



Desain Optimalisasi Penggunaan *Storage System* Pada Robot Tenaga Surya

Miftahul Khoiri Islami¹, Pola Risma², Dewi Permata Sari³, Hendra Marta Yudha⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya

⁴ Fakultas Teknik Elektro, Universitas Tridnanti Palembang

¹miftahulkhoiri48@gmail.com, ²depeesbaker@gmail.com*, ³polarisma@polsri.ac.id*, ⁴hendramy@univ-tridnanti.ac.id

Abstract

Greenhouses as a place to cultivate plants have a closed space structure and are in the vicinity of the forest, allowing disturbances and threats to come such as thieves, cats, dogs and monkeys that can damage plants in the greenhouse, so greenhouses need guards who are on standby for 24 hours. To maintain the security of the greenhouse environment, robotics applications are needed, one of which is a solar-powered security robot whose function is to monitor and maintain the environment around the greenhouse continuously and provide information in real time. To be able to work continuously, this robot is equipped with a charging system using solar panels, so that the robot will operate continuously during the day with the help of solar panels and at night using batteries. Intelligence is also added to this security robot, in the form of fuzzy logic control of motor motion based on the remaining power in the security robot, so as to optimize the condition of battery power to robot motion. The goal is to get effective input control in determining the output in order to optimize the storage system on the security robot so that it can work as long as possible with the remaining power conditions. For testing fuzzy logic control is done through simulation using the Scilab application. The results of the simulation show that with the fuzzy logic control of the battery power on the safety robot, the storage system can be optimized

.Keywords : robot security, fuzzy logic controller, photovoltaic, MPPT, LDR

Abstrak

Greenhouse sebagai tempat untuk membudidayakan tanaman memiliki struktur ruang yang tertutup dan berlokasi di sekitar hutan, memungkinkan untuk adanya gangguan dan ancaman yang datang seperti pencuri, kucing, anjing dan monyet yang dapat merusak tanaman di dalam *greenhouse*, sehingga *greenhouse* membutuhkan penjaga yang tersedia 24 jam. Untuk menjaga keamanan lingkungan *greenhouse*, dibutuhkan aplikasi robotika, salah satunya robot *security* tenaga surya yang fungsinya mengawasi dan menjaga lingkungan sekitar *greenhouse* secara terus-menerus dan memberikan informasi secara *realtime*. Untuk bekerja secara terus menerus, robot dilengkapi sistem pengisian daya menggunakan panel surya, jadi robot akan beroperasi secara terus menerus ketika siang hari dibantu panel surya dan malam hari menggunakan baterai. Kecerdasan juga ditambahkan pada robot *security* ini, berupa kontrol logika *fuzzy* terhadap gerak motor berdasarkan daya yang tersisa pada robot *security*, sehingga dapat mengoptimalkan kondisi daya baterai terhadap gerak robot. Tujuan untuk mendapatkan *input control* yang efektif dalam menentukan output guna untuk mengoptimalkan *storage* sistem pada robot *security* agar dapat bekerja selama mungkin dengan kondisi daya yang tersisa. Untuk pengujian kontrol logika *fuzzy* dilakukan melalui simulasi menggunakan aplikasi *scilab*. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa dengan kontrol logika *fuzzy* daya baterai pada gerak motor, dapat menghasilkan keputusan yang efektif dan mampu mengoptimalkan penggunaan *storage system* pada robot. Dimana tegangan baterai pada robot yang dideteksi oleh sensor pzem-017 sebesar 9,6 V maka kecepatan motor pada robot akan lebih lambat dibanding ketika sensor PZEM-017 mendeteksi tegangan sebesar 12,6V.

Kata kunci: robot security, fuzzy logic controller, photovoltaic, MPPT, LDR

Diterima Redaksi : 30-11-2022 | Selesai Revisi : 14-12-2022 | Diterbitkan Online : 31-12-2022

1. Pendahuluan

Greenhouse sebagai tempat untuk membudidayakan tanaman memiliki struktur ruang yang tertutup dan berlokasi di sekitar hutan, memungkinkan untuk adanya gangguan dan ancaman yang datang seperti pencuri,

kucing, anjing dan monyet yang dapat merusak tanaman di dalam *greenhouse*, sehingga *greenhouse* membutuhkan penjaga yang tersedia 24 jam. Saat ini, pengawas atau pengamanan terhadap *greenhouse* umumnya masih dilakukan oleh manusia [1]-[11].

Teknologi robotika telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir dan memberikan dampak positif tidak hanya industri, tetapi juga pada sektor pertanian. Petani saat ini mengandalkan robot untuk membantu dalam tugas-tugas pertanian seperti menanam, menyiram, dan memanen tanaman. Selain itu robot juga digunakan untuk keamanan, seperti robot pengaman yang mampu memantau lingkungan sekitar [12]-[22].

Robot tenaga surya ini merupakan robot *wall follower* yang terus mengelilingi area *greenhouse* dengan misi penjagaannya. Robot ini menggunakan panel surya sebagai sumber *energy* ketika siang hari dan menggunakan baterai pada malam hari sebagai cadangannya [21]-[22].

Untuk mengoptimalkan penggunaan *storage system* robot tenaga surya ini dilengkapi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang dapat berupa Neural Network, *fuzzy logic controller*, dan Genetic Algorithm untuk mengontrol penggunaan *storage system* dari robot tenaga surya [23]-[33].

Logika *Fuzzy* merupakan sistem kendali dengan ketidakpastian yang menggunakan konsep himpunan *fuzzy* dalam perancangannya. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Kelebihan dari *fuzzy logic controller* salah satunya adalah tidak diperlukannya model matematis dari plant yang akan dikendalikan dan mekanisme pengambilan keputusan ditanamkan pada pengendali sebagai aturan dasar ketika pengendalian berlangsung.

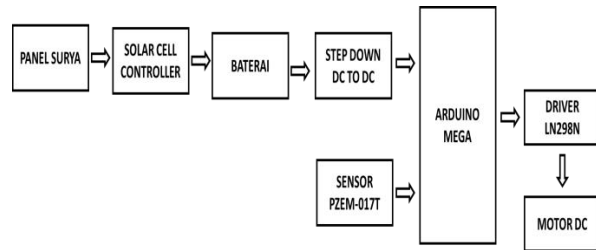
Tenaga surya merupakan energi *alternative* untuk *charging storage system* robot yang diaplikasikan pada pertanian. Robot pertanian atau Agribot diimplementasikan pada lahan terbuka yang memiliki potensi besar energi surya. *Charging* dapat dilakukan secara otomatis pada saat cuaca cerah dan pada saat cuaca tidak mendukung (berawan/mendung) maka robot dapat mengambil energi listrik dari *storage system* [34]-[42].

Paper ini membahas implementasi *Fuzzy Logic Controller* sebagai upaya optimalisasi *storage system* pada robot tenaga surya terhadap gerak robot. Logika ini berfungsi untuk memberikan perintah sesuai kondisi dari robot tenaga surya agar *storage system* tidak habis sia-sia dan mampu menjalankan robot untuk mengerjakan pekerjaannya lebih lama.

2. Metode Penelitian

Blok diagram merupakan bagian penting dalam perancangan suatu sistem pada robot *security* “Maarinos” karena dapat memberikan gambaran umum tentang bagaimana komponen-komponen sistem saling berinteraksi untuk mencapai tujuan keseluruhan sistem. Cara kerja sistem *fuzzy logic* daya baterai terhadap kecepatan motor pada robot *security* tenaga surya dijelaskan melalui blok diagram yang terlihat pada

Gambar 1. Dengan menggunakan blok diagram tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan dengan baik dan memenuhi tujuan yang diinginkan.



Gambar 1 Blok Diagram

Penjelasan pada setiap blok diagram diatas yaitu :

1. Panel Surya

Panel Surya berfungsi untuk mengubah panas matahari menjadi energy listrik. Pada rancang bangun alat dan sistem, Panel Surya digunakan untuk mensuplai tegangan dan arus dalam pengisian daya baterai.

2. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah rangkaian kontrol yang berfungsi mengatur tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh panel surya menuju ke baterai agar tidak kelebihan pelepasan muatan (*over discharge*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charge*).

3. Baterai

Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energy kimia yang disimpannya energy listrik yang kemudian akan digunakan untuk menghidupkan suatu perangkat elektronik. Pada perancangan alat, baterai digunakan untuk menyimpan tegangan, arus, dan daya dari panel surya dan dipakai untuk menghidupkan robot tenaga surya.

4. Sensor PZEM-017

Sensor PZEM-017 berfungsi mengukur daya DC dari 0.05 VDC – 300 VDC dan pengukuran arus pada rentang pemasangan shunt eksternal 50 A – 300 A. Pada perancangan alat dan sistem digunakan PZEM 017 untuk mengukur tegangan, arus dan daya pada Panel Surya dan baterai di robot *security* tenaga surya.

5. Sensor LDR

Sensor cahaya Light Dependent Resistor (LDR) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya, berfungsi untuk mendeteksi nilai intensitas cahaya matahari di area *greenhouse*.

6. Step Down DC to DC

Step Down DC to DC merupakan alat untuk menurunkan tegangan yang digunakan untuk menurunkan tegangan baterai dari 12VDC ke 5VDC yang digunakan sebagai suplai tegangan mikro *controller* Arduino Mega.

7. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 berfungsi untuk memproses data tegangan dari sensor Pzem-017 untuk menontrol kecepatan motor dc menggunakan kontrol logika *fuzzy*

8. Driver Motor L298N

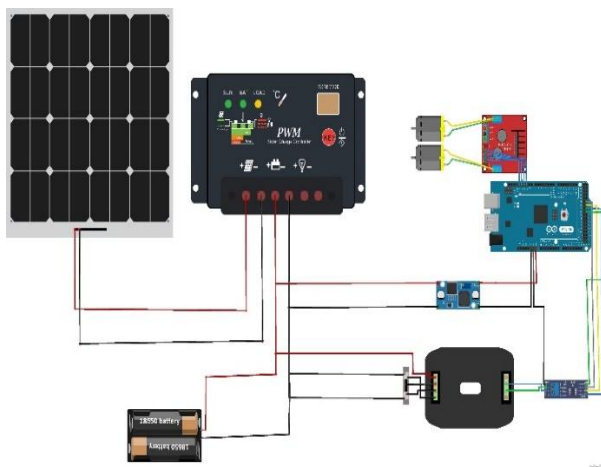
Driver motor berfungsi untuk mengendalikan arah putaran motor DC, sebagai aktuator robot yang menentukan pergerakan yaitu berbelok, maju, mundur, dan berhenti. Pada perancangan alat terdapat 1 buah motor driver L298N yang digunakan untuk mengendalikan 4 motor DC (2WD)

9. Motor DC

Motor DC berfungsi sebagai aktuator robot tenaga surya. Pada rancang bangun alat, motor DC yang digunakan memiliki spesifikasi tegangan 12V dengan kecepatan maksimum 250 RPM. Pada robot tenaga surya memiliki 4 buah Motor DC (2WD) untuk menggerakkan robot.

2.2. Skema Rangkaian

Skema rangkain digunakan untuk penghubung pada desain Optimalisasi Penggunaan *Storage System* pada robot tenaga surya sehingga komponen yang digunakan dapat bekerja dengan baik. Pada Gambar.2 adalah sekema rangkain untuk sistem penggunaan daya pada robot tenaga surya menggunakan *fuzzy logic controller* terhadap kecepatan motor dc pada robot tenaga surya. Sumber daya robot bersumber dari pembangkit listrik tenaga surya (Panel Surya), besaran tegangan maksimal yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 17 V, selanjutnya tegangan dialirkan ke mppt untuk mengisi daya baterai pada robot tenaga surya hingga 12,6 V. Dari baterai mneghidupkan seluruh perangkat elektronik yang ada pada robot seperti sensor, mikrokontroller, serta aktuator berupa 4 motor dc (2WD).



Gambar 2. Skema Rangkaian Desain *Storage System* Robot Tenaga Surya

2.3. Desain Robot Tenaga Surya

Robot Tenaga Surya yang digunakan adalah robot *wall follower* yang terlihat pada Gambar 3. Jenis robot tersebut diterapkan untuk mengawasi *greenhouse* dan dapat menggunakan sumber daya dari PV panel dan baterai.



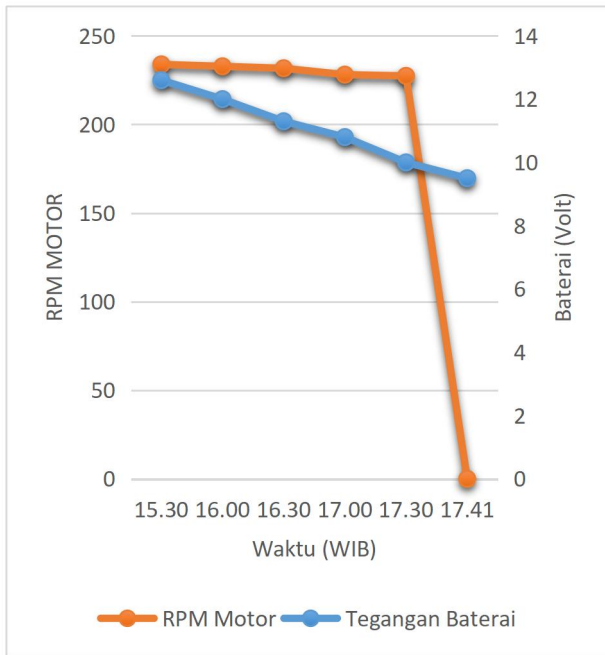
Gambar 3. Experimental Test Bed

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Penggunaan *Storage System* terhadap kecepatan motor

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengambilan data secara langsung, untuk mengetahui seberapa lama penggunaan *storage system* pada robot tenaga surya terhadap gerak robot. Seperti Gambar.4 menunjukkan grafik daya baterai robot dalam kondisi penuh (12,6 V) untuk menggerakkan motor robot dalam rentang waktu pukul 15.30 WIB – 17.41 WIB hingga baterai robot habis (9,5 V). Dapat kita lihat dari grafik diatas bahwasannya, penurunan daya baterai terhadap kecepatan robot relatif konstan di kisaran 227-234 RPM, hal ini membuat daya baterai cepat habis karena tidak adanya pengaturan kecepatan terhadap sisa daya pada robot tenaga surya. Hal ini yang membuat penulis akan melakukan penelitian tentang optimalisasi

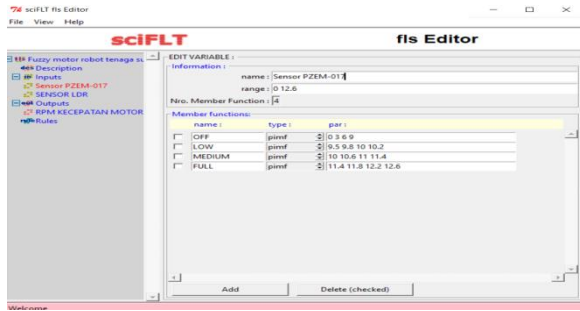
penggunaan *storage system* terhadap gerak motor pada robot tenaga surya, agar penggunaan daya robot lebih optimal.



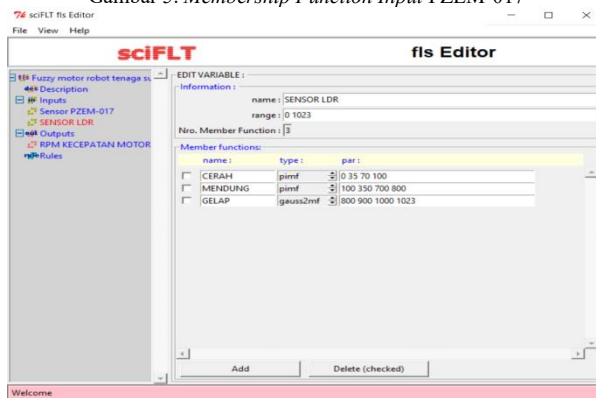
Gambar 4. Grafik Perbandingan Discharging terhadap Kecepatan Motor

3.2. Simulasi Fuzzy Logic Controller

Pada penelitian dilakukan penggunaan *Fuzzy Logic Controller* dalam upaya optimalisasi penggunaan *storage system* pada robot tenaga surya. Peneliti melakukan simulasi pada aplikasi *scilab*. Dalam simulasi *Fuzzy Logic Controller* di aplikasi *scilab*, terdapat 2 *membership function*, yaitu *membership function Input* dan *Output* yang dapat kita lihat pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7. Pada *membership function input* terdapat 2 sensor masukan (*input*), yaitu sensor tegangan PZEM-017 pada baterai dan sensor Intensitas cahaya LDR. Untuk nilai data sensor PZEM-017 yang akan diolah antara 0-12,6V dan nilai data sensor LDR 0-1023. Adapun kondisi nilai pembacaan sensor PZEM-017 pada baterai yang akan diolah yaitu : LOW = 9,5-10,2V ; MEDIUM = 10-11,4V ; FULL = 11,4-12,6V ; OFF = 0-9V , Sedangkan kondisi nilai pembacaan sensor LDR terhadap intensitas cahaya yaitu : CERAH = 0-100 ; MENDUNG = 100-800 ; GELAP = 800-1023.

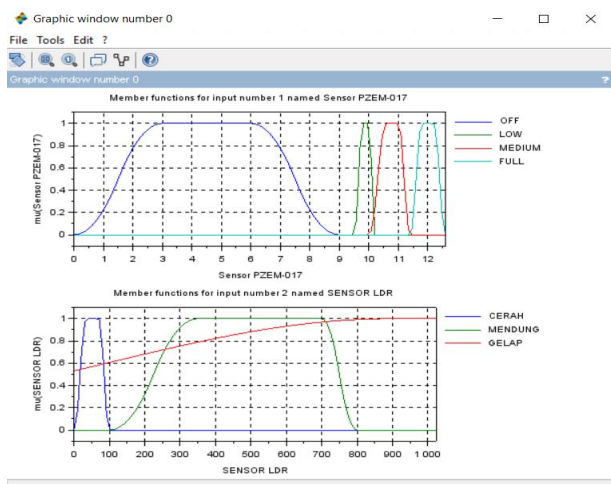


Gambar 5. Membership Function Input PZEM-017



Gambar 6. Membership Function Input LDR

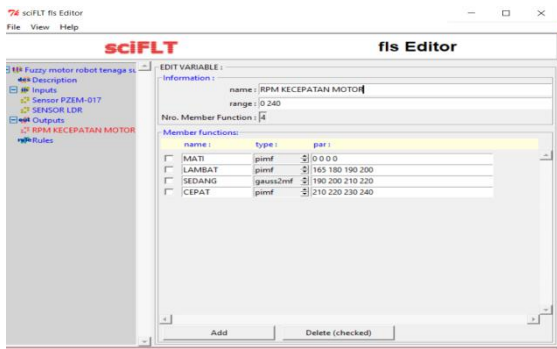
Setelah melakukan pengisian kondisi *membership function input* beserta nilai tiap kondisi, kita bisa melihat grafik dari data yang akan diolah oleh simulasi *Fuzzy Logic Controller* seperti pada gambar 7 dibawah ini. Masing-masing *line* berwarna menunjukkan tiap kondisi dan nilainya.



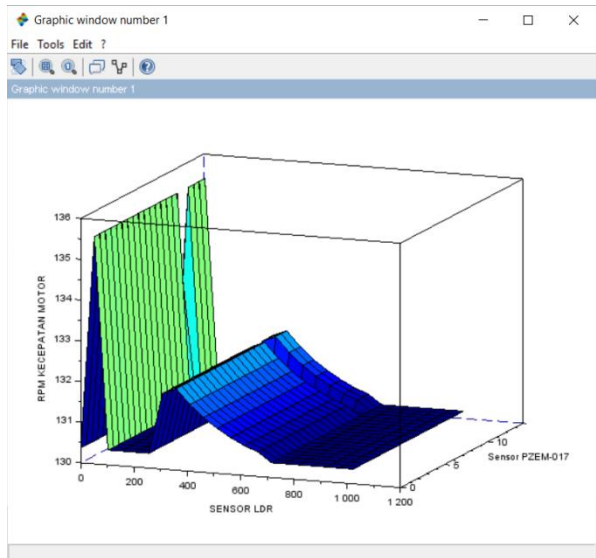
Gambar 7. Grafik Membership Function Input

Pada *membership function Output* terdapat 1 *output*, yaitu berupa RPM kecepatan motor robot tenaga surya, output inilah yang akan diatur sesuai inputan yang sudah kita atur sedemikian rupa nilai tiap kondisi nya.

Pada *membership function output fuzzy logic controller* robot tenaga surya ini memiliki 4 kondisi, yaitu : MATI = 0 RPM ; LAMBAT = 165-200 RPM ; SEDANG = 190-220 RPM ; dan CEPAT = 210-240 RPM.

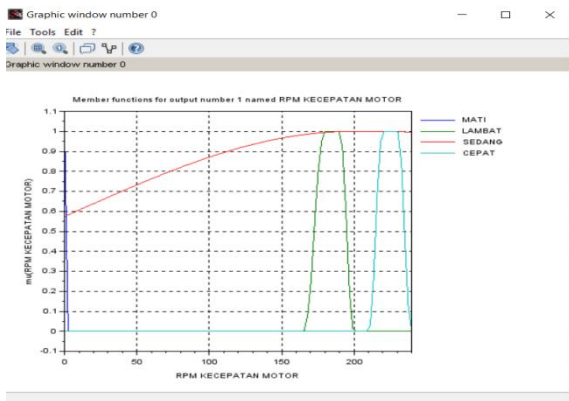


Gambar 8. *Membership Function Output RPM Motor*



Gambar 10. 3D Hasil *Fuzzy Logic Input dan Output*

Setelah melakukan pengisian kondisi *membership function output* beserta nilai tiap kondisi, kita bisa melihat grafik dari data yang akan diolah oleh simulasi *Fuzzy Logic Controller* seperti pada Gambar 9 dibawah ini. Masing-masing line berwarna menunjukkan tiap kondisi dan nilainya.



Gambar 9. *Membership Function Output*

Pada Gambar 10 menunjukkan hasil *Fuzzy Logic Controller* dari sensor LDR, PZEM017, terhadap kecepatan Motor robot tenaga surya. Menunjukkan hasil hubungan antara kecepatan motor dengan input sensor ldr dan pzem-017 antara lain :

Ketika sensor ldr menunjukkan nilai 1002 (Cerah), dan sensor pzem menunjukkan nilai 12,6 volt (Full) maka kecepatan motor 240 RPM (Cepat)

Ketika sensor ldr menunjukkan nilai 601 (Mendung), dan sensor pzem menunjukkan nilai 11,7 volt (Medium) maka kecepatan motor 212 RPM (Sedang)

Ketika sensor ldr menunjukkan nilai 145 (Gelap), dan sensor pzem menunjukkan nilai <10 volt (Low) maka kecepatan motor 181 RPM (Lambat)

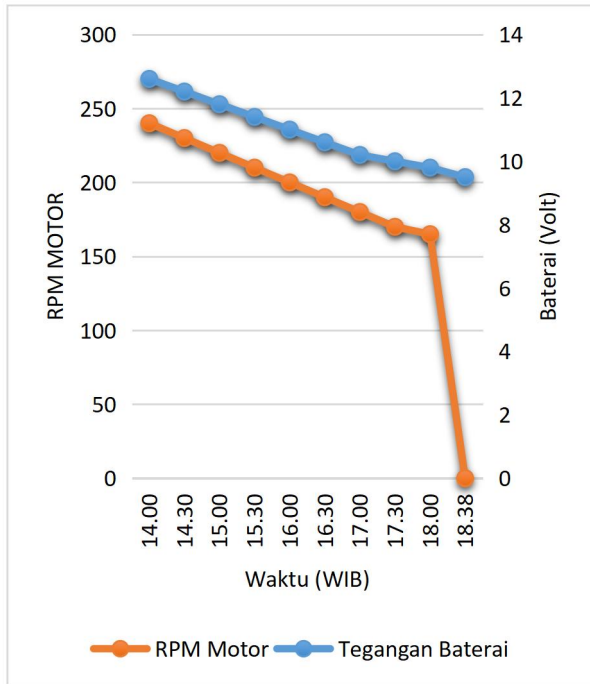
Ketika sensor ldr menunjukkan nilai 15 (Gelap), dan sensor pzem menunjukkan nilai <9 volt (Low) maka kecepatan motor 0 RPM (Mati)

3.3. Data Penggunaan *Storage System* Pada Robot Tenaga Surya

Pada penelitian, diperoleh data Optimalisasi *Storage System* pada robot tenaga surya, pada (Tabel 1). Data mencakup nilai intensitas cahaya (Lux) yang dideteksi oleh sensor LDR dan data tegangan (Volt) yang dideteksi oleh Sensor PZEM-017 pada PV panel, serta data tegangan (Volt) baterai. Dari data tersebut kita dapat mengetahui seberapa optimal penggunaan *storage system* robot tenaga surya terhadap gerak dan kondisi robot.

Tabel 1 Data Storage System dengan Fuzzy Logic Controller

WAKTU (WIB)	Intensitas cahaya (Lux)	Pv Panel (V)	Baterai (V)	Motor DC (RPM)	Kondisi Robot
14.00	1002	17	12,6	239	Cepat
14.30	867	16,5	12,1	228	Cepat
15.00	745	15,4	11,9	220	Cepat
15.30	601	13,9	11,7	212	Sedang
16.00	512	13,2	11,2	206	Sedang
16.30	459	12	10,8	192	Sedang
17.00	412	11,1	10,5	181	Lambat
17.30	358	10	10,2	174	Lambat
18.00	145	-	10	170	Lambat
18.38	15	-	9	0	Mati



Gambar 11. Grafik Penggunaan Storage System Terhadap Kecepatan Motor dengan *Fuzzy Logic Controller*

Berdasarkan Tabel.1 nilai intensitas cahaya tinggi pada pukul 14.00 WIB terdeteksi oleh sensor LDR yang menunjukkan angka 1002 lux, didukung juga dengan tegangan dari pv Panel sebesar 17 V dan kondisi baterai terisi penuh sebesar 12,6 V yang di deteksi oleh sensor PZEM-017, kondisi ini membuat kecepatan motor pada robot tenaga surya sebesar 239 RPM dan dinyakatan dalam kondisi berjalan dengan cepat.

Kita lihat juga kondisi pada pukul 16.00 WIB, nilai intensitas cahaya sedang terdeteksi oleh sensor LDR yang menunjukkan angka 512 lux, didukung juga dengan tegangan dari pv panel sebesar 13,2 V dan kondisi baterai terisi sebesar 11,2 V yang dideteksi oleh sensor PZEM-017, kondisi ini membuat kecepatan motor pada robot tenaga surya sebesar 206 RPM dan dinyatakan dalam kondisi berjalan dengan kecepatan sedang.

Kita lihat juga kondisi pada pukul 18.38 WIB, nilai intensitas cahaya sangat rendah terdeteksi oleh sensor LDR yang menunjukkan angka 15 lux, karena cahaya matahari sudah hampir hilang, jadi nilai dari pv panel adalah 0 V dan kondisi baterai tersisa sebesar 9 V yang dideteksi oleh sensor PZEM-017, kondisi ini membuat kecepatan motor pada robot tenaga surya sebesar 0 RPM dan dinyatakan dalam kondisi berhenti atau mati

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengambilan data penggunaan *storage system* terhadap motor dengan *fuzzy logic controller*, untuk mengetahui seberapa lama penggunaan *storage system* pada robot tenaga surya terhadap gerak robot. Seperti Gambar 11. diatas menunjukkan daya baterai robot dalam kondisi penuh (12,6 V) untuk menggerakkan motor robot dalam rentang waktu pukul 14.00 WIB – 18.38 WIB hingga baterai robot habis (9,5 V). Dapat kita lihat dari grafik diatas bahwasannya, penurunan daya baterai terhadap kecepatan robot menurun sesuai kondisi *storage system* kisaran dari 165-240 RPM. Dengan uraian data penggunaan *storage system* terhadap kecepatan motor diatas tergambar bahwasannya, dengan penurunan konsumsi daya pada baterai, yakni dengan penurunan beban berupa RPM motor pada robot agar konsumsi daya pada robot berkurang dan menambah masa pakai baterai robot. Data discharging tanpa *fuzzy logic controller* dengan data discharging menggunakan *fuzzy logic controller* menunjukkan perbedaan masa pakai baterai pada robot. Dengan menambahkan *fuzzy logic controller* masa pakai baterai lebih lama dibandingkan tanpa *fuzzy logic controller*. Dengan menggunakan *fuzzy* masa pakai baterai bisa mencapai 278 menit dibanding tanpa *fuzzy logic controller* yang hanya 131 menit. Jadi dengan menambahkan *fuzzy logic controller* dapat menambah masa pakai baterai terhadap robot, dengan menyesuaikan arus beban pada motor terhadap kapasitas baterai yang tersisa.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dengan menambahkan *fuzzy logic controller* penggunaan baterai terhadap kecepatan motor pada robot, dapat menambah masa pakai baterai. Hal ini dapat mengoptimalkan storage system pada robot. Hasil data optimalisasi penggunaan *storage system* robot tenaga surya tanpa *fuzzy logic controller* dan menggunakan *fuzzy logic controller*, dibuktikan dengan lamanya durasi pakai baterai dari penuh (12,6 V) hingga habis (<9 V). Tanpa *fuzzy logic controller* baterai mampu mengoperasikan robot selama 2 jam 11 Menit (15.30-17.41 WIB), sedangkan dengan *fuzzy logic controller* robot mampu beroperasi selama 4 jam 38 Menit (15.30-19.38).

Daftar Rujukan

- [1] M. Liao, S. Chen, C. Chou, H. Chen, S. Yeh, Y. Chang, and J. Jiang, On precisely relating the growth of Phalaenopsis leaves to greenhouse environmental factors by using an IoT-based monitoring system, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 136, pp. 125-139, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.03.003>.
- [2] A. Kumar, V. Singh, S. Kumar, S. P. Jaiswal, and V. S. Bhadoria, IoT enabled system to monitor and control greenhouse, *Materials Today: Proceedings*, Vol. 49, No 8, pp. 3137-3141, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.040>
- [3] G. Singh, P. P. Singh, P. P. Singh Lubana, and K.G. Singh, Formulation and validation of a mathematical model of the microclimate of a greenhouse, *Renewable Energy*, Vol. 31, No 10, pp. 1541-1560, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2005.07.011>.
- [4] H. Kim, D. H. Lee, S. W. Ahn, W. K. Kim, S. O. Hur, J. Y. Choi, S. Chung, Design and testing of an autonomous irrigation controller for precision water management of greenhouse crops, *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, Vol. 8, No 4, pp. 228-234, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2015.03.001>
- [5] D. S. Paraforos, H. W. Griepentrog, Multivariable greenhouse climate control using dynamic decoupling controllers, *IFAC Proceedings Volumes*, Vol. 46, No 18, pp. 305-310, 2013, <https://doi.org/10.3182/20130828-2-SF-3019.00064>.
- [6] C. A. Hernández-Morales, J.M. Luna-Rivera, and R. Perez-Jimenez, Design and deployment of a practical IoT-based monitoring system for protected cultivations, *Computer Communications*, Vol. 186, pp. 51-64, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2022.01.009>.
- [7] C. Chang, S. Chung, W. Fu, and C. Huang, Artificial intelligence approaches to predict growth, harvest day, and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a IoT-enabled greenhouse system, *Biosystems Engineering*, Vol. 212, pp. 77-105, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.09.015>
- [8] E. A. Abioye, M. S. Z. Abidin, M. S. A. Mahmud, S. Buyamin, M. K. I. AbdRahman, A. O. Otuoze, M. S. A. Ramli, and O. D. Ijike, IoT-based monitoring and data-driven modelling of drip irrigation system for mustard leaf cultivation experiment, *Information Processing in Agriculture*, Vol. 8, No 2, pp. 270-283, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.05.004>
- [9] E. Collado, E. Valdés, A. García, and Y. Sáez, Design and implementation of a low-cost IoT-based agroclimatic monitoring system for greenhouses, *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 251-283, 2021. doi: 10.3934/electreng.2021014.
- [10] F. Hahn, Fuzzy controller decreases tomato cracking in greenhouses, *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 77, No 1, pp. 21-27, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.03.003>.
- [11] H. Benyezza, M. Bouhedda, and S. Rebouh, Zoning irrigation smart system based on fuzzy control technology and IoT for water and energy saving, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 302, p. 127001, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127001>.
- [12] Dewi T., Nurmaini S., Risma P., Oktarina Y., and Roriz M., 2019, Inverse Kinematic Analysis of 4 DOF Pick and Place Arm Robot Manipulator using Fuzzy Logic Controller, *IJECE*, 10(2), pp. 1376-1386. doi:10.11591/ijece.v10i2.pp1376-1386.
- [13] Uchiyama N., Dewi T., and Sano S., 2014, Collision Avoidance Control for a Human-Operated Four Wheeled Mobile Robot, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 228(13), pp. 2278-2284. <https://doi.org/10.1177/0954406213518523>.
- [14] Uchiyama N., Dewi T., Sano S., and Takahashi H., 2014, Swarm Robot Control for Human Services and Moving Rehabilitation by Sensor Fusion, *Journal of Robotics*, 2014(278659), 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2014/278659>.
- [15] Dewi T., Amperawan, Risma P., Oktarina Y., and Yudha D. A., 2020, Finger Cue for Mobile Robot Motion Control, *Computer Engineering and Application Journal*, 9(1), pp. 39-48. doi: [10.18495/COMENGAPP.V9I1.319](https://doi.org/10.18495/COMENGAPP.V9I1.319).
- [16] Oktarina Y., Dewi T., and Risma T., 2020, The Concept of Automatic Transport System Utilizing Weight Sensor, Vol. 9, No. 2, pp. 155-163. doi: [10.18495/COMENGAPP.V0I0.339](https://doi.org/10.18495/COMENGAPP.V0I0.339)
- [17] Y. Oktarina, T. Dewi, P. Risma, and M. Nawawi, Tomato Harvesting Arm Robot Manipulator; a Pilot Project, *Journal of Physics: Conference Series*, 1500, p 012003, Proc. 3rd FIRST, Palembang: Indonesia, 2020, DOI: 10.1088/1742-6596/1500/1/012003
- [18] T. Dewi, P. Risma, and Y. Oktarina, Fruit Sorting Robot based on Color and Size for an Agricultural Product Packaging System, *Bulletin of Electrical Engineering, and Informatics (BEEI)*, vol. 9, no. 4, pp. 1438-1445, 2020, DOI: 10.11591/eei.v9i4.2353.
- [19] T. Dewi, Z. Mulya, P. Risma, and Y. Oktarina, BLOB Analysis of an Automatic Vision Guided System for a Fruit Picking and Placing Robot, *International Journal of Computational Vision and Robotics*, Vol. 11, No 3, pp. 315- 326, 2021. <https://doi.org/10.1504/IJCVR.2021.115161>.
- [20] T. Dewi, C. Anggraini, P. Risma, Y. Oktarina, and Muslikhin, Motion Control Analysis of Two Collaborative Arm Robots in Fruit Packaging System, *SINERGI* Vol. 25, No. 2, pp. 217-226, 2021. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2021.2.013>.
- [21] Dewi T., Risma P., Taqwa A., Rusdianasari, and Renaldi H., 2020, Experimental analysis on solar powered mobile robot as the prototype for environmentally friendly automated transportation, *Proc. iCAST on Engineering Science*, 24-25 Oct 2019, Bali: Indonesia, doi:10.1088/1742-6596/1450/1/012034.
- [22] F. Septiarini, T. Dewi and Rusdianasari, Design of a solar-powered mobile manipulator using fuzzy logic controller of agriculture application, *International Journal of Computational Vision and Robotics, Inderscience*, Vol. 12, No. 5, pp. 506-531, 2022. <https://doi.org/10.1504/IJCVR.2022.125356>.
- [23] Farooq U., Amar M., Asad M.U., Hanif A., and Saleh S.O., 2014. Design and Implementation of Neural Network of Based Controller for Mobile Robot Navigation in Unknown Environment. *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, 6(2), pp. 83-89. doi:10.7763/IJCEE.2014.V6.799
- [24] Dewi T., Wijanarko Y., Risma P., and Oktarina Y., 2018, Fuzzy Logic Controller Design for Leader-Follower Robot Navigation, *5th Proc. EECSEI*, 5(1), pp. 298-303. 16-18 Oct 2018, Malang : Indonesia. doi: [10.1109/EECSLI.2018.8752696](https://doi.org/10.1109/EECSLI.2018.8752696).
- [25] Dewi T., Risma P., and Oktarina Y., 2018, Fuzzy Logic Simulation as a Teaching-learning Media for Artificial Intelligence Class, *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 12(3), pp. 3-9. doi: [10.14313/JAMRIS_3-2018/13](https://doi.org/10.14313/JAMRIS_3-2018/13)
- [26] Dewi T., Oktarina Y., Risma P., and Kartini S., 2019, Desain Robot Pengikut Manusia Sederhana dengan Fuzzy Logic Controller, *Proc. Annual Research Seminar (ARS)*, 5(1), pp. 12-16, 16 Nov 2019, Palembang: Indonesia.
- [27] Oktarina Y., Septiarini F., Dewi T., Risma P., and Nawawi M., 2019, Fuzzy-PID Controller Design of 4 DOF Industrial Arm Robot Manipulator, *Computer Engineering and Application Journal*, 8(2), pp. 123-136. doi: [10.18495/COMENGAPP.V8I2.300](https://doi.org/10.18495/COMENGAPP.V8I2.300).

- [28] Dewi T., Sitompul C., Risma P., Oktarina Y., Jelista R., Mulyati M., 2019, Simulation Analysis of Formation Control Design of Leader-Follower Robot Using Fuzzy Logic Controller, *Proc 2019 ICECOS*, 2-3 Oct. 2019, Batam Island: Indonesia. doi:[10.1109/ICECOS47637.2019.8984433](https://doi.org/10.1109/ICECOS47637.2019.8984433)
- [29] Yudha H. M., Dewi T., Hasana N., Risma P., Oktarina, Y. Kartini S., 2019, Performance Comparison of Fuzzy Logic and Neural Network Design for Mobile Robot Navigation, *Proc. 2019 ICECOS*, 2-3 Oct. 2019, Batam Island: Indonesia. doi:[10.1109/ICECOS47637.2019.8984577](https://doi.org/10.1109/ICECOS47637.2019.8984577)
- [30] Larasati N., Dewi T., and Oktarina Y., 2017. Object Following Design for a Mobile Robot using Neural Network. *Computer Engineering and Application Journal*, 6(1), pp. 5-14. doi:[10.18495/COMENGAPP.V6I1.189](https://doi.org/10.18495/COMENGAPP.V6I1.189).
- [31] Dewi T., Risma P., Oktarina Y., and Roseno M.T., 2017. Neural Network Simulation for Obstacle Avoidance and Wall Follower Robot as a Helping Tool for Teaching-Learning Process in Classroom. *1st Proc. ICEAT*, 29-30 November 2017, Mataram: Indonesia. doi:[10.1088/1757-899X/403/1/012043](https://doi.org/10.1088/1757-899X/403/1/012043)
- [32] Dewi T., Risma P., Oktarina Y., and Nawawi M., 2017. Neural Network Simulation for Obstacle Avoidance and Wall Follower Robot as a Helping Tool for Teaching-Learning Process in Classroom. *1st Proc. ICEAT*, 29-30 November 2017, Mataram: Indonesia. doi:[10.1088/1757-899X/403/1/012043](https://doi.org/10.1088/1757-899X/403/1/012043)
- [33] Risma P., Dewi T., Oktarina Y., and Wijanarko Y., 2019. Neural Network Controller Application on a Visual based Object Tracking and Following Robot. *Computer Engineering and Application Journal*, 8(1). doi:[10.18495/COMENGAPP.V8I1.280](https://doi.org/10.18495/COMENGAPP.V8I1.280).
- [34] P. P. Putra, T. Dewi, and Rusdianasari, MPPT Implementation for Solar-powered Watering System Performance Enhancement," *Technology Reports of Kansai University*, Vol. 63, No. 01, pp. 6919-6931, 2021. ISSN: 04532198.
- [35] Y. Mases, T. Dewi, and Rusdianasari, Solar Radiation Effect on Solar Powered Pump Performance of an Automatic Sprinkler System. Paper presented at the Proceedings of 2021 International Conference on Electrical and Information Technology (IEIT), pp. 246-250, 2021.
- [36] K. Junaedi, T. Dewi, and M. S. Yusi, "The Potential Overview of PV System Installation at the Quarry Open Pit Mine PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim," *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, Vol. 6, No. 1, pp. 41-50, 2021. <https://doi.org/10.22219/kinetik.v6i1.114>.
- [37] Sarwono, T. Dewi, and RD Kusumanto, "Geographical Location Effects on PV Panel Output - Comparison Between Highland and Lowland Installation in South Sumatra, Indonesia," *Technology Reports of Kansai University*, Vol. 63, No. 02, pp. 7229-7243, 2021. ISSN: 04532198.
- [38] H. M. Yudha, T. Dewi, P. Risma, and Y. Oktarina, Life Cycle Analysis for the Feasibility of Photovoltaic System Application in Indonesia," *I in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 124 012005, 2018. DOI :10.1088/1755-1315/124/1/012005.
- [39] T. Dewi, P. Risma, and Y. Oktarina, "A Review of Factors Affecting the Efficiency and Output of a PV system Applied in Tropical Climate," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 258 012039 ICoSITer 2018, 2019. doi:[10.1088/1755-1315/258/1/012039](https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012039).
- [40] H.A. Harahap, T. Dewi, and Rusdianasari, Automatic Cooling System for Efficiency and Output Enhancement of a PV System Application in Palembang, Indonesia, in *2nd Forum in Research, Science, and Technology*, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1167 012027, 2019. doi:[10.1088/1742-6596/1167/1/012027](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1167/1/012027).
- [41] A. A. Sasmanto, T. Dewi, and Rusdianasari, Eligibility Study on Floating Solar Panel Installation over Brackish Water in Sungsang, South Sumatra, *EMITTER International Journal of Engineering Technology*, Vol. 8, No. 1, 2020.
- [42] B. Junianto, T. Dewi, and C. R. Sitompul, Development and Feasibility Analysis of Floating Solar Panel Application in Palembang, *South Sumatra Journal of Physics: Conf. Series 3rd Forum in Research, Science, and Technology Palembang, Indonesia*, 2020.