



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Optimasi Sensor Kompas HMC5883L Pada Sistem Navigasi Robot Pemupuk Otomatis

Sri Purwiyanti^a, FX. Arinto Setyawan^a, Syaiful Alam, Jimmy Lukita^a dan Sri Ratna Sulistiyanti^{a,*}

^aTeknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. S. Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, Lampung

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:
Diterima 11/11/2024
Direvisi 13/01/2025
Dipublish 22/05/2025

Kata kunci:
HMC5883L
GPS neo Ublox M8N
Pemupukan
Waypoint

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pemanfaatan teknologi navigasi waypoint untuk mengotomatisasi proses pemupukan menggunakan sensor kompas HMC5883L dan sensor GPS neo Ublox M8N. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menguji tingkat akurasi robot dalam menentukan bearing menuju titik lokasi tujuan. Sistem yang dikembangkan dirancang untuk melacak dan mencapai titik lokasi dengan sudut dan jarak yang ditentukan secara otomatis. Berdasarkan hasil penelitian, akurasi sensor magnetometer ditemukan berada dalam rentang 1° hingga 2°. Selain itu, hasil koreksi pembacaan modul GPS menunjukkan bahwa tingkat akurasinya bervariasi, namun tetap berada dalam radius keberhasilan sekitar ± 1 meter. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem navigasi waypoint yang dikembangkan mampu melakukan pemupukan otomatis dengan tingkat akurasi yang memadai. Oleh karena itu, teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam sektor pertanian, khususnya dalam proses pemupukan, melalui pengurangan ketergantungan pada tenaga kerja manual dan peningkatan presisi aplikasi pemupukan.

1. Pendahuluan

Penggunaan teknologi robot kini semakin meluas di berbagai sektor, termasuk industri dan pertanian, dengan peranannya yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Mobilisasi robot menjadi faktor utama dalam menghadapi berbagai tantangan, dan pengambilan keputusan dalam situasi yang beragam adalah aspek penting dalam pengoperasian robot. Dalam konteks ini, sensor pada robot memiliki peran penting untuk mendukung fungsi mobilisasi tersebut. Sensor adalah komponen elektronik yang mendeteksi dan merespons rangsangan eksternal seperti sentuhan, tekanan, suhu, cahaya, dan lainnya (Panchangam dkk, 2013).

Sebuah desain dikatakan sempurna apabila mampu beroperasi secara konsisten dan mencapai tujuan sistem tanpa kegagalan selama periode umur layanan yang

ditetapkan (Modarres dkk, 1999). Dalam pengembangan teknologi robot, kehandalan sensor adalah aspek penting yang harus diperhatikan dengan cermat. Reliabilitas adalah pengukuran yang dilakukan untuk menguji dan mengetahui keakuratan serta tingkat kepercayaan suatu instrumen. Pengukuran ini juga bertujuan untuk menilai sejauh mana suatu instrumen dapat memberikan hasil yang konsisten (Taherdoost, 2016).

Penelitian ini akan menggunakan sensor kompas HMC5883L. Sensor kompas HMC5883L dapat digunakan sebagai navigasi pada robot (Diana dan AlRasyid, 2017). Robot ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai robot pemupukan. Penaburan pupuk secara manual memerlukan banyak tenaga dan waktu, terutama untuk lahan pertanian yang luas. Sakit pinggang adalah keluhan umum di kalangan petani, yang sering disebabkan oleh gerakan berulang saat menabur pupuk secara manual (Andini, 2015).

* Penulis korespondensi.
E-mail: sr_sulistiyanti@eng.unila.ac.id

Wiranto dkk pada tahun 2024 melakukan pembuatan alat pemupukan secara otomatis berbasis IoT dengan monitoring dari aplikasi android dan pupuk yang digunakan merupakan pupuk cair, alat ini akan melakukan pemupukan sesuai dengan penjadwalan yang telah diprogram pada RTC. Namun, alat tersebut kurang optimal dalam melakukan pemupukan karena tidak fleksibel dalam pengaplikasiannya.

Oleh karena itu dibutuhkan sistem navigasi gerak pada alat yang diaplikasikan pada robot, robot ini akan bergerak sesuai dengan titik lokasi (*waypoint*) yang sudah dimasukkan. Dalam hal ini, salah satu aplikasi kecerdasan buatan yang diterapkan adalah algoritma pengendali logika fuzzy. Logika fuzzy merupakan metode yang sering digunakan sebagai kontrol untuk melakukan perhitungan terhadap variabel input berdasarkan nilai kesamarannya, sehingga menghasilkan output yang lebih mendekati kondisi sebenarnya melalui pendekatan fuzzy (Dewi dkk, 2018; Risma dkk, 2019).

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengembangkan robot pemupukan otomatis yang dapat membantu petani dalam melakukan pemupukan sebagai sarana untuk efisiensi waktu dan tenaga.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pemupukan

Pupuk adalah sumber nutrisi utama yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman memerlukan nutrisi berupa air dan hara untuk mendukung pertumbuhan dan produktivitasnya. Hara ini dapat diserap melalui akar, batang, maupun daun. Berdasarkan sifat dan kegunaannya, pupuk dibagi menjadi dua jenis, yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik. Pupuk anorganik berasal dari rekayasa kimia, fisika, atau biologi, dan merupakan hasil produksi industri atau pabrik (Purba dkk, 2021).

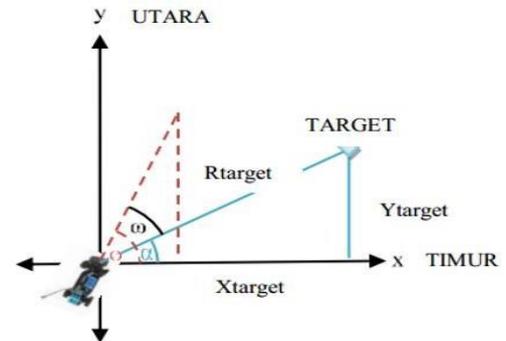
2.2. Logika Fuzzy

Tuliskan secara detail metodologi dari penelitian yang telah dilakukan. Logika fuzzy adalah sistem yang digunakan untuk memodelkan ketidakpastian dalam suatu masalah dengan menggunakan nilai keanggotaan atau derajat kebenaran yang berada di antara 0 dan 1. Dalam logika fuzzy, variabel tidak hanya memiliki nilai biner 0 atau 1, tetapi juga dapat memiliki nilai di antara keduanya (Aldi dkk, 2004).

2.3. Navigasi waypoint

Autonavigation robot merupakan kemampuan robot dalam berjalan secara otomatis menuju suatu titik tujuan pada bidang x-y secara otomatis tanpa ada campur

tangan manusia [Anshori dkk, 2021]. Penggambaran titik target terhadap objek dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penggambaran titik target terhadap objek (Anshori dkk, 2021)

Waypoint adalah sekumpulan koordinat yang menunjukkan posisi dalam ruang fisik, dengan variasi tergantung pada aplikasinya, seperti latitude dan longitude untuk navigasi permukaan bumi, atau altitude untuk navigasi udara. Penggunaan waypoint telah meluas di bidang navigasi, termasuk oleh orang awam, berkat pengembangan sistem navigasi canggih. Waypoint yang terletak di permukaan bumi umumnya didefinisikan dalam dua dimensi, seperti latitude dan longitude (Rengarajan dan Anitha, 2014).

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa jarak antara posisi benda dengan target dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$r \text{ target} = \sqrt{x \text{ target}^2 + y \text{ target}^2} \quad (1)$$

Variabel X_{target} dan Y_{target} merupakan koordinat latitude dan longitude yang akan dituju. Sehingga arah yang harus dituju oleh benda (ω) didapat dari persamaan 3. Sudut α pada persamaan 2 merupakan sudut yang dibentuk setelah menentukan titik target, dan sudut ϕ merupakan sudut yang didapat dari kompas.

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{y \text{ target}}{x \text{ target}} \right) \quad (2)$$

$$\omega = \alpha - \phi \quad (3)$$

2.4. Logika Fuzzy Global Positioning System (GPS) Ublox Neo M8

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi dan penentuan posisi berbasis satelit yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi posisi, kecepatan tiga dimensi, dan waktu secara akurat dan kontinu di seluruh dunia. GPS memanfaatkan sinkronisasi satelit, yang masing-masing

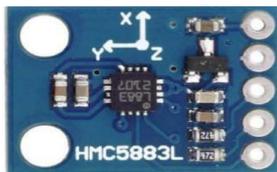
mengelilingi bumi dengan orbitnya sendiri dan dilengkapi dengan empat jam atomik yang sangat akurat (Haritha dkk, 2018). Ublox M8 merupakan modul GPS dengan satelit GNSS dan memiliki fitur lengkap yang tersedia dalam standar industri, mudah untuk diintegrasikan dan dikombinasikan dengan fleksibilitas daya, desain dan pilihan. Bentuk fisik dari modul GPS ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. GPS UbloxNeo M8

2.5. Kompas Digital HMC5883L

Sensor HMC5883L adalah kompas digital yang dirancang untuk penginderaan magnet medan rendah dengan antarmuka digital. Sensor HMC5883L mencakup 12 bit ADC yang memungkinkan keakuratan kompas mencapai 1° sampai 2° (Abueje dan Ali, 2014). bentuk fisik dari modul kompas digital HMC5883L ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. sensor kompas HMC5883L

2.6. Mikrokontroler

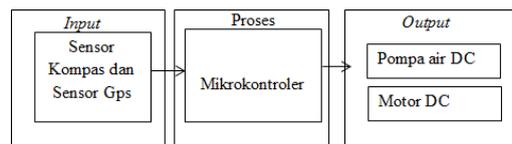
Mikrokontroler Arduino adalah papan mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega328. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan 14 pin digital input/output, di mana 6 pin di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, serta 6 input analog. Dilengkapi dengan osilator kristal 16 MHz, Arduino mudah dihubungkan ke komputer melalui kabel USB atau dapat dioperasikan dengan adaptor AC ke DC, atau menggunakan baterai (Andrianto, 2008).

3. Metode penelitian

Metode penelitian ini dirancang untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Data akan diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, skripsi, dan studi sebelumnya, serta melalui konsultasi dengan dosen dan pakar yang memiliki keahlian di bidang terkait.

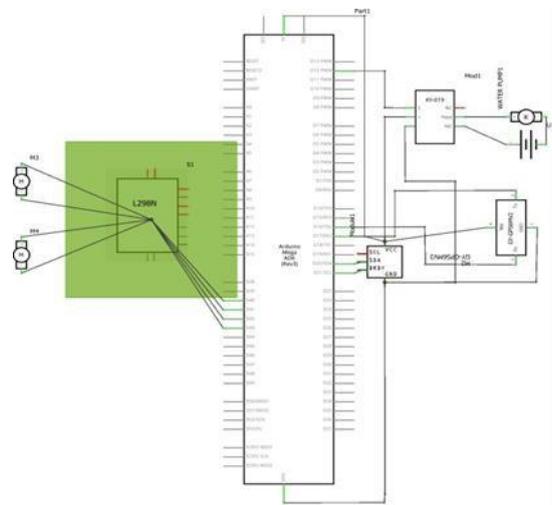
3.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem yang berfungsi untuk menunjukkan hubungan antar komponen perancangan yang akan menggambarkan sistem secara keseluruhan. Diagram blok secara umum dari perancangan sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.



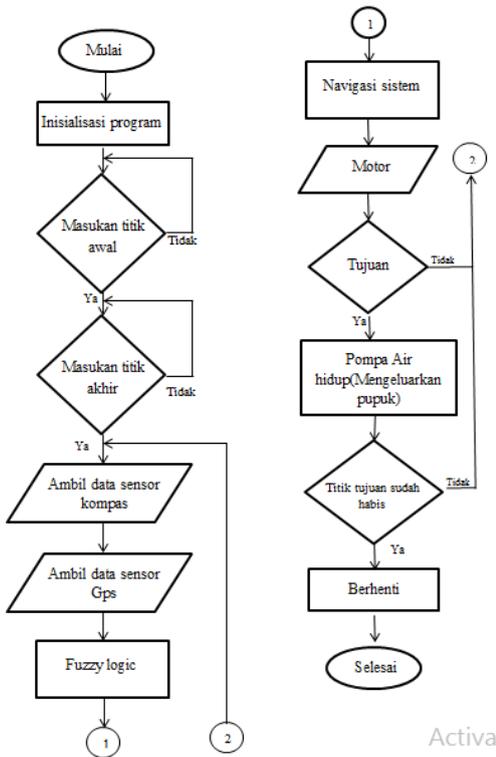
Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Pada perancangan *hardware* merupakan sistem yang mengendali seluruh sistem. Pada sistem ini komponen yang digunakan yaitu mikrokontroler sebagai sistem kendali, sensor kompas digital HMC5883L dan sensor (GPS) Ublox Neo M8 sebagai masukan untuk mendapatkan titik lokasi terkini dan navigasi robot. Perancangan *hardware* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Hardware

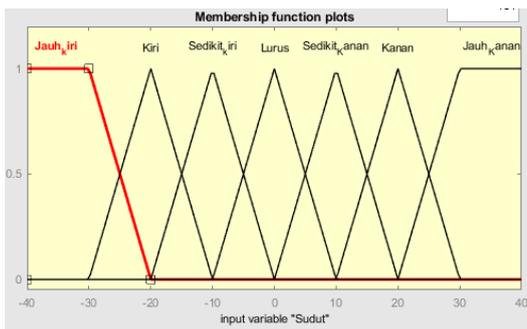
Urutan dalam merancang tahap demi tahap perintah yang akan diberikan biasanya diperjelas dengan menggunakan bagan alir yang biasa disebut dengan *flowchart*. *Flowchart* berfungsi untuk menggambarkan urutan proses kerja dari suatu sistem. Penelitian ini dapat dilihat proses sistem kerjanya pada Gambar 6.



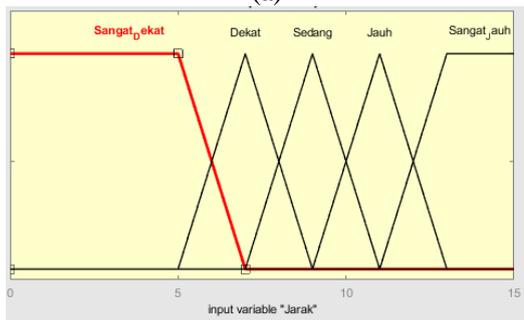
Gambar 6. Flowchart

3.2 Rancangan pengendali Logika Fuzzy

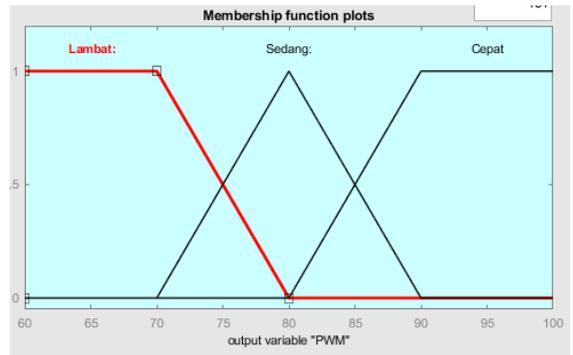
Proses pembuatan modifikasi untuk masukan berupa variabel berbentuk derajat ($^{\circ}$) dan jarak (M) dan keluaran berupa PWM pada masing-masing motor DC untuk memutar roda. Grafik derajat kenggotaan dapat dilihat pada Gambar 7.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Grafik derajat keanggotaan dari (a) input sudut, (b) input jarak dan (c) output PWM

3.3 Perancangan sistem navigasi

Sistem navigasi ini dirancang untuk memungkinkan kan robot mengidentifikasi posisi dan arah menggunakan sistem koordinat bumi serta melakukan koreksi terhadap gerakan dan rotasi berdasarkan data koordinat yang diperoleh dengan menggunakan persamaan 1 sampai 3. Gambar 8 mengilustrasikan desain sistem navigasi yang diterapkan dalam penelitian ini.



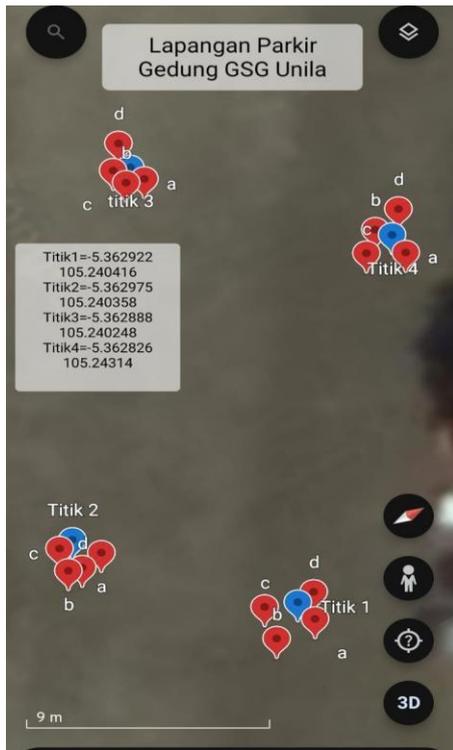
Gambar 8. Diagram Alir Pemrosesan Data Sistem Navigasi Waypoint

4. Hasil dan pembahasan

Hasil pengujian penelitian bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem dan komponen pendukungnya dalam beroperasi sesuai dengan tahaPan perancangan yang telah ditetapkan.

4.1. Hasil Pengujian Modul GPS

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh keakuratan nilai, dari hasil pembacaan modul GPS ublox M8N dengan titik-titik koordinat yang telah ditentukan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 sampai 4.



Gambar 9 Hasil Pengujian Modul GPS Terhadap Keempat Titik Referensi

Tabel 1. Hasil Pengujian Gps Titik 1

Titik Lokasi Tujuan	Titik Lokasi Diperoleh	Selisih Jarak (m)
-5.362922	-5.362921	0,4
105.240416	105.240415	
-5.362922	-5.362935	2,1
105.240416	105.240425	
-5.362922	-5.362933	1,7
105.240416	105.240412	
-5.362922	-5.362916	0,8
105.240416	105.240416	

Tabel 2. Hasil Pengujian Gps Titik 2

Titik Lokasi Tujuan	Titik Lokasi Diperoleh	Selisih Jarak (m)
-5.362975	-5.362969	1,3
105.240358	105.240367	
-5.362975	-5.362982	1,5
105.240358	105.240368	
-5.362975	-5.362980,	0,9
105.240358	105.240359	
-5.362975	-5.362977	1,2
105.240358	105.240369	

Tabel 3. Hasil Pengujian Gps Titik 3

Titik Lokasi Tujuan	Titik Lokasi Diperoleh	Selisih Jarak (m)
-5.362888	-5.362886	1,1
105.240248	105.240254	
-5.362888	-5.362892	1,3
105.240248	105.240252	
-5.362888	-5.362893,	0,8
105.240248	105.240246	
-5.362888	-5.362886	1,6
105.240248	105.240238	

Tabel 4. Hasil Pengujian Gps Titik 4

Titik Lokasi Tujuan	Titik Lokasi Diperoleh	Selisih Jarak (m)
-5.362826	-5.362825	1,2
105.240314	105.240322	
-5.362826	-5.362830	0,7
105.240314	105.240309	
-5.362826	-5.362837,	1,4
105.240314	105.240315	
-5.362826	-5.362819,	2,4
105.240314	105.240306	

Data Sampel hasil pengukuran pada titik lokasi tujuan pada Gambar 10 dan Tabel 1 sampai Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata dari selisih error yang diperoleh dari hasil pembacaan modul GPS ublox M8N adalah pada titik 1 bernilai 1.25m, pada titik 2 bernilai 0.98m, pada titik 3 bernilai 1.2m dan untuk titik 4 bernilai 1.4m.

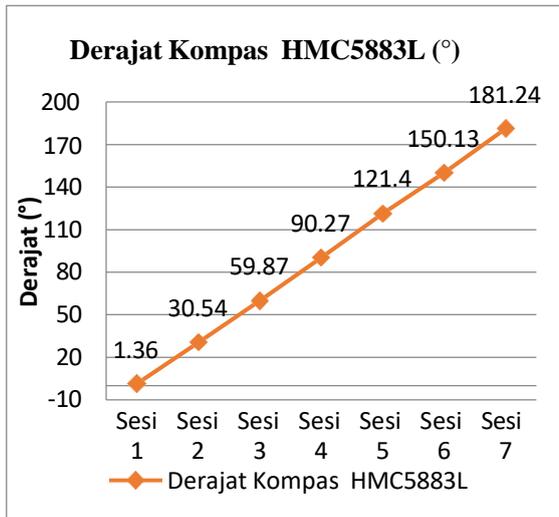
4.2. Hasil Pengujian Sensor HMC5883L

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat nilai keakurasian sensor dan juga nilai kesalahan yang diperoleh. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian keakuratan sensor HMC5883L

Derajat Kompas (Arah Sebenarnya)	Derajat Kompas HMC5883L (Arah Terbaca)	Nilai Error
0°	1,36 °	-1.36 °
30 °	30,54 °	-0.54 °
60 °	59,87 °	0.13 °
90 °	90,27 °	-0.27 °
120 °	121,40 °	-1.40 °
150 °	150,13 °	-0.13 °
180 °	181,24 °	-1.24 °

Tabel 5 merupakan hasil perbandingan data yang diperoleh pada kedua kompas. Dapat dilihat dari data yang diperoleh, besar nilai kesalahan dihasilkan oleh sensor magnetometer HMC5883L berada pada batas kesalahan ±1°.



(a)



(b)

Gambar 11. Grafik hasil pengukuran Kompas HMC5883L(a) dan Kompas Smarthphone(b)

Dari hasil Pengukuran yang dilakukan, terlihat tidak terdapat perbedaan yang signifikan diantara keduanya. Selisih perbedaan dari hasil pembacaan masing-masing adalah $\pm 1^\circ$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan dapat disusun dengan mengacu pada analisis hasil penelitian yang diperoleh sebagai berikut:

- Robot yang dikembangkan mampu melacak dan mencapai titik lokasi tujuan dengan sudut dan jarak tertentu.
- Hasil penelitian pengujian akuisisi data modul GPS menghasilkan selisih perbedaan jarak yang masih berada di dalam batas radius keberhasilan ($\pm 1m$) dan dengan selisih perbedaan yang tidak signifikan. Adapun perbedaan selisih jarak rata-rata yang diperoleh pada masing-masing titik referensi adalah

sebagai berikut: pada titik 1 bernilai 1.25m, pada titik 2 bernilai 0.98m, pada titik 3 bernilai 1.2m dan untuk titik 4 bernilai 1.4m.

- Dari hasil pengujian yang diperoleh, pembacaan sensor sudut (HMC5883L) memiliki perbedaan yang sangat kecil terhadap sudut sebenarnya, sekitar berada pada batas kesalahan $\pm 1^\circ$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abueejela, Y, M, Ali, H. A. (2018) Wheeled Mobile Robot Obstacle Avoidance Using Compass and Ultrasonic. *Universal Journal of Control and Automation*, pp. 13-18.(2008)
- Aldi, A, Nasrullah, E dan Sumadi (2004). Rancang Bangun Sistem Kendali Intensitas Cahaya Lampu Ruangan Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, pp. 178– 185, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3642.
- Andini, F. (2015) Risk Factors Of Low Back Pain In Workers, *J Majority*, vol. 04, no. 01, pp. 12-19.
- Andrianto, (2008) Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (Codevision AVR). Bandung: Informatika.
- Anshori, I. M, Setiawan, dan Wahyudi (2021) Desain Kontrol Autopilot pada UGV (Unmanned Ground Vehicle) Berbasis GPS (Global Positioning System), Teknik Elektro Universitas Diponegoro, 2021. <https://adoc.pub/desain-kontrol-autopilot-pada-ugv-unmanned-ground-vehicle-be.html>
- Dewi, T., Risma, P. and Oktarina, Y. (2018) Fuzzy Logic Simulation as Teaching-Learning Media for Artificial Intelligence Class. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, Vol. 12, No. 3, pp. 59-65. DOI: 10.14313/JAMRIS 4-2013/59.
- Diana, D. and Al Rasyid, J. (2017) Implementasi Sensor Compas HMC5883L Terhadap Gerak Robot Micromouse dengan Menggunakan Algoritma PID. *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 120–124.
- Haritha, M., Kavitha,T., Bhavadharni, G., dan Prabhu, V. (2018) GPS Based Autonomous Vehicle Navigation in Robotics Along with Directionally. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, vol. 119, no. 15.
- Modarres, M., Kaminskiy, M. and Krivtsov, V. (1999). *Reliability Engineering and Risk Analysis: A*

- Practical Guide, *Quality and Reliability*, vol. 55. CRC Press.
- Panchangam, S., Pilot, S. and Naikan, V. N. A. (2013) Reliability analysis of temperature sensor system, *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, vol. 20, no. 1, p. 1350003.
- Purba, T., Situmeang, R., & Rohman, H. F. (2021). Pemupukan dan Teknologi Pemupukan. *In Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951 – 952.
- Rengarajan M., Anitha G. (2013) Algorithm Development and Testing of LowCost Waypoint Navigation System. ISSN: 2250-3498, Vol.3, No.2, April 2013
- 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*, vol. 8, no. 1.
- Taherdoost, H. (2016) Validity and reliability of the research instrument; how to test the validation of a questionnaire/survey in a research, *International journal of academic research in management (IJARM)*, vol. 5, no. 3, pp. 28-36.
- Wiranto, M. Musyrifah, and M. F. Mansyur. (2024) Sistem Penyiraman dan pemupukan Otomatis Berbasis Internet Of Things (IOT) Dengan Pemantauan Antarmuka Aplikasi Android. *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika (Simika)*, vol. 7, no. 1, pp. 28-37.