat dinyatakan melalui persamaan:

$$P_{in} = I_r \times A \tag{1}$$

Karakteristik sel surya saat disinari dinyatakan dalam karakteristik arus hubung singkat (I_{sc}) dan tegangan tanpa beban (V_{oc}). I_{sc} adalah arus listrik

maksimum pada nilai tegangan sama dengan nol, sedangkan V_{oc} adalah kondisi dimana tidak ada arus yang dapat mengalir sehingga tegangan maksimum.



Gambar 3 Kurva I-V pada panel surya

Titik pada kurva I-V (V_{mp} , I_{mp}) yang menghasilkan arus dan tegangan maksimum disebut titik daya maksimum (MPP). Karakteristik penting lainnya dari sel surya yaitu *Fill Factor* (FF), dengan persamaan dibawah ini:

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{I_{sc} \times V_{oc}} \quad (2)$$

Sedangkan untuk besarnya daya yang dibangkitkan panel surya (P_{out}) yaitu perkalian tegangan yang dihasilkan oleh panel surya (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), dan *Fill Factor* (FF) yang dihasilkan oleh panel surya dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_{mp} \times I_{mp} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (3)$$

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (4)$$

Nilai FF dapat diperoleh melalui persamaan:

$$FF = V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0,72) / V_{oc} + 1 \quad (5)$$

Efisiensi yang terjadi pada sel surya merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh panel surya dengan energi input yang diperoleh dari radiasi matahari.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{input}} \times 100 \% \quad (6)$$

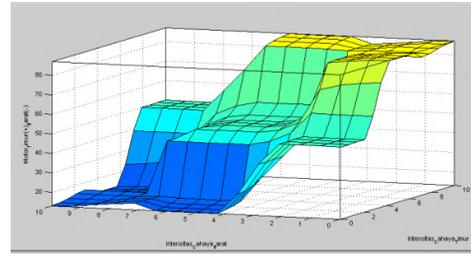
Sehingga efisiensi panel surya adalah sebagai berikut:

$$\eta = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{I_r \times A} \times 100 \% \quad (7)$$

Pada penelitian ini variabel pengumpulan data meliputi intensitas radiasi matahari (I_r), arus yang dihasilkan panel surya (I_{mp}), tegangan yang dihasilkan panel surya (V_{mp}), suhu panel surya (T_{sc}), suhu lingkungan (T_s), dan kelembapan udara (RH).

HASIL DAN PEMBAHASAN

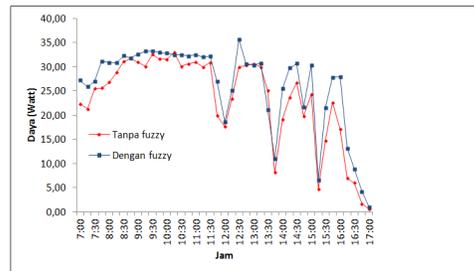
Hasil simulasi dari sistem *solar tracker* yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem *fuzzy logic* yang dibangun sudah bisa bekerja di area set point yang diinginkan. Set point pada Gambar 4 ditunjukkan nilai nol pada fungsi keangotaan intensitas cahaya matahari timur dan intensitas cahaya barat. Sehingga program pada simulasi ini bisa digunakan untuk membangun sistem *fuzzy logic* pada *solar tracker* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Surface viewer

Prinsip kerja dari *solar tracker* berdasarkan sensor cahaya LDR, ketika cahaya menyinari LDR maka hambatan LDR menurun sehingga arus yang mengalir melalui LDR meningkat. Ketika gelap hambatan LDR meningkat dan arus yang mengalir melalui LDR menurun. Fenomena inilah yang dimanfaatkan sebagai sensor cahaya. Adanya perbedaan nilai arus dari keempat sensor digunakan sebagai masukan analog pada mikrokontroler Atmega 16 yang kemudian dikonversi ke sinyal digital dan kemudian dikonversi kembali ke sinyal analog sebagai hasil keluaran dari mikrokontroler. Sinyal analog dari mikrokontroler berupa tegangan 5 volt yang kemudian mengalir ke kaki base transistor yang berperan sebagai pemacu untuk mendrive relay yang berfungsi sebagai jembatan H untuk mengendalikan motor aktuator sebagai penggerak panel surya.

Peningkatan daya panel surya dengan menggunakan *solar tracker* dengan metode *fuzzy logic* dibandingkan panel surya tanpa menggunakan metode *fuzzy logic* adalah **12,10 %**.



Gambar 5 Grafik perbandingan daya listrik yang dihasilkan panel tanpa dan dengan menggunakan pengaturan fuzzy logic pada pembebanan 10 ohm.

KESIMPULAN

Solar tracker dengan menggunakan kontrol *fuzzy logic* menghasilkan peningkatan daya listrik sebesar 12,10% pada pembebanan 10 ohm dan 2,56% pada pembebanan 100 ohm dan peningkatan efisiensi panel surya sebesar 1,39 % pada pembebanan 10 ohm dan 0,06 % pada pembebanan 100 ohm dibandingkan panel surya tanpa kontrol *fuzzy logic*.

Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem *solar tracker* dengan menggunakan kontrol *fuzzy logic* dapat meningkatkan efisiensi energi listrik yang dihasilkan panel surya

DAFTAR NOTASI

- A : Luas permukaan panel surya (m^2)
 FF : *Fill Factor*
 I_{mp} : Arus yang dihasilkan panel surya (Ampere)
 I_r : Intensitas radiasi matahari ($Watt/m^2$)
 I_{sc} : Arus hubung singkat pada panel surya (Ampere)
 P_{in} : Daya input (Watt)
 P_{out} : Daya output (Watt)
 V_{oc} : Tegangan tanpa beban (Volt)
 V_{mp} : Tegangan yang dihasilkan panel surya (Volt)
 η : Efisiensi panel surya

DAFTAR PUSTAKA

- Aissaoui, A, G, Abid, M, dan Abid, H. 2007. A Fuzzy logic Controller For Synchronous Machine, *Journal of Electrical Engineering*, VOL. 58, NO. 5, 2007, 285-290.
- ASTM, *Standard Test Method for Electrical Performance of Photovoltaic Cells Using Reference Cells Under Simulated Sunlight*. West Conshohocken: United States.
- Atmel, 2011. *Datasheet ATmega16*, Atmel.
- Borsoum, N, dan Vasant, P. 2009. *Simplified Solar Tracking Prototype*, Transaction in Controllers and Energy 1985-9406 Online Publishing.
- Darjat, A. 2008. Sistem Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Pada Mesin Pengereng Kertas, *Transmisi, Jurnal Teknik Elektro*, Jilid 10, nomor 2, Juni 2008, hlm 82-88.
- Errahmani, A, 2009. *Decentralized Fuzzy Control Applied to a Greenhouse*, ICGST-AGSE journal, ISSN 1687- 4811, volume 9, Issue II. Oktober 2009.
- Felicia, I. 2004. *A Fuzzy Logic Control Synthesis For an Airplane Antilock-Breaking System*. Proseeding of The Romanian Academy, Series A, Volume 5, Number 2/2004,pp.000-000
- Global Sun Position. *Sun position for educational and research*. <http://sunposition.info/sunposition/spc/locations.php#1> (diakses pada 20 Juni dan 6 juli 2012)
- Naba, A. 2009. Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab, ANDI. Yogyakarta.
- Nugroho, A. 2006. *Metode Pengaturan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit dan Energi*. *Transmisi*, Vol. 11, No. 1, Juni 2006 : 45-41.
- Pattanasethanon, S. 2010. *The Solar Tracking by Using Digital Solar Position Sensor*, *American J. of Engineering and Applied Sciences* 3 (4): 678-682,2010.
- Rahardjo, A, Herlina, dan Safrudin. 2008. *Optimalisasi Pemanfaatan Sel Surya Pada Bangunan Komersial Secara Terintegrasi*

- Sebagai Bangunan Hemat Energi*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-11 2008 Universitas Lampung. Lampung.
- Resmana, Fernando, H, dan Thiang. 1999. *Implementasi Fuzzy Logic Pada Microcontroller Untuk Kendali Putaran Motor DC.*, IES. Surabaya.
- Rohmanuddin, M. 1997. *Algoritma Sederhana Suatu Pengontrol Fuzzy dan Aplikasinya Pada Pengontrolan Posisi*. Seminar. Artificial Intelligence. UPT Komputer PIKSI Institut Teknologi Bandung.
- Usman, I. 2001. *Fabrikasi Divais Sel Surya P-I-N Berbasis μ -Si:H Dengan Teknik VHF-PECVD*. Tesis S2 Jurusan Fisika Material Elektronik ITB. Bandung. (Unpublished)