

SISTEM KONTROL CERDAS PELACAK SUMBER CAHAYA MENGUNAKAN KONTROL PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID)

Tahan Prahara S.T., M.Kom⁽¹⁾, Dr. Suryono, S.Si., M.Si⁽²⁾,
Jatmiko Endro Suseno, M.Si. Ph.D⁽³⁾
IKIP Veteran Jawa Tengah⁽¹⁾, Universitas Jawa Tengah⁽²⁾⁽³⁾
tahan.prahara@gmail.com

Disetujui: Maret 2018. Dipublikasikan: April 2018

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan sistem kontrol cerdas pelacak sumber cahaya menggunakan kontrol PID. Sistem ini sangat berguna untuk menentukan titik paling optimal sumber cahaya matahari. Tingkat kecepatan pelacakan cahaya yang tinggi dan akurat dapat dimanfaatkan pada bidang pembangkitan listrik tenaga matahari di mana panel surya akan menyerap energi surya jika posisi panel tegak lurus terharap arah datangnya sinar matahari. Sistem komputasi secara penuh dijalankan pada komputer menggunakan program aplikasi Matlab. Mikrokontroler ATmega328 digunakan sebagai hardware antarmuka komputer dengan pemrograman Matlab. Data sensor digunakan sebagai acuan untuk proses kontrol PID, dan fuzzy digunakan sebagai penyalaras hasilnya. Data sensor selanjutnya dikirim ke komputer untuk diproses oleh Matlab. Mikrokontroler menyediakan data-data pengukuran sensor yang diminta Matlab dan mengontrol gerak motor servo sesuai dengan perintah dari komputer. Sistem berhasil direalisasikan dan dapat bekerja secara komputasi berada pada komputer melalui program aplikasi Matlab. Hasil komputasi Matlab yang berupa data pengamatan ditampilkan pada layar komputer melalui GUI, sedangkan hasil komputasi yang berupa perintah menggerakkan motor servo dikirim ke mikrokontroler melalui serial komunikasi. Hasil dari penelitian ini sistem kontrol pelacakan sumber cahaya mampu memberikan kecepatan pelacakan yang sangat cepat dengan tingkat akurasi yang baik.

Kata kunci : fuzzy logic, kontrol PID, akurat, pelacakan, kecepatan

ABSTRACT

This research made an intelligent tracking system of light source using algorithms PID control. This system is very useful to determine the most optimal point source of light. High level tracking speed and high accurate can be used for instalation solar power generation where solar panels will absorb maximum solar energy if the panel position on the right position of the sun. Fully computerized on computers using Matlab application program. ATmega328 microcontroller is used as the computer hardware interface with Matlab programming. Sensor data is used as reference for the process PID control, and fuzzy used as aligning a result. Sensor data then sent to computer for processing by Matlab. Microcontroller provide requested data sensor measurement by Matlab and controlling servo motor accordance with commands from the computer. The system can work successfully realized and fully computerized on computers through the program Matlab application. Matlab computing the results like the form of observational data is displayed on the computer screen via the GUI, while the computing position results of servo motor drive command is sent to the microcontroller via serial communication. The results of this research information system tracking light source capable of providing tracking speed is very fast with a good accuracy.

Keywords : fuzzy logic, PID control, accuracy, tracking, speed

PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan industri membutuhkan energi yang besar sehingga menyebabkan eksploitasi energi fosil yang dapat menimbulkan krisis energi dan masalah pemanasan global yang tidak dapat dihindari, tetapi ada satu cara untuk mengurangnya yaitu dengan cara memanfaatkan energi terbarukan. Pada permasalahan ini energi sinar matahari adalah jawaban pertama sebagai alternatif yang terbaik. Namun terdapat beberapa masalah pada pemanfaatan penyerapan sinar matahari yang tidak maksimal. Penambahan alat penggerak sistem solar tracking pada panel surya adalah solusi terbaik untuk mengatasi masalah ini (Jabiulla dan Radha, 2015).

Kemampuan melakukan pelacakan sumber cahaya matahari telah memberikan efisiensi yang tinggi dibidang pengelolaan energi. Sumber matahari memiliki orientasi yang berubah setiap waktu. Oleh karena itu sensor cahaya harus menyesuaikan posisi arah sumber cahaya matahari. Sensor harus menghadap selatan untuk belahan bumi utara atau menghadap utara di belahan bumi selatan. Menggerakkan posisi sensor cahaya terhadap matahari dapat memberikan hasil yang lebih baik. Tingkat efisiensi penerimaan dipengaruhi oleh kemiringan sudut, di mana satuan luas permukaan akan mendapatkan intensitas cahaya (Fawzi, 2013).

Penggunaan sensor pelacak sumber cahaya matahari untuk sistem penggerak otomatis penjejak matahari akan mengarahkan panel selalu tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari untuk memaksimalkan tangkapan energi dari matahari, prinsip kerja ini meniru dari pergerakan bunga matahari. Pemanfaatan sistem penggerak otomatis penjejak matahari

ini mampu meningkatkan performa hingga sebesar 25-30% (Srinivas, 2013).

Pada pelacakan sumber cahaya diperlukan sistem kontrol cerdas untuk dapat meningkatkan kecepatan dan ketepatan gerakan lacak. Kontroler PID adalah salah satu kontroler yang memiliki kemudahan dalam implementasi dan pengaturannya. Kontroler PID termasuk kontroler mekanisme umpan balik yang bekerja secara terus menerus menghitung nilai kesalahan untuk menghasilkan variabel output proses yang terukur. Proses ini mampu mempercepat proses iterasi kontrol. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pembuatan aplikasi kontrol cerdas untuk mengetahui posisi sudut dan arah datangnya cahaya yang paling optimal menggunakan kontrol PID.

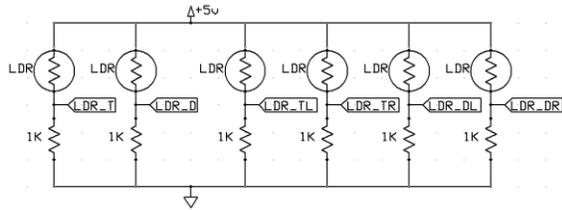
Tujuan penelitian adalah merancang sensor dan aplikasi kontrol cerdas pelacak sumber cahaya dengan menerapkan fuzzy dan sistem kontrol PID untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi pengukuran pada sensor penjejak sumber cahaya.

METODE PENELITIAN

Perancangan Alat

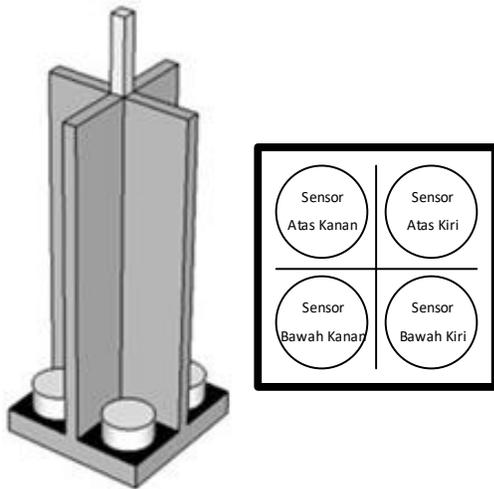
Merancang sistem yang sederhana, murah, namun harapannya bisa diandalkan. Mulai dari bentuk konfigurasi sensor, papan utama kendali, dan software sistem dan user interfacenya.

Sensor LDR disusun sedemikian rupa sehingga modul sensor akan menghasilkan tegangan yang tinggi ketika mendapatkan sinar yang terang begitu pula sebaliknya untuk memudahkan analogi berpikir dalam pembuatan pemrogramannya. Schematic modul sensor ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Schematic modul sensor LDR penjejak cahaya

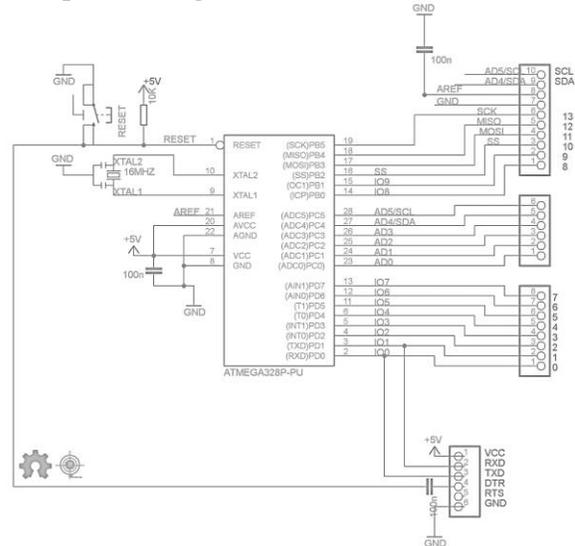
Sensor disusun dengan teknik shadow modeling sensor. Penggunaan LDR dengan ukuran besar, bertujuan untuk dapat memberikan nilai range fuzzy yang besar dari bayangan yang jatuh pada LDR sehingga harapannya memberikan nilai input yang lebih variatif ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Rancangan modul sensor LDR penjejak cahaya

Papan kendali utama menggunakan mikrokontroler IC ATmega328 dirancang sederhana mungkin untuk memudahkan pembuatan PCB dan peletakan komponennya ditunjukkan pada gambar 3.3. Mikrokontroler di sini bertugas menerima perintah dari software Matlab kemudian meresponsnya dengan hasil yang diperintahkan. Sebagai contoh software Matlab memerintahkan membaca sensor, maka mikrokontroler bagian ADCnya

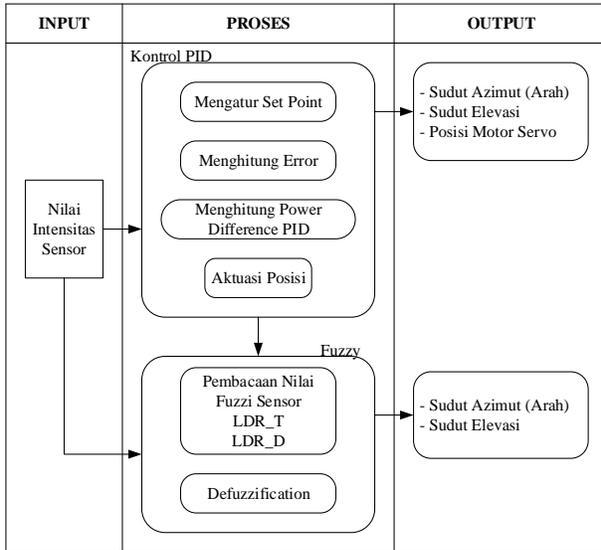
bertugas membaca data dari sensor, kemudian mengirimkannya kembali ke komputer sebagai data akuisisi.



Gambar 3. Schematic ATmega328 Kontrol Sistem

Kerangka Sistem Informasi

Kerangka sistem informasi penjejukan cahaya secara garis besar dibagi menjadi tiga tahapan yaitu input, proses dan output. Dalam tahapan input dilakukan masukan dari sensor-sensor pada modul sensor dibaca oleh ADC pada mikrokontroler. Pada tahapan proses dilaksanakan setelah tahapan input selesai, kemudian dilakukan proses algoritma kontrol PID, kemudian proses Fuzzy dilakukan setelah Proses kontrol PID selesai. Pada tahapan output dari proses PID didapatkan perintah menggerakkan motor servo untuk menggerakkan modul mengarah pada posisi yang tepat. Tahapan output dari proses Fuzzy adalah menghasil data arah dan sudut elevasi. Kerangka sistem informasi yang dibuat ditunjukkan pada gambar 3.4.

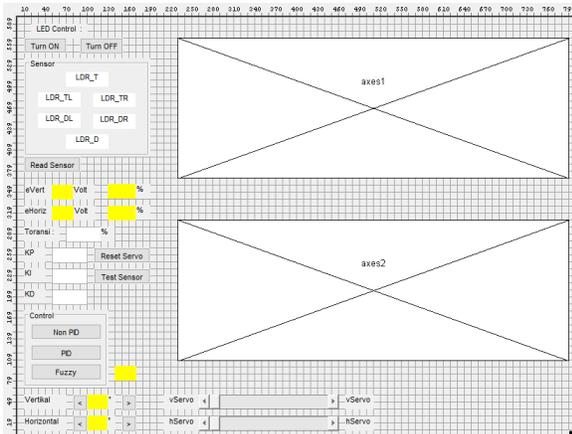


Gambar 4. Kerangka sistem informasi

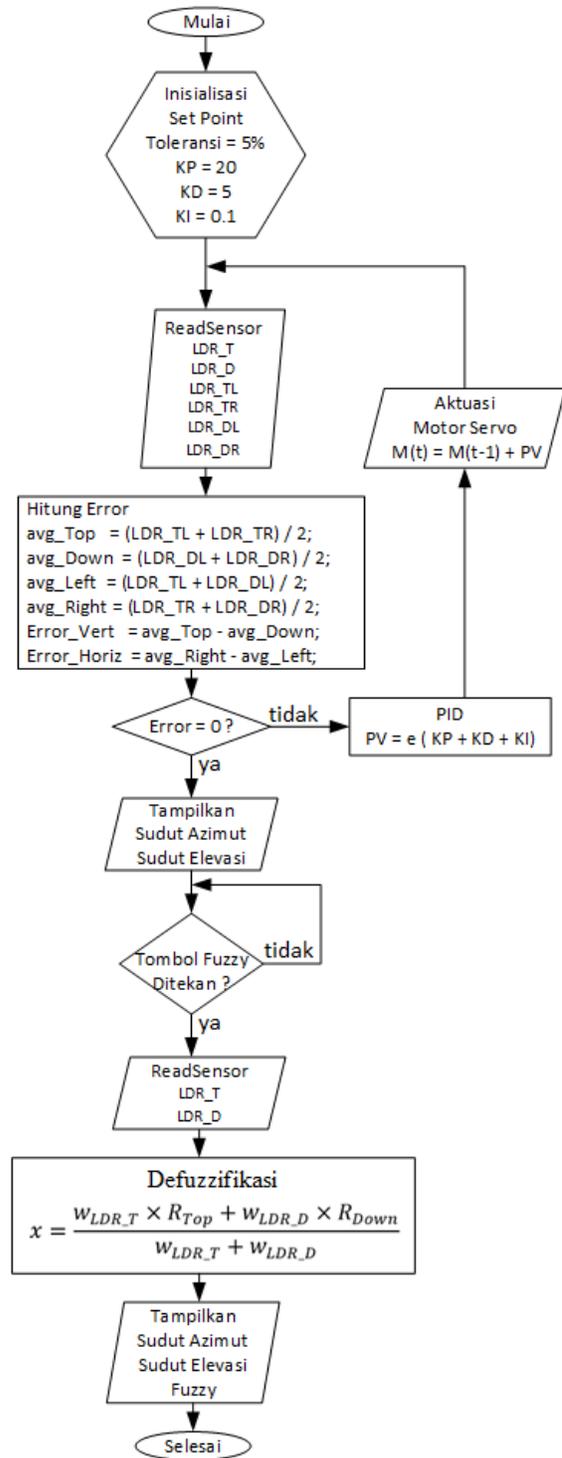
Dari kerangka sistem tersebut selanjutnya di buat diagram alir program seperti ditunjukkan pada gambar 6.

Perancangan User Interface

Pada penelitian ini digunakan pemrograman Matlab 2016b dengan GUI (Graphic User Interface) di mana dalamnya terdapat dua buah file Figure dan M-Script. File Figure berfungsi sebagai User Interface dari komputasi yang ditulis pada M-Script. Perancangan GUI pada file Figure ditunjukkan pada gambar 5



Gambar 5. Diagram alir program



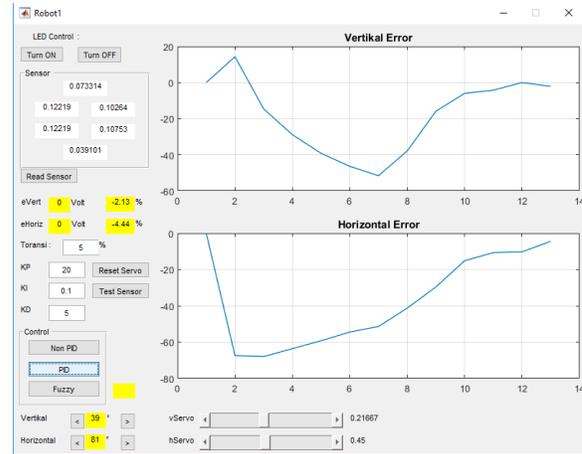
Gambar 6. Diagram alir program

HASIL DAN PEMBAHASAN

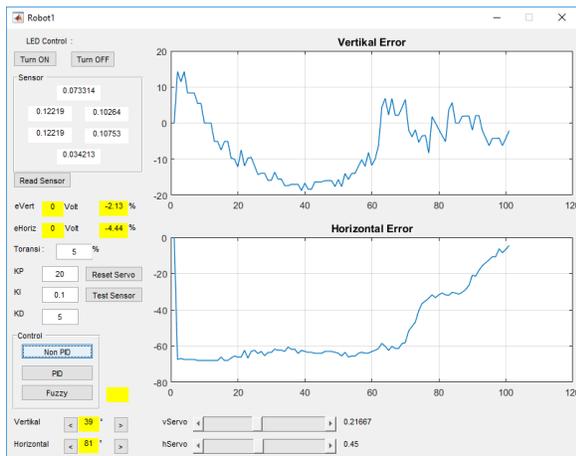
Pada penelitian ini hasil yang dicapai adalah sistem informasi penjejak cahaya yang digunakan untuk mencari sumber cahaya yang paling terang di suatu titik pengukuran.

Penelitian dimulai dengan menjalankan sistem tanpa kontrol cerdas yaitu didapatkan dari proses iterasi membandingkan intensitas modul sensor kanan dengan sensor kiri, dan membandingkan modul sensor atas dengan modul sensor bawah. Jika intensitas modul sensor kiri lebih besar dari modul sensor kanan maka sistem akan menggerakkan motor servo satu step sejauh 1° ke kiri begitu pula sebaliknya, metode ditunjukkan pada gambar

dan sistem cerdas didapatkan proses iterasi yang tergolong sangat singkat. Hasil pengamatan proses ini ditunjukkan pada gambar 4.5



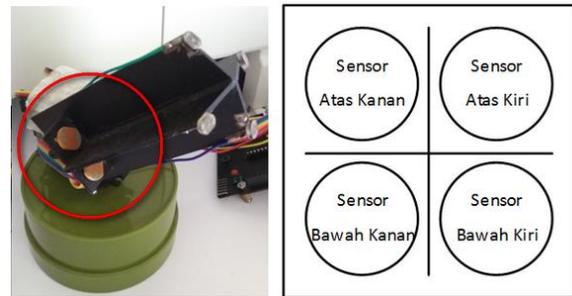
Gambar 8. Pengamatan iterasi penjejakan dengan kontrol PID



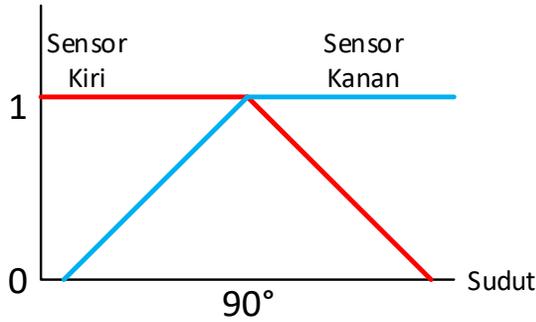
Gambar 7. Pengamatan iterasi penjejakan tanpa sistem cerdas.

Penggunaan sensor yang besar akan memberikan nilai fuzzy pada LDR di mana LDR akan mendapatkan cahaya bergantung pada seberapa luas bayangan yang diterimanya. Ketika sensor mendapatkan bayangan yang luas maka sensor mengeluarkan nilai tegangan yang rendah. Namun ketika sensor menerima cahaya penuh tanpa bayangan yang mengenainya maka sensor mengeluarkan nilai tegangan maksimal ditunjukkan pada gambar 4.7. Nilai Input fuzzy ini yang akan digunakan pada proses controller PID, sehingga dapat memperkirakan seberapa besar aktuasi gerakan motor servo dengan lebih teliti.

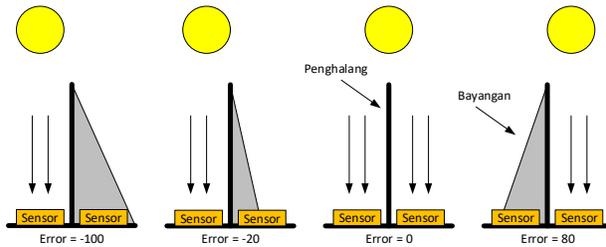
Lamanya iterasi penjejakan tanpa metode dan sistem cerdas menjadi alasan dilakukannya penelitian ini. Dengan menggunakan metode sensor fuzzy dan kontrol PID untuk metode sistem cerdas penjejakan sumber cahaya dapat menghemat waktu iterasi proses penjejakan. Hasil penelitian penjejakan dengan sumber cahaya bohlam LED220V AC menggunakan metode



Gambar 9. Pengamatan iterasi penjejakan dengan kontrol PID



Gambar 10. Himpunan fuzzy sensor kanan dan kiri



Gambar 11. Besaran error pada beberapa posisi kemiringan.

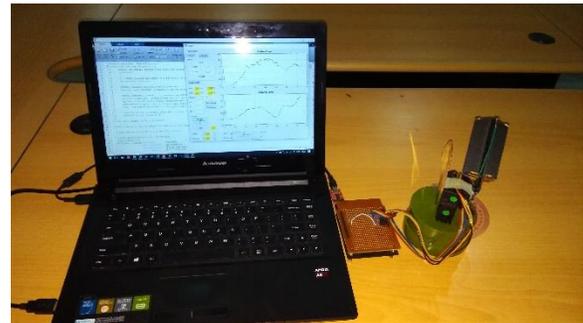
Pengaturan variabel kontrol proportional KP, derivative KD dan integral KI perlu diatur untuk mendapatkan keandalan dan kecepatan pelacakan sumber cahaya. Pengaturan yang berlebih menjadikan sistem tidak stabil dan berisulasi. Dengan penerapan metode kontrol PID dan fuzzy mampu memberikan hasil yang cepat dalam proses pelacakan sumber cahaya.

Tingkat Kecepatan Penjejakan Sumber Cahaya

Pengujian dilakukan dengan membandingkan lamanya proses iterasi pada penjejakan metode boolean dan metode kontrol PID. Berdasarkan pengamatan tingkat akurasi keduanya sama-sama baik, namun dengan menggunakan metode kontrol PID didapatkan proses iterasi yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode boolean. Hasil pengamatan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan tingkat kecepatan metode boolean dengan PID

Percobaan	Jumlah Iterasi		Elevasi		Azimut	
	Boolean	PID	Boolean	PID	Elevasi	PID
1	60	6	38°	37°	147°	148°
2	73	10	37°	38°	20°	20°
3	27	9	39°	38°	45°	46°
4	75	12	38°	38°	17°	16°
5	90	13	37°	37°	2°	1°
6	72	9	39°	39°	160°	157°
7	81	8	39°	39°	179°	179°
8	50	6	39°	38°	138°	138°
9	80	10	40°	40°	77°	78°
10	101	13	39°	39°	81°	81°



Gambar 12. Sistem Kontrol Cerdas Pelacak Sumber Cahaya Menggunakan Kontrol Proportional Integral Derivative (Pid)

Tingkat Ketelitian dan Konsistensi Penjejakan Sumber Cahaya

Pada percobaan dilakukan pengamatan ketelitian dan konsistensi pengukuran didapatkan pengamatan data

berupa lamanya iterasi, arah dan sudut datangnya cahaya yang paling terang. Pada pengamatan didapatkan hasil kestabilan dan tingkat konsistensi pengukuran yang baik ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel percobaan pengukuran

Percobaan	Jumlah Iterasi	Elevasi	Azimut
1	14	39°	9°
2	14	39°	9°
3	14	39°	9°
4	18	39°	9°
5	13	39°	10°
6	13	39°	10°
7	13	39°	10°
8	13	39°	9°
9	13	40°	9°
10	13	39°	8°
11	14	39°	9°
12	12	39°	12°
Modus		39°	9°
Rata-Rata		39,08	9,42°
Max		40°	12°
Min		39°	8°

PENUTUP

Pemanfaatan metode fuzzy logic dan sistem kontrol PID sebagai sistem cerdas pelacakan sumber cahaya dapat meningkatkan kecepatan pengukuran. Sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi arah datangnya sinar matahari untuk menempatkan solar panel pada posisi yang paling optimal agar dapat menyerap energi matahari secara maksimal. Sistem informasi ini dapat juga dimanfaatkan untuk

mengukur dan mengamati sistem penerangan cahaya di suatu ruangan agar perancang tata cahaya ruang mendapatkan informasi yang akurat serta bisa merancang tata cahaya ruangan yang baik bagi kesehatan sesuai dengan standar kesehatan tertentu. Pengaturan variabel sangat menentukan hasil kinerja sistem pelacak cahaya ini sehingga perlu adanya latihan dalam mengaturnya.

Penggunaan sensor yang lebih besar lebih baik dalam penggunaan metode fuzzy logic karena penggunaan sensor yang lebih besar akan mendapatkan range nilai fuzzy yang lebih besar, sehingga mempermudah dalam proses pengukuran dan proses-proses fuzzy di dalamnya. serta mampu memperbaiki proses dan kinerja sistem pelacakan sumber cahaya ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Algazar, M.M., AL-monier, H., dan Salem, K., 2012. Maximum power point tracking using fuzzy logic control, *Electrical Power and Energy Systems Vol. 39*, 21-28.
- Anuraj, A., dan Gandhi, R., 2014. Solar Tracking System Using Stepper Motor, *International Journal of Electronic and Electrical Engineering*, 561-566.
- Arghira ,N., dkk, 2015. Fuzzy Decision Support System for Solar Tracking Optimization, *12th International Conference on Development and Application Systems Suceava Romania*, 16-20.
- Astrom, K. J., dan Hagglund, T. , 1995. *PID Controllers : Theory Design and Tuning*, Instrument Society of America, New York.
- Away, Y., dan Ikhsan, M., 2016. Dual-axis Sun Tracker Sensor Based on

- Tetrahedron Geometry, *Automation in Construction*, 1-6.
- Bawa, D., dan Patil, C.Y., 2013. Fuzzy Control Based Solar Tracker Using Arduino Uno, *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Vol.2 Issue 12*, 179-187.
- Daoud, A., dan Midoun, A., 2006. A Fuzzy Logic Based Photovoltaic Maximum Power Tracker Controller, *Electrical Power Quality and Utilisation Journal Vol. XIV No. 2*.
- Garrido, R., dan Diaz, A., 2016. Cascade Closed-loop Control of Solar Trackers Applied to HCPV Systems, *Renewable Energy* 97, 689-696.
- Hamed, B., dan Moghany, M., 2013. Fuzzy Controller Design Using FPGA for Sun and Maximum Power Point Tracking in Solar Array System, *International Journal of Modeling and Optimization Vol. 3 No. 2*.
- Huang, Y. J. , dkk, 2009. Solar Tracking Fuzzy Control System Design using FPGA, *Proceedings of the World Congress on Engineering 2009 Vol.I*.
- Jabiulla, S., dan Radha, K. , 2015. Advanced GPS Based Solar Tracking, *International Journal Of Modern Engineering Research (IJMER)*, 52-60.
- Manzoor, M., Qureshi, M.K., dan Waheed, A., 2010. Design & Development of Low Cost Solar Tracker using Microcontroller, *NUST Journal of Engineering Sciences Vol.3 No.1*, 22-27.
- Mohamad, A., 2004. Efficiency Improvements of Photovoltaic Panels using a Sun-Tracking System, *Applied Energi Vol.79 Issue 3*, 345–354.
- Pandjaitan, L.W., 2007. *Dasar-dasar Komputasi Cerdas*, Yogyakarta.
- Shamsuzzoha, M., Moonyong, L., dan Hirya, S., 2012. Closed loop PI/PID Controller Tuning for Stable and Unstable Processes, *American Control Conference Fairmont Queen Elizabeth Montréal Canada*, 2368-2373.
- Stamatescu, I., dkk, 2013. Design and Implementation of a Solar-Tracking Algorithm, *24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation*, 500-507.
- Tej, S.A., dan Kalaiarasi, N., 2013. Hardware Modelling Of Automatic Solar Tracking System, *International Journal of ChemTech Research Vol.5 No.2*, 1030-1035.
- Visconti ,P., dkk, 2015. Software Solution Implemented on Hardware System to Manage and Drive Multiple Bi-axial Solar Trackers by PC in Photovoltaic Solar Plants, *Measurement* 76, 80–92.