

Perancangan Sistem Hidroponik Pada Kontrol Ph, Nutrisi, Kelembaban Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Internet of Thing

Yogi Ardiansyah Putra¹, Yussa ananda^{2*}, Lisa Adriana Srg³, Indra Roza⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Dan Komputer, Universitas Harapan Medan
JL.H.M. Jhoni NO. 70 A, Medan,Indonesia.

¹yogiardiansyah344@gmail.com, ^{2*}cyberyussa@gmail.com, ³lisaadrianasiregar@gmail.com,

⁴indraroz30@yahoo.co.id

^{*)} Email Penulis Korespondensi cyberyussa@gmail.com

Abstrak—Hidroponik adalah metode pertanian modern tanpa tanah yang bergantung pada pengendalian parameter lingkungan seperti pH, nutrisi, dan kelembaban untuk menunjang pertumbuhan tanaman secara optimal. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem hidroponik berbasis logika fuzzy dan Internet of Things (IoT) untuk mengatasi tantangan dalam pengelolaan parameter secara efisien dan presisi. Sistem ini memanfaatkan sensor untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time, algoritma logika fuzzy untuk mengolah data dan mengambil keputusan, serta aktuator untuk mengontrol suplai nutrisi, pH, dan kelembaban secara otomatis. Teknologi IoT memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan sistem melalui perangkat pintar dari lokasi yang jauh. Implementasi sistem ini menunjukkan kemampuan dalam menjaga parameter lingkungan dalam batas optimal dengan tingkat presisi yang tinggi. Selain itu, rancangan ini menawarkan efisiensi operasional, pengurangan kesalahan manusia, serta kemudahan dalam pengelolaan pertanian hidroponik. Hasil penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi hidroponik cerdas yang berkelanjutan dan mendukung inovasi pertanian di era digital.

Kata Kunci: Hidroponik, Kontrol pH, Kontrol nutrisi, Kelembaban, Logika fuzzy, Internet of Things (IoT).

Abstract—Hydroponics is a modern soil-free farming method that relies on controlling environmental parameters such as pH, nutrients, and humidity to support optimal plant growth. This study focuses on designing a hydroponic system based on fuzzy logic and the Internet of Things (IoT) to overcome the challenges of managing parameters efficiently and precisely. This system utilizes sensors to monitor environmental conditions in real-time, fuzzy logic algorithms to process data and make decisions, and actuators to automatically control the supply of nutrients, pH, and humidity. IoT technology allows users to monitor and control the system through smart devices from a remote location. The implementation of this system demonstrates the ability to maintain environmental parameters within optimal limits with a high level of precision. In addition, this design offers operational efficiency, reduced human error, and ease of hydroponic farming management. The results of this study contribute to the development of sustainable smart hydroponic technology and support agricultural innovation in the digital era.

Keywords: Hydroponics, pH control, Nutrient control, Humidity, Fuzzy logic, Internet of Things (IoT).

1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan salah satu metode pertanian modern yang semakin diminati karena mampu mengatasi berbagai kendala pertanian konvensional, seperti keterbatasan lahan dan degradasi kualitas tanah. Sistem ini tidak memerlukan media tanah, melainkan menggunakan larutan nutrisi yang kaya akan mineral untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Namun, keberhasilan budidaya hidroponik sangat bergantung pada pengendalian parameter lingkungan seperti pH larutan, kadar nutrisi, dan kelembaban udara. Ketidakseimbangan pada parameter ini dapat menyebabkan penurunan produktivitas tanaman atau bahkan kegagalan panen. Oleh karena itu, pengelolaan yang tepat dan presisi terhadap parameter tersebut menjadi sangat penting.

Di era digital, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru dalam pengelolaan sistem pertanian, termasuk hidroponik. Teknologi IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan secara real-time dan jarak jauh melalui perangkat pintar, sehingga mempermudah pengguna dalam pengelolaan sistem. Selain itu, logika fuzzy, sebagai salah satu pendekatan komputasi cerdas, dapat

digunakan untuk mengolah data sensor yang bersifat tidak pasti dan dinamis, serta memberikan keputusan yang akurat untuk pengendalian sistem. Kombinasi logika fuzzy dan IoT menawarkan solusi yang efektif dalam mengatasi tantangan pengelolaan sistem hidroponik modern.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem hidroponik yang mampu mengontrol parameter pH, nutrisi, dan kelembaban secara otomatis menggunakan logika fuzzy dan IoT. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara real-time dengan memanfaatkan sensor untuk mengukur parameter lingkungan, algoritma fuzzy untuk pengambilan keputusan, dan aktuator untuk melakukan tindakan korektif. Teknologi IoT juga diintegrasikan untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara jarak jauh melalui aplikasi berbasis web atau mobile.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan sistem hidroponik yang tidak hanya efisien dan presisi dalam pengelolaan parameter lingkungan, tetapi juga mudah diakses dan dioperasikan oleh pengguna. Dengan demikian, rancangan ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi pertanian berbasis digital yang berkelanjutan dan mendukung peningkatan produktivitas di sektor pertanian.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk merancang dan mengembangkan sistem hidroponik yang mampu mengontrol parameter pH, nutrisi, dan kelembaban menggunakan logika fuzzy berbasis Internet of Things (IoT). Proses penelitian meliputi beberapa tahapan utama, yaitu studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian dan evaluasi.

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian mencakup pengumpulan informasi terkait metode hidroponik, parameter penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman (pH, nutrisi, dan kelembaban), logika fuzzy, dan teknologi IoT. Informasi ini digunakan sebagai dasar untuk merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengendalian lingkungan dalam hidroponik.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup:

- a. Perangkat keras: Pemilihan komponen seperti sensor pH, sensor kelembaban tanah, sensor nutrisi (EC), mikrokontroler, modul IoT, dan aktuator seperti pompa nutrisi, pompa pH, dan kipas.
- b. Perangkat lunak: Pengembangan algoritma logika fuzzy untuk pengambilan keputusan berdasarkan data sensor dan integrasi modul IoT untuk memfasilitasi pemantauan serta kontrol jarak jauh melalui aplikasi web atau mobile.

3. Implementasi Sistem

- a. Perakitan perangkat keras: Sensor dipasang pada sistem hidroponik untuk mengukur parameter lingkungan secara real-time. Mikrokontroler digunakan untuk mengolah data dari sensor dan mengendalikan aktuator.
- b. Pengembangan perangkat lunak: Algoritma fuzzy dirancang dengan mendefinisikan himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, dan aturan inferensi untuk setiap parameter yang dikendalikan. Sistem IoT dikembangkan untuk mengirim dan menerima data melalui jaringan internet.

4. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik, mencakup:

- a. Akurasi sensor: Mengukur keakuratan data yang dikumpulkan oleh sensor terhadap standar referensi.
- b. Efektivitas kontrol fuzzy: Mengevaluasi kemampuan sistem dalam menjaga parameter pH, nutrisi, dan kelembaban dalam rentang optimal.
- c. Konektivitas IoT: Menguji stabilitas koneksi antara perangkat IoT dan aplikasi pengguna.

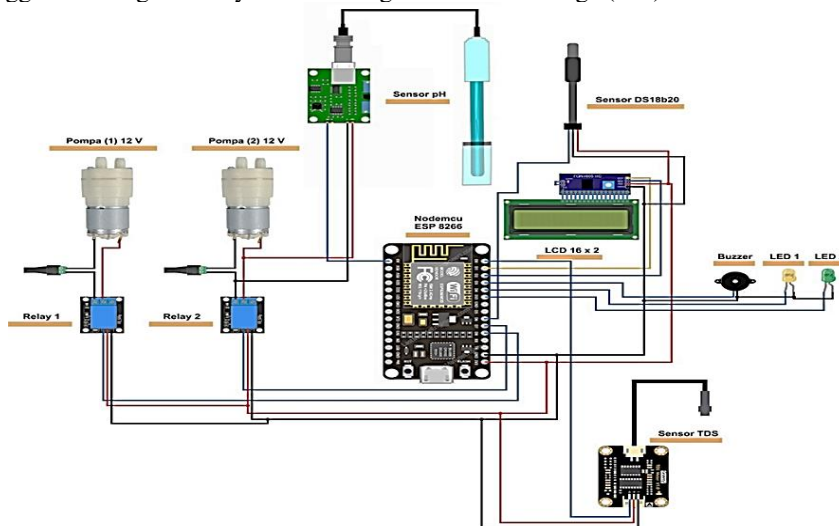
5. Analisis Data

Data dari hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. Parameter keberhasilan meliputi keakuratan pengendalian parameter lingkungan, respons sistem terhadap perubahan kondisi, serta kemudahan pengguna dalam memantau dan mengontrol sistem melalui aplikasi IoT.

Melalui metode ini, diharapkan dapat dihasilkan sistem hidroponik cerdas yang andal, efisien, dan mampu mendukung pengelolaan pertanian modern berbasis teknologi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem hidroponik cerdas yang mampu mengontrol parameter pH, nutrisi, dan kelembaban menggunakan logika fuzzy dan teknologi Internet of Things (IoT).



Gambar 1. Desain Sistem Alat

Berikut adalah hasil implementasi dan pengujian yang dilakukan:

1. Kinerja Sistem Sensor dan Aktuator

Sistem sensor yang digunakan untuk mengukur pH, kelembaban, dan nutrisi (EC) menunjukkan kinerja yang akurat dalam membaca parameter lingkungan. Sensor pH memiliki rata-rata kesalahan pembacaan sebesar 2,28%, sedangkan sensor kelembaban dan nutrisi masing-masing memiliki rata-rata kesalahan 0,86%. Aktuator seperti pompa nutrisi dan pH juga berfungsi secara optimal dalam menyesuaikan parameter sesuai dengan keputusan yang diambil oleh algoritma logika fuzzy.

1.1 Pengujian Sensor Nutrisi menggunakan TDS

Tabel 1. Tabel Deteksi Sensor

No	Sampel	Pengujian ke 1	Pengujian ke 2	TDS Meter	Error
1	1	34	35	33	5.71 %
2	2	342	345	341	1.15 %
3	3	476	465	468	0.64 %
4	4	762	764	761	0.39 %
5	5	871	873	879	0.68 %
Rata rata					1.71

1.2 Pengujian Sensor pH

Tabel 2. Pengujian keadaan Asam, Netral. Dam Basa

No	Larutan Asam	Larutan Netral	Larutan Basa
1	3.82	6.51	9.34
2	3.84	6.44	9.31
3	3.81	6.52	9.37
4	3.89	7.24	10.36
5	3.89	7.61	9.42

Tabel 3. Pengujian Kalibrasi Sensor

No	Waktu	Ph Alat	pembanding	Ralat
1	5 menit	3,45	3,49	1,14 %
2	10 menit	3,48	3,52	1,13 %
3	15 menit	3,52	3,59	1,94 %
4	20 menit	3,49	3,56	1,96 %
5	25 menit	3,53	3,62	2,86 %
6	30 menit	3,44	3,61	4,7 %
Rata- rata				2.28

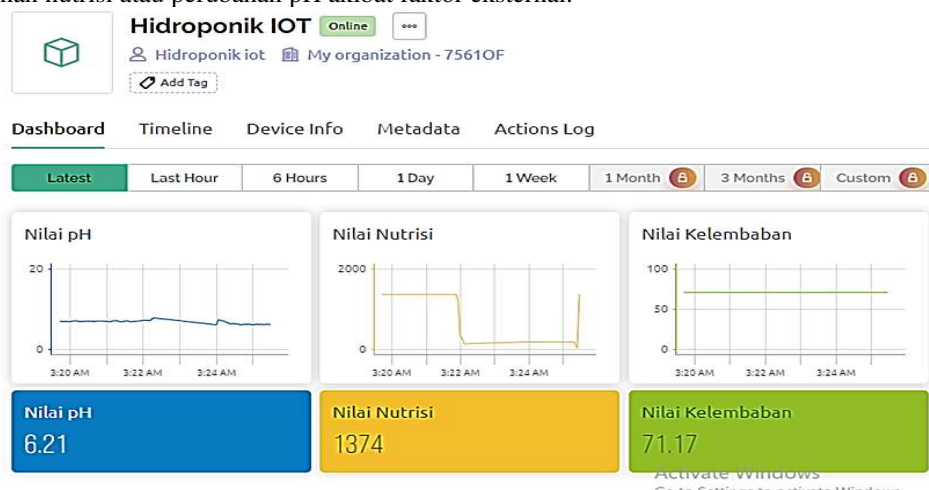
1.3 Pengujian Sensor Kelembaban DS18B20

Tabel 4. Pengujian kalibrasi Sensor DS18B20 pada kelembaban air

Hasil Data Pengukuran (Kelembaban)				
No	Pengujian	Sensor DS18b20	Alat Pembanding	Error (%)
1	Pertama	70.20 %	70.8 %	0.85 %
2	Kedua	67.30 %	67.9 %	0.89 %
3	Ketiga	63.90 %	63.3 %	0.93 %
4	Keempat	58.70 %	58.1 %	1.02 %
5	Kelima	54.60 %	54.9 %	0.54 %
Rata-rata		62.94 %	62.2 C	0.86 %

1.4 Efektivitas Logika Fuzzy dalam Pengendalian Parameter

Logika fuzzy yang dirancang mampu mengelola ketidakpastian dan variabilitas parameter lingkungan dengan baik. Sistem berhasil menjaga pH dalam rentang optimal 5,5–6,6, kelembaban tanah pada kisaran 61–80%, dan konsentrasi nutrisi pada tingkat yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Himpunan fuzzy dan aturan inferensi yang digunakan memastikan sistem dapat merespons perubahan kondisi lingkungan secara real-time, seperti saat terjadi penurunan nutrisi atau perubahan pH akibat faktor eksternal.



Gambar 2. Hasil pengukuran sistem pada hidroponik

Dari gambar diatas dihasilkan pengukuran sistem pada hidroponik dengan nilai pH sebesar 6.21, Nilai nutrisi sebesar 1374, dan nilai kelembaban sebesar 71.17. Dari nilai diatas akan dilakukan ke pengujian sistem fuzzy. Berikut pengujian sistem fuzzy dengan rumus yang telah ditentukan. Pola Aturan rule Fuzzy adalah [Aturan ke-16] If (Sensor pH is Sedang) and (Sensor TDS is Sedang) and (Sensor Kelembaban is Tinggi) then (Kurang bagus)

Tabel 5. Pengujian Sistem

No	Pengukuran	Nilai Sensor	Aturan	"Predikat	Output Fuzzy	Keterangan	Relay
1	Sensor pH	6.21	Sedang	min "Sedang [6.21], min 0.30	137.4	Tidak Bagus	LOW
	Sensor Nutrisi	1374	Sedang	min "Sedang [1374], min 0.96		Indikator Buzzer HIGH, LED Kuning	LOW
	Sensor Kelembaban	71.17	Tinggi	min "Tinggi [71.17], min 0.27		LOW, LED Hijau LOW	-

Tabel 6. Pengujian akurasi alat

No	Pengujian	Hasil Data				Keterangan
		Pengukuran	Output			
1	Pengujian 1	6.21	1374	71.17	137.4	Berhasil
2	Pengujian 2	5.52	234	72.17	102	Berhasil
3	Pengujian 3	60	1025	59	91	Tidak Berhasil
4	Pengujian 4	5.9	1398	73	171	Berhasil

3 Konektivitas dan Kemudahan Pemantauan Melalui IoT

Sistem IoT memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem hidroponik secara real-time melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Data dari sensor dikirimkan ke server cloud, yang kemudian dapat diakses oleh pengguna. Pengguna juga dapat memberikan perintah jarak jauh, seperti menambah nutrisi atau mengatur kelembaban, melalui aplikasi. Pengujian konektivitas menunjukkan bahwa sistem stabil dengan tingkat latensi rata-rata kurang dari 1 detik.

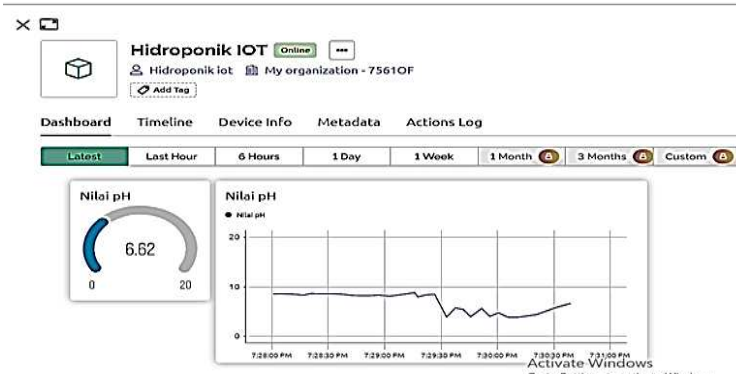
Tabel 7. Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Processor	Intel® Celeron ® CPU N3350 @ 1.10 GHz, 1101 Mhz, 2 Core (s), 2 Logical Pro
2	OS Name	Microsoft Windows 10 Pro
3	Memory	RAM 4.00 GB
4	System Type	X 64 – Based PC

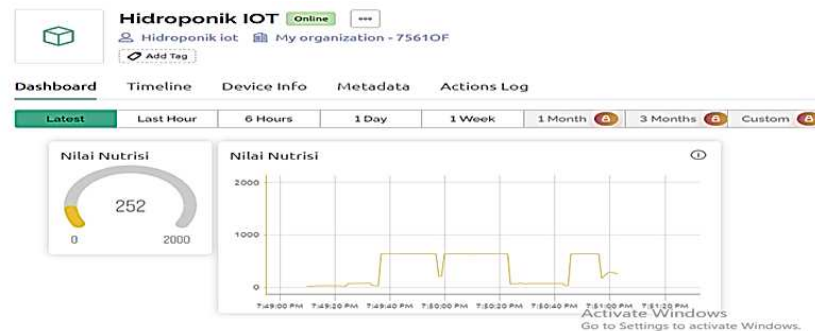
Tabel 8. Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1	BLYNK IoT	Versi 3.1.2
2	Arduino IDE	Versi Arduino 1.8.1.9
3	Android System	Android Os 11

Pada pengujian ini dilakukan untuk pengujian koneksi IOT pada pengukuran pH.



Gambar 3. Tampilan Data Nilai pH pada tampilan WEB



Gambar 4. Tampilan Data Nilai Nutrisi pada tampilan WEB



Gambar 5. Tampilan Data Nilai Kelembaban pada tampilan WEB

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem hidroponik yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan pengendalian parameter lingkungan dengan tingkat presisi dan efisiensi yang tinggi. Penggunaan logika fuzzy terbukti efektif dalam mengelola parameter yang bersifat dinamis dan tidak pasti, sementara teknologi IoT meningkatkan aksesibilitas dan kemudahan pengelolaan.

Namun, terdapat beberapa kendala yang ditemukan selama pengujian, seperti kebutuhan kalibrasi rutin pada sensor pH untuk menjaga akurasi pengukuran. Selain itu, stabilitas koneksi IoT bergantung pada kualitas jaringan internet, yang dapat menjadi hambatan di area dengan sinyal lemah. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk menambahkan fitur prediktif menggunakan machine learning guna meningkatkan kemampuan adaptasi sistem terhadap perubahan lingkungan yang lebih kompleks. Secara keseluruhan, sistem ini menawarkan solusi yang andal dan inovatif untuk mendukung pengelolaan hidroponik modern, sekaligus memberikan kontribusi nyata pada pengembangan teknologi pertanian berbasis digital.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa system “Perancangan Sistem Hidroponik pada Kontrol pH, Nutrisi, Kelembaban Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Internet of Thing”. Maka dari itu penulis dapat menarik kesimpulan, antara lain; Penelitian ini berhasil merancang sistem hidroponik berbasis logika fuzzy dengan metode kerja waterfall yang meliputi analisis, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan sistem. Perancangan perangkat keras dilakukan dengan membangun prototipe sesuai spesifikasi, menyusun komponen pada PCB, dan menghubungkannya ke NodeMCU ESP8266, sedangkan perangkat lunak menggunakan bahasa C++ dalam platform Arduino. Integrasi kontrol input-output mencakup koneksi berbagai komponen seperti sensor pH, TDS, DS18B20, LCD, relay, LED, dan buzzer ke NodeMCU ESP8266 untuk memastikan fungsi sistem berjalan tanpa kesalahan. Data sensor ditampilkan secara real-time menggunakan komunikasi serial dan diproses dengan logika fuzzy untuk otomatisasi. Pengujian menunjukkan sistem mampu menjaga parameter pH, nutrisi, dan kelembaban dalam rentang optimal dengan tingkat akurasi sebesar 80%. Dengan pola aturan fuzzy tertentu, pengujian dilakukan lima kali dan sistem berfungsi sesuai harapan, menjadikan alat ini efektif untuk mendukung pengelolaan hidroponik yang presisi dan efisien.

REFERENSI

- [1] Apriani, F. 2017. *Pemodelan Pengeluaran Per kapita menggunakan Small Area Estimation dengan Pendekatan Semiparametrik Penalized Spline*. Tesis. (tidak dipublikasikan). Surabaya: FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Dewi, I. Z. T., Ulinuha, M. F., Mustofa, W. A., Kurniawan, A., & Rakhmadi, F. A. (2021). Smart Farming: Sistem Tanaman Hidroponik Terintegrasi IoT MQTT Panel Berbasis Android. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 9(1), 71–78.
- [3] Desmira, Aribowo, D., dan Pratama, R., 2018, Penerapan Sensor pH pada Area *Elektrolizer* di PT. Sulfindo Adiusaha, *Jurnal PROSISKO*, Vol. 5 No. 1, hal 10-11.
- [4] Ikbar Laudza Alviansyah (2023). Tinjauan Literatur: Penerapan Internet of Thing Menggunakan Cloud Computing. Program Studi Teknik Informatika Universitas Komputer Indonesia Bandung, Indonesia. Ikbar.10119260@mahasiswa.unikom.ac.id.
- [5] Kusumadewi, Sri dan Purnomo Hari. 2010, “Aplikasi Logika Fuzzy”, Cetakan Pertama, Graham Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Nazava (2016). “TDS dalam Air Minum - Nazava.” <https://www.nazava.com/tds-dalam-airminum/> (accessed Sep. 06, 2023)
- [7] Ngafifuddin, M., Sunarno, S., & Susilo, S. (2017). PENERAPAN RANCANG BANGUN pH METER BERBASIS ARDUINO PADA MESIN PENCUCI FILM RADIOGRAFI SINAR-X. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 66. <https://doi.org/10.21831/jsd.v6i1.14081>
- [8] N Evalian, FI Pasaribu, RD Ivana (2023). [Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charger Pada Beban Kipas Angin](#). Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU
- [9] Oktareza, Sarnia Rizki . & Rahayu, Y. (2015). Simulasi Sistem Keamanan Palang Pintu Perlindungan Kereta Api menggunakan LabVIEW. *Jom FTEKNIK*, 2(2), 1–12.
- [10] Rahmatina, R., Aripin, M. N., Ikbal, M., & Deolika, A. (2023). Implementation of BD139 Transistors and Relay Circuits in Water Machines. *Journal of Information Technology*, 3(1), 11-18. <https://doi.org/10.46229/jifotech.v3i1.579>
- [11] Rahmawati V., Efendi A.T. 2017. Sistem Pengendali Pintu Berbasis Web Menggunakan Nodemcu. STMIK AKAKOM Yogyakarta
- [12] Setiawan, Edi. 2021. Alat Ukur Tinggi Badan Digital Menggunakan Ultrasonic Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16 Dengan Tampilan LCD. Surakarta : Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [13] Wahyu Cahyo Utomo, Muh Aris Saputra (2023) [Forecasting Pergerakan Harga Volatility Index dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Evaluasi Dstat Metric](#). Generation Journal
- [14] Yandri Lesmana, Iwan Purnama, Rohan. (2023). Rancang Alat Pengukur Tinggi Badan Dengan Output Suara Berbasis Arduino Uno. *Bulletin of Information Technology (BIT)* Vol 4, No 2, Juni 2023, Hal 245 – 252 ISSN 2722 - 0524 (media online) DOI10.47065/bit.v3i1.697 <https://journal.fkpt.org/index.php/BIT>
- [15] Dara Sawitri (2023). Internet Of Thing Memasuki Era Society 5.0. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi Dan Elektro* Vol 8, No 1, 2023, Hal 31-35

https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=prmq6TYAAAAJ&citation_f&or_view=prmq6TYAAAAJ:eQOLeE2rZwMC

- [16] Pasaribu, F. I., Evalina, N., Roza, I., & Nasution, E. S. (2023, November). IoT based railroad portal security system prototype design. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2702, No. 1). AIP Publishing.
- [17] Fatahillah, M. Putra, and Indra Roza. "PERANCANGAN MONITORING CUACA BERBASIS IoT TENAGA MATAHARI MENGGUNAKAN PANEL SURYA 20 WP." *MeSTErI Journal* 1.1 (2022): 26-32.