



Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Informatika, Sistem Kontrol

Vol. 2 | No. 1 | Halaman: 1 - 55 | Surabaya, Juli 2020

Informasi Gangguan Tekanan Udara pada Peralatan Mesin Kompresor dengan Komunikasi SMS Berbasis Arduino

Agus Sumadi, Dwi Hadidjaja Sarjid Saputra, Jamaaluddin

Semi Automatic T-Shirt Folding Machine Berbasis Proportional Integral Derivative (PID)

Muhammad Apriliyanto, Muftachul Ulum, Koko Joni

Pengukuran Arus dan Tegangan pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berdasarkan Debit dan Kecepatan Air

Bayu Dwi Prabowo, Ahmad Faidil, Nur Rani Alham, Ira Riyana Sari Siregar, Muhammad Jurdun NA

Rancang Bangun Alat Pengontrol Kelembaban Udara pada Budidaya Jamur menggunakan Arduino Uno dan Ultrasonic Mist Maker

Dwi Iswahyudi, Izza Anshory, Jamaaluddin

Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus dan Burung pada Tanaman Padi Berbasis Tenaga Surya

Muhammad Sultan Bana, Diana Rahmawati, Koko Joni, Miftachul Ulum

Navigasi Mobile Robot untuk Mencapai Docking Station dalam Proses Autodocking

Safriudin Rifandi

Prodi Teknik Elektro
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan
Universitas Hang Tuah

J-ELTRIK
**Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer,
Informatika, Sistem Kontrol**

Editor in Chief

Muh. Taufiqurrohman, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Managing Editor

Iradiratu Diah PK, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Editorial in Board

Belly Yan Dewantara, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Reviewer

Associate Professor Dr. Wahyu Mulyo Utomo

(Universiti Tun Onn Malaysia)

Dr. Hindarto, S. Kom., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik, Univ. Muhammadiyah, Sidoarjo)

Anang Widiantoro, S.T., M.T., IPM.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik, Univ. Muhammadiyah, Surabaya)

Ir. Agus Putu Abiyasa, B. Eng., P.hD., IPM.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik dan Informatika, Univ. Pendidikan Nasional, Bali)

I Wayan Sukadana, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik dan Informatika, Univ. Pendidikan Nasional, Bali)

Suryadhi, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Dr. Istiyo Winarno, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

Joko Subur, S.T., M.T.

(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

J-ELTRIK
Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer,
Informatika, Sistem Kontrol

E-ISSN: 2656-9388; P-ISSN: 2656-9396

Vol. 2, No. 1, Juli 2020
DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1>

Daftar Isi

Informasi Gangguan Tekanan Udara pada Peralatan Mesin Kompresor dengan Komunikasi SMS berbasis <i>Arduino</i> Agus Sumadi, Dwi Hadidjaja Rasjid Saputra, Jamaaluddin	1-8
Semi Automatic T-Shirt Folding Machine berbasis <i>Proportional Integral Derivative (PID)</i> Muhammad Apriliyanto, Miftachul Ulum, Koko Joni	9-19
Pengukuran Arus dan Tegangan pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berdasarkan Debit dan Kecepatan Air Bayu Dwi Prabowo, Ahmad Faidil, Nur Rani Alham, Ira Riyana Sari Siregar, Muhammad Jurdun NA	20-27
Rancang Bangun Alat Pengontrol Kelembaban Udara pada Budidaya Jamur menggunakan <i>Arduino Uno</i> dan <i>Ultrasonic Mist Maker</i> Dwi Iswahyudi, Izza Anshory, Jamaaluddin	28-37
Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus dan Burung pada Tanaman Padi Muhammad Sulton Bana, Diana Rahmawati, Koko Joni, Miftachul Ulum	38-45
Navigasi <i>Mobile Robot</i> untuk Mencapai <i>Docking Station</i> dalam Proses <i>Autodocking</i> Safriudin Rifandi	46-55

Informasi Gangguan Tekanan Udara Pada Peralatan Mesin Kompresor Dengan Komunikasi SMS Berbasis *Arduino*

Agus Sumadi, Dwi Hadidjaja Rasjid Saputra, Jamaaluddin

Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
email: jamaaluddin@umsida.ac.id

Received: Maret 2020; Accepted: Mei 2020; Published: Juli 2020
DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1.45>

Abstrak

Dalam dunia industri plastik mesin kompresor sangat dibutuhkan, penggunaan mesin kompresor membutuhkan udara sebagai penggerak sistem *pneumatic* dan *valve*. Pengoperasian mesin kompresor menggunakan *pneumatic* membutuhkan tekanan udara yang tidak sedikit, karena untuk menjalankan peralatan yang berat dibutuhkan tekanan udara yang tinggi. Jika tekanan udara mesin kompresor berkurang akan berpengaruh pada kualitas produk plastik dan menyebabkan kurang maksimal sistem kerja *pneumatic* mesin penggerak. Dengan mengimplementasikan sistem kontrol informasi gangguan tekanan udara diharapkan membantu sistem *pneumatic* dan *valve*. Bila terjadi gangguan pada peralatan yang terhubung mesin kompresor dengan menggunakan sistem *pneumatic* kerusakan peralatan mesin kompresor dapat teratasi, sehingga proses produksi berjalan lancar. Penggunaan *arduino* sebagai kontrol tekanan udara mesin kompresor yang menggunakan *pneumatic*, sedangkan *pressure switch* terpasang pada sistem keluaran udara bertekanan dari mesin kompresor. Selanjutnya didistribusikan pada mesin plastik. Jika tekanan udara berkurang, *pressure switch* akan memberikan sinyal masukan ke *arduino*. Sinyal modul GSM mengirimkan pesan informasi berupa SMS gangguan tekanan udara terhadap peralatan mesin kompresor kepada nomor teknisi.

Kata kunci: Arduino, Modul GSM, *Pneumatic*, *Pressure Switch*

Abstract

In the plastics industry, compressor engines are very much needed. The use of compressor engines requires air to drive the pneumatic and valve systems. The operation of a compressor using a pneumatic machine requires no small air pressure, because to run heavy equipment requires high air pressure. If the compressor engine air pressure is reduced it will affect the quality of plastic products and cause a less than optimal working system pneumatic drive engine. By implementing an information system for controlling air pressure disturbances, it is expected to help the pneumatic and valve systems. If there is interference with the equipment connected to the compressor engine using a pneumatic system the damage to the compressor engine equipment can be overcome, so the production process runs smoothly. The use of Arduino as the air pressure control of the compressor engine that uses pneumatic, while the pressure switch is mounted on the system of pressurized air output from the compressor engine. Then distributed on a plastic

machine. If the air pressure is reduced, the pressure switch will provide an input signal to Arduino. The GSM module signal sends an informational message in the form of an air pressure interruption SMS to the engine compressor equipment to the technician number.

Keywords: Arduino, Modul GSM, Pneumatic, Pressure Switch

I. PENDAHULUAN

Otomatisasi pada akhir akhir ini melibatkan banyak hal yang berkaitan dengan penunjang untuk mempercepat proses produksi atau penyelesaian masalah. Diantaranya dengan menggunakan kecerdasan buatan[1][2][3]. Didalam dunia industri sering di jumpai peralatan mesin yang sering digunakan diantaranya *valve* dan *pneumatic udara*[4]. Didalam pengoperasiannya selain menggunakan perintah berupa tegangan pada *coil*, *valve* dan *pneumatic* juga perlu menggunakan komponen pendukung yaitu udara sebagai penggerak peralatan mesin tersebut. Udara yang baik tidak terdapat kandungan air, bila ada kandungan air akan mempengaruhi kerja *valve* dan *pneumatic*. Selain itu juga dipengaruhi kestabilan pada tekanan udara terkompresi.

Pada pengoperasian kerja *pneumatic* memerlukan tekanan udara tidak sedikit, dikarenakan untuk menjalankan peralatan yang berat dibutuhkan udara bertekanan tinggi[5]. Jika tekanan udara kurang dari 7,6 bar maka akan menyebabkan kurang maksimal sistem kerja *pneumatic* pada mesin produksi dan berpengaruh pada kualitas produk yang akan dicapai. Penurunan udara pada sistem *pneumatic* disebabkan beberapa faktor kerusakan pada mesin kompresor diantaranya kerusakan pada *bearing* macet, terbakarnya gulungan pada motor penggerak kompresor, dan kebocoran oli pada bak penampungan mesin kompresor[6].

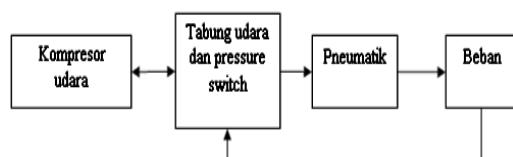
Bila terjadi gangguan peralatan mesin kompresor dapat diinformasikan melalui komunikasi SMS berbasis *arduino*[7][8]. Pada paper ini dianggap semua sistem pada kompresor berjalan dengan sempurna,

termasuk sistem grounding nya[9][10]Jika tekanan udara kurang dari pengaturan *pressure switch* yang ditentukan maka akan memberikan sinyal masukan ke *arduino*. Dalam pendeksi dini kerusakan mesin kompresor ini diharapkan dapat membantu dalam menurunkan *downtime* mesin produksi yang diakibatkan berkurangnya tekanan udara pada sistem pneumatik sebagai penggerak peralatan mesin produksi.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Sistem Saat Ini

Dalam sistem kerja kompresor udara saat ini penggunaan sensor tekanan udara hanya sebagai menghidupkan dan mematikan kompresor. Jika sensor *pressure switch* mencapai batas atas tekanan udara yang diinginkan maka otomatis kompresor akan mati dan jika tekanan udara pada pengaturan *pressure switch* mencapai batas bawah maka akan menghidupkan mesin kompresor[11][12]. Dalam pengaturan tekanan udara diharapkan bisa memaksimalkan kerja pneumatik sebagai penggerak mesin produksi. Dalam sistem sekarang bila terjadi penurunan tekanan udara pada mesin kompresor pemberian informasi hanya dari operator produksi dan ditandai dengan menurunnya kualitas produk yang telah dihasilkan. Gambaran dari sistem lama dijelaskan pada Gambar 1.

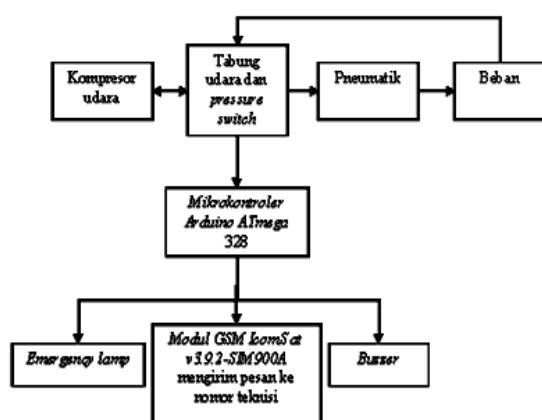


Gambar 1. Blok Diagram Sistem Saat Ini

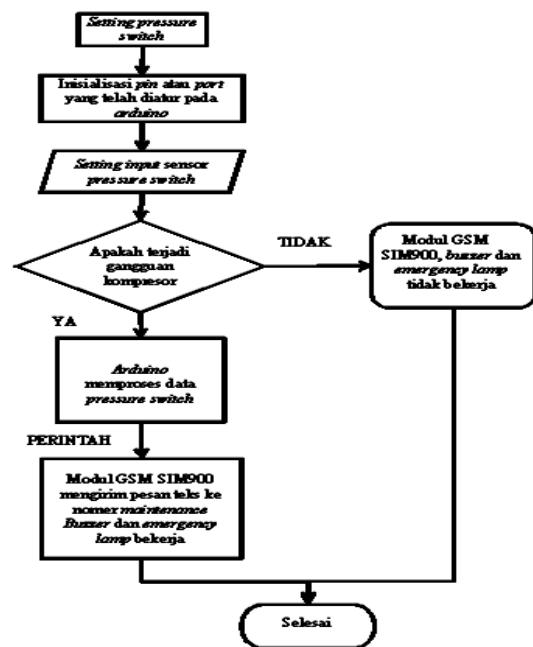
Pengembangan selanjutnya dengan menggunakan informasi sistem SMS terhadap gangguan pada peralatan mesin kompresor ditandai dengan penurunan tekanan udara terkompresi. Sehingga perlu dirancang sistem otomasi informasi tekanan udara pada peralatan mesin kompresor dengan komunikasi SMS berbasis *arduino*, dengan memanfaatkan sensor tekanan udara (*pressure switch*) dan Modul *IComS at V3.9.2-SIM900A* GSM/GPRS sebagai pengiriman informasi berupa SMS ke nomor teknisi *maintenance* dan *buzzer* atau *emergency light* sebagai peringatan keseluruhan pada area mesin kompresor akan menyala bila terjadi gangguan pada mesin kompresor[13][14]. Sistem pengembangan dijelaskan pada Gambar 2.

2.2. Flowchart Sistem

Gambar 3. menjelaskan bahwa *flow chart* sistem keseluruhan rangkaian mulai dari *start*, *setting com port arduino*, mendeklarasikan *variable constanta*, dan mengkonfigurasi pin I/O, masuk ke mode perintah yang sebelumnya *disetting* oleh *output arduino*, pengolahan data, *output arduino* berupa perintah menyalakan *buzzer/emergency lamp* dan pengiriman teks SMS ke nomor teknisi *maintenance* bila terjadi gangguan pada peralatan mesin kompresor yang ditandai dengan penurunan udara yang terkompresi.



Gambar 2. Blok Diagram Pengembangan Sistem



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Yang Akan Dikerjakan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui cara kerja dan mengetahui hasil sesuai dengan perencanaan. Pengujian pengambilan data dilakukan pada masing-masing bagian dan secara keseluruhan. Dalam pengujian yang dilakukan secara langsung dengan menggunakan kompresor type *Compressor IMOLA 125* (1,5 HP) Max. Pressure 8 BAR Voltage 220 VAC / 50 HZ dan 2 buah sensor *Pressure switch* dengan tekanan maksimal 8 bar dengan range pengaturan yang berbeda type *FBANG* Max.Voltage 240 – Amp 15 - Max.Mpa 1,2 – PSI 175 dan type *Einhil* Max. Voltage 250 – Amp 20 - Max.BAR 12 – PSI 175 didapatkan batas tekanan udara untuk menjalankan kompresor secara normal dengan sensor *pressure switch* yaitu sebesar 5,5 bar dan batas maksimum *pressure switch* sebesar 8 bar.

Untuk pengaturan tekanan pada peringatan terhadap gangguan pada peralatan kompresor dibawah batas normal untuk menjalankan mesin kompresor yaitu 5 bar, setiap pengujian akan selisih 0,5 bar

dibawah batas normal pengaturan sensor tekanan udara(*pressure switch*) untuk menjalankan kompresor secara normal. Dengan menggunakan 2 buah sensor *pressure switch* sebagai pendekripsi kerusakan mesin kompresor yang ditandai dengan penurunan tekanan udara.

3.1. Desain Rangkaian Mekanik

Pada bentuk kontruksi mekanik menggunakan bahan dasar box panel, dimana ukuran yang ditentukan dan dirangkai sedemikian rupa sehingga menjadi bentuk tempat panel informasi gangguan tekanan udara pada peralatan mesin kompresor dengan komunikasi SMS berbasis arduino dengan ukuran 20x30x12 cm. Desain rangkaian mekanik dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Mekanik Box Panel

3.2. Pengujian Sensor *Pressure Switch*

Pengujian sensor *pressure switch* untuk mengetahui *sensitivity* bila terjadinya penurunan tekanan udara pada peralatan mesin kompressor. Langkah langkah dalam pengujian sensor *pressure switch* adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan input sensor *pressure switch* dengan tegangan 220 VAC.
2. Menghubungkan output sensor *pressure switch* dengan mesin kompresor dan indikator lampu.

3. *Setting* minimal tekanan *pressure* yang di inginkan.
4. Mengamati dan membandingkan hasil uji coba, apakah sesuai hasil yang diinginkan dengan lampu indikator.

Dari hasil pengujian sensor tekanan udara ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Pengujian Sensor Tekanan Udara Menggunakan Lampu Indikator Dengan Batas Maksimum 8 bar



Gambar 6. Pengujian Sensor Tekanan Udara Menggunakan Lampu Indikator Dengan Batas Minimum 5 bar

3.3. Pengujian Hasil Sistem Informasi Gangguan Tekanan Udara

Pengujian sistem informasi gangguan tekanan udara pada peralatan mesin kompresor dengan komunikasi SMS

berbasis *arduino* untuk memastikan bekerja dengan normal sesuai yang diharapkan.

Ketika terjadi gangguan pada mesin kompresor ditandai dengan penurunan udara maka *pressure switch* akan membaca batas bawah pengaturan tekanan angin mesin kompresor, selanjutnya *pressure switch* akan memberi perintah *high* ke mikrokontroler *arduino* dan keluaran berupa teks SMS ke nomer teknisi *maintenance*, *buzzer* dan *emergency lamp* akan

menyalakan sebagai tanda peringatan di area mesin kompresor jika terjadi gangguan pada peralatan mesin kompresor yang menggunakan sistem pneumatik. Pengujian keseluruhan sistem dijelaskan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Rata – rata keberhasilan pengujian sistem informasi gangguan tekanan udara pada peralatan mesin kompresor dengan komunikasi SMS berbasis *arduino* sebagai mana terlihat pada Tabel 1.



Gambar 7. Rangkaian Pengujian Sistem Informasi Gangguan Tekanan Udara



Gambar 8. Hasil Pengujian Dalam Tampilan SMS

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Pengaturan Tekanan Udara Menjalankan Kompresor Secara Normal	Pengaturan Tekanan Udara Sebagai Peringatan	Percobaan Modul GSM IComSat V3.9.2-SIM 900A GSM/GPRS Ke:					Rata-rata	Standar Deviasi	
			1	2	3	4	5			
1	3,5-6 bar	3 bar	0	1	1	0	1	0,6	0,548	
2	4-6,5 bar	3,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	
3	4,5 -7 bar	4 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	
4	5-7,5 bar	4,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	
5	5,5-8 bar	5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	
<hr/>										
No	Pengaturan Tekanan Udara Menjalankan Kompresor Secara Normal	Pengaturan Tekanan Udara Sebagai Peringatan	Percobaan Buzzer Ke:					Rata-rata	Standar Deviasi	
1	3,5-6 bar	3 bar	0	1	1	1	1	0,8	0,5	
2	4-6,5 bar	3,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	
3	4,5 -7 bar	4 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	
4	5-7,5 bar	4,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	
5	5,5-8 bar	5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447	

No	Pengaturan Tekanan Udara Menjalankan Kompresor Secara Normal	Pengaturan Tekanan Udara Sebagai Peringatan	Percobaan Emergency Lamp Ke:					Rata-rata	Standar Deviasi
			1.	2.	3.	4.	5.		
1	3,5-6 bar	3 bar	0	1	0	1	0	0,4	0,591
2	4-6,5 bar	3,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447
3	4,5 -7 bar	4 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447
4	5-7,5 bar	4,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447
5	5,5-8 bar	5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0,447

Tabel 2. Hasil Ketepatan Alat

No	Pengaturan Tekanan Udara Sebagai Peringatan	Percobaan Modul GSM IComSat V3.9.2-SIM 900A GSM/GPRS Ke:					Rata-rata Pengujian	Selisih keberhasilan	Presentasi Penyimpanan	Akurasi
		1	2	3	4	5				
1	3 bar	0	1	1	0	1	0,6	4,4	0,17	99,83
2	3,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
3	4 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
4	4,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
5	5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
Rata-rata							0,88		0,034	99,96
No	Pengaturan Tekanan Udara Sebagai Peringatan	Percobaan Buzzer Ke:					Rata-rata Pengujian	Selisih keberhasilan	Presentasi Penyimpanan	Akurasi
		1	2	3	4	5				
1	3 bar	0	1	1	1	1	0,8	4,2	0,2	99,8
2	3,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
3	4 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
4	4,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
5	5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
Rata-rata							0,84		0,004	99,92
No	Pengaturan Tekanan Udara Sebagai Peringatan	Percobaan Emergency Lamp Ke:					Rata-rata Pengujian	Selisih keberhasilan	Presentasi Penyimpanan	Akurasi
		1	2	3	4	5				
1	3 bar	0	1	0	1	0	0,4	4,6	0,086	99,83
2	3,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
3	4 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
4	4,5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
5	5 bar	1	1	1	1	1	0,2	0	0	100
Rata-rata							0,92		0,034	99,96

Rata – rata keberhasilan pengujian sistem informasi gangguan tekanan udara pada peralatan mesin kompresor dengan komunikasi SMS berbasis *arduino* sebagai berikut:

Ketepatan keberhasilan alat secara keseluruhan

$$= \frac{99.96 \% + 99.92 \% + 99.96 \%}{3}$$

$$= \frac{299.84 \%}{3} = 99.94 \%$$

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 1. dan Tabel 2. perhitungan diatas dengan penggabungan alat keseluruhan, didapatkan hasil pengujian pada saat terjadi gangguan peralatan mesin kompresor yang berbeda selama 5 kali percobaan. Nilai rata-rata persentasi keberhasilan dalam memberi informasi berupa teks SMS ke nomor teknisi *maintenance* dan *alarm* berupa *emergency lamp* dan *buzzer* dengan rata-rata ketepatan 99,94% dengan keberhasilan pengujian secara keseluruhan saat terjadi kerusakan pada mesin kompresor. Hal ini menunjukkan bahwa komponen yang digunakan pada sistem ini berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan.

IV. SIMPULAN

Dari setiap tahap yang telah dilakukan dalam pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian yang dilakukan secara langsung dengan menggunakan kompresor didapatkan batas tekanan udara untuk menjalankan kompresor secara normal dengan sensor *pressure switch* yaitu sebesar 5,5 bar dan batas maksimum *pressure switch* sebesar 8 bar. Untuk pengaturan sensor tekanan pada peringatan terhadap gangguan peralatan kompresor dibawah batas normal, untuk menjalankan mesin kompresor yaitu 5 bar, setiap pengujian terjadi selisih 0,5 bar dibawah batas normal pengaturan sensor tekanan udara (*pressure switch*). Dengan menggunakan 2 buah sensor *pressure switch* sebagai pendekripsi kerusakan mesin kompresor yang ditandai dengan penurunan tekanan udara dan menjalankan kompresor secara normal. Informasi SMS dapat memberitahukan bila terjadi gangguan tekanan angin ke nomor hp teknisi yang bersangkutan, sesuai dengan hasil pengujian.

2. Dengan menggunakan Modul *IcomS at V3.9.2-SIM900A GSM/GPRS* dapat menghasilkan sinyal yang baik, terbukti dari ketepatan alat dengan akurasi rata-rata secara keseluruhan pengujian sebesar 99,94%.

SARAN

Untuk kesempurnaan alat informasi gangguan tekanan udara yang dapat dimanfaatkan bagi dunia industri terutama dalam sistem pemantauan angin dalam peralatan mesin kompresor yang menggunakan pneumatik, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut.

V. RUJUKAN

- [1] Jamaaluddin, I. Robandi, I. Anshory, Mahfudz, and R. Rahim, “Application Of Interval Type-2 Fuzzy Inference System And Big Bang Big Crunch Algorithm In Short Term Load Forecasting New Year Holiday,” *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, 2020.
- [2] J. Jamaaluddin, D. Hadidjaja, I. Sulistiowati, E. A. Suprayitno, I. Anshory, and S. Syahrorini, “Very Short Term Load Forecasting Peak Load Time Using Fuzzy Logic,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018.
- [3] Jamaaluddin, I. Robandi, and I. Anshory, “A Very Short-Term Load Forecasting In Time Of Peak Loads Using Interval Type-2 Fuzzy Inference System: A Case Study On Java Bali Electrical System,” *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 464–478, 2019.
- [4] T. Fisika and U. Nasional, “Sistem Monitoring Alarm Dan Kendali Jarak Jauh Pompa Tangki Limbah

- Radioaktif Cair Berbasis SMS,” *Semin. Nas. IX SDM Teknol. Nukl.*, 2013.
- [5] D. Irawan, “Penggunaan Alat Kompresor Pada Motor Bakar Torak Sebagai Fungsi Tambahan Kendaaran Roda Dua,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, 2016.
- [6] I. Made Rasta, “Analisis Eksperimen Laju Aliran Volume Air Terhadap Temperatur Air Panas Pada *Heat Recovery* Sistem AC Jenis Water Chiller,” *Din. Tek. Mesin*, 2011.
- [7] A. B. Pratomo and R. S. Perdana, “*Arduviz, A Visual Programming Ide For Arduino*,” in *Proceedings of 2017 International Conference on Data and Software Engineering, ICoDSE 2017*, 2018.
- [8] D. Sirkin and W. Ju, “*Make This! Introduction To Electronics Programming Using Arduino*,” in *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 2014.
- [9] J. Uddin, I. Anshory, and E. A. Suprayitno, “*Depth Determination of Electrode at Sand and Gravel Dry for Get The Good Of Earth Resistance*,” *J. Electr. Electron. Eng.*, 2017.
- [10] Jamaaluddin and Sumarno, “*Planning Integrated Electric Power Grounding Systems In Buildings* (Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan),” *Jeee-U(Journal Electr. Electron. Eng.)*, 2017.
- [11] L. Bambang Yulistiyanto, Yul Hizhar, “*Effect of Flow Discharge and Shaft Slope of Archimedes Screw Turbine on the Micro Hydro Power Plant*,” *Din. Tek. SIPIL/*, 2012.
- [12] dkk. R. Supriyanto, Hustinawati, Ary Bima, “Robotika,” *Buku Ajar Robot.*, 2010.
- [13] SM, “*Getting Started with Arduino and Genuino MEGA2560*,” *Arduino*, 2017.
- [14] M. McRoberts, *Beginning Arduino*. 2013.

Semi Automatic T-Shirt Folding Machine Berbasis Proportional Integral Derivative (PID)

Muhammad Apriliyanto¹, Miftachul Ulum¹, Koko Joni¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura
email: apri75masyu@gmail.com, miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id,
kokojoni@trunojoyo.ac.id

Received: Maret 2020; Accepted: Mei 2020; Published: Juli 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1.47>

Abstrak

Proses melipat baju merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan dalam usaha laundry maupun rumah tangga. Kegiatan tersebut terbilang cukup mudah akan tetapi banyak orang yang masih malas melakukannya. Akibatnya pakaian yang selesai dicuci akan berantakan diruang tertentu sehingga mengurangi nilai estetika suatu rumah. *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* adalah solusi tepat untuk membuat kegiatan melipat baju menjadi lebih mudah dan efisien waktu. Alat ini dibekali motor servo yang menggerakan papan pelipat yang sudah didesain sedemikian rupa sehingga penggunanya hanya perlu manghandle baju sekali saja dan cukup menekan satu tombol maka baju akan terlipat sendiri serta akan tersusun secara rapi melalui papan penumpuk baju. Metode PID diterapkan pada motor DC yang bergerak dibawah pelipat baju sehingga penumpukan baju yang ada dibawah tidak akan tertekan keatas saat baju makin menumpuk saat selesai dilipat. Sensor ultrasonic akan mengukur ketinggian yang pas antara baju dengan pintu pembuka penumpukan baju dengan $kp = 1$, $ki = 0.1$, $kd = 0.5$ untuk baju tipis dan $kp = 5$, $ki = 1$, $kd = 2.5$ untuk baju tebal sehingga pergerakan motor dapat menyesuaikan kecepatannya. Alat ini dapat melipat satu baju dalam 16,83 detik lebih cepat 11 detik daripada melipat baju secara manual.

Kata kunci: pelipatbaju, mikrokontroler, PID

Abstract

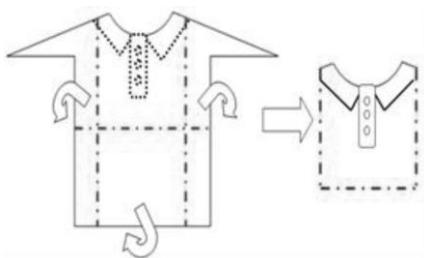
The process of folding clothes is one of the activities carried out in the laundry business or household. The activity is fairly easy but many people are still lazy to do it. As a result, clothes that have been washed will fall apart in certain rooms, thereby reducing the aesthetic value of a home. Semi Automatic T-Shirt Folding Machine is the right solution to make folding clothes easier and more time efficient. This tool is equipped with a servo motor that moves the folding board that has been designed in such a way that the user only needs to manghandle the shirt just once and simply push one button then the shirt will fold itself and will be neatly arranged through the clothes stacker board. The PID method is applied to DC motors that move under the clothes folder so that the buildup of clothes underneath will not be pressured upward when the clothes are piled up when they are folded. Ultrasonic sensor will measure the right height between the clothes with the door opening the stacking clothes with $kp = 1$, $ki = 0.1$, $kd = 0.5$ for thin clothes and $kp = 5$, $ki = 1$, $kd = 2.5$ for thick clothes so that the movement of the motor can adjust its speed . This tool can fold one shirt in 16.83 seconds 11 seconds faster than folding clothes manually.

Key words: clothes folding, microcontroller, PID,

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Orang-orang saat ini memiliki kesibukan masing-masing dalam kehidupan sehari-harinya. Umumnya dalam sebuah rumah tangga kegiatan seperti mencuci, mengeringkan dan melipat pakaian dilakukan oleh ibu rumah tangga. Pekerjaan ini terkadang melelahkan tergantung dari jumlah pakaian dan jumlah orang dalam satu rumah tersebut. Pakaian seperti kaos, kemeja, celana dan pakaian dalam merupakan hal umum yang semua orang miliki. Jika semua itu dikalikan dengan jumlah orang yang ada didalam sebuah rumah mungkin perkerjaan itu akan sangat melelahkan. Dari sinilah muncullah ide sebuah mesin pelipat baju yang akan membantu meringankan pekerjaan ibu rumah tangga yang akan disajikan disini. Di antara banyak kategori pakaian yang ada alat ini akan diujikan untuk pakaian T-Shirt dan Kemeja pria. Untuk metode pelipatan T-Shirt bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Melipat T-shirt

Garis putus-putus warna merah merupakan lipatan yang akan dilipat oleh mesin pelipat dan hasilnya akan terlihat disebelah kanan. Alat pelipat baju manual sudah tersedia dipasaran yang ditujukan pada Gambar 2.

Tahun 2012 oleh Mahasiswa di Yogyakarta ditemukan sebuah ide unik dalam melipat baju dengan rapi yang disebut Terapsi. Alat ini terbuat dari bahan karton berukuran 60 cm x 80 cm yang dipotong secara simetris sehingga terbentuk 3 bagian lipatan. Walaupun hasil alat

ini bisa melipat pakaian secara rapi akan tetapi alat tersebut masih menggunakan tenaga manusia dalam proses melipatnya serta bahan yang digunakan terbuat dari karton tebal sehingga membuat daya tahan alat ini kurang begitu bagus[1].



Gambar 2. Pelipat Baju Manual

Selanjutnya alat Terapsi ini dikembangkan lagi oleh mahasiswa UGM pada tahun 2015 dengan nama Pasebos. Alat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino sebagai otak pemrosesan dan servo sebagai penggerak otomatis pada alat pelipat baju Terapsi. Akan tetapi kelamahan alat ini masih tidak ada proses penumpukan baju yang telah dilipat secara otomatis sehingga ketika alat ini selesai melipat maka baju yang dilipat haruslah dipungut terlebih dahulu dari alat tersebut agar bisa digunakan kembali[2].

Dari permasalahan itulah dibuat alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*, cara kerja alat ini masih semi otomatis seperti alat sebelumnya akan tetapi penumpukan pakaian saat selesai dilipat tidak usah dipungut satu persatu.

Semi Automatic T-Shirt Folding Machine menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai kontrol alat, motor servo MG996R sebanyak 3 buah sebagai penggerak, push button sebagai tombol lipat, LCD 16x2 sebagai informasi baju yang sudah dilipat, dan papan pelipat baju yang didesain sedemikian rupa.

Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara kerja *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* yang baik ?

2. Bagaimana mendeteksi faktor yang mempengaruhi alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara kerja pada *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* yang baik.
2. Untuk mendeteksi faktor yang mempengaruhi alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*

Batasan Masalah

1. Pakaian Dewasa
2. Jenis pakaian yang sudah disetrika T-Shirt dan kemeja ukuran M, L dan XL

II. METODE PENELITIAN

Dasar teori yang terdapat dalam penelitian ini

T-Shirt

T-shirt adalah sebuah jenis pakaian yang tidak memiliki kancing, kerah dan juga saku serta pada umumnya hanya menutupi sebagian lengan. *T shirt* juga dikenal dengan pakaian yang memiliki lengan pendek dan biasanya terbuat dari bahan katun atau poliester. Bahan katun akan terasa sangat lembut dan nyaman pada saat dipakai. Penggunaan *T shirt* dapat digunakan oleh perempuan maupun laki – laki. *T shirt* juga cocok untuk dipakai segala umur mulai dari anak – anak, remaja. Dewasa dan juga lansia. Pada zaman dahulu *T shirt* hanya digunakan untuk pakaian dalam saja namun dengan perkembangan zaman sekarang *T shirt* dapat digunakan sebagai pakaian sehari hari [3].

Terapsi

Terapsi adalah sebuah inovasi mahasiswa Yogyakarta yang digunakan untuk membantu seseorang dalam melipat baju secara cepat dan praktis. Mahasiswa Yogyakarta ini menciptakan sebuah alat pelipat baju yang terbuat dari karton tebal

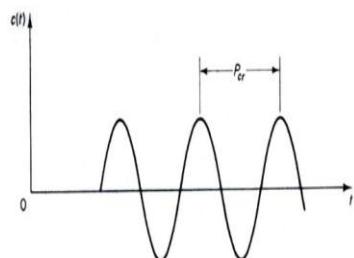
dipotong berukuran 60 x 80 cm. terdapat tiga bagian lipatan pada setiap potongannya sehingga alat tersebut bisa digunakan sebagai pelipat baju. Walaupun alat ini tergolong manual tetapi sudah dapat meringankan pekerjaan seseorang dalam melipat baju. Ide ini ditemukan pada awal tahun 2012[1].

Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, atau mengatur diri sendiri atau sistem lain[4].

Meode Tuning PID Ziegler-Nichols 2

Metode tuning Ziegler-Nichols 2 dilakukan dengan cara meberikan kontroler P pada suatu sistem *close loop* dengan *plant* terpasang. Lalu nilai K_p ditambahkan sampai sistem berosilasi terus menerus dengan teratur. Nilai K_p saat itu disebut penguatan kritis (K_{cr}). Periode saat itu disebut periode kritis (P_{cr}). Berikut cara menentukan periode kritis (P_{cr}) seperti terlihat pada gambar 3 berikut ini[5].



Gambar 3. Cara Menentukan Periode Kritis (P_{cr})

Tahap selanjutnya ialah menentukan nilai K_p , K_i , dan K_d berdasarkan Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, dikarenakan kontrol yang digunakan pada AVR generator AC 1 fasa menggunakan PID maka dapat ditentukan nilai K_p dengan cara 0.6 dikalikan dengan K_{cr} , K_i sama dengan 0.5 dikalikan P_{cr} , dan K_d sama dengan 0.125 dikalikan P_{cr} .

Tabel 1. Cara Menetukan Nilai K_p , K_i , dan K_d

Tipe alat kontrol	K_p	K_i	K_d
P	$0.5 K_{cr}$	~	0
PI	$0.45 K_{cr}$	$1/1.2 P_{cr}$	0
PID	$0.6 K_{cr}$	$0.5 P_{cr}$	$0.125 P_{cr}$

Berdasarkan tabel di atas dikarenakan kontrol yang digunakan pada AVR generator AC 1 fasa menggunakan PID maka dapat ditentukan nilai K_p dengan cara 0.6 dikalikan dengan K_{cr} , K_i sama dengan 0.5 dikalikan P_{cr} , dan K_d sama dengan 0.125 dikalikan P_{cr} .

Motor DC

Sumber tenaga yang digunakan pada motor DC adalah tegangan searah atau arus DC. Polaritas motor dapat mengubah arah putaran motor dengan cara mengubah polaritas motor yang melaluinya. Fluks medan sebagai pengatur kecepatan motor atau dengan mengatur tegangan sumber melalui metode PWM (*Pulse Width Modulation*) [6].

Pada penelitian menggunakan metode tahapan sebagai berikut yaitu studi literatur, perencanaan alat, perancangan alat, pengujian alat, dan terakhir Analisa data. Studi literatur dilakukan untuk mempelajari alat yang sudah ada sebelumnya kemudian muncullah sebuah ide yang dikembangkan agar alat dapat berkerja lebih baik lagi. Adapun beberapa rujukan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahyu Setyo Pambudi dan Jan Putra. B. A. S. Pelawi tahun 2015 yang berjudul Simulasi Folding Machine dengan PID, P, PI, PD dan Fuzzy-PD (*Propotional Differential*). Jurnal Sains dan Teknologi Volume 1, Nomor 1, Juni 2015 hal 25 - 33 ISSN: 2460-173X. Penelitian yang dilakukan adalah mensimulasikan kontrol PID, P, PI, PD dan Fuzzy-PD pada dinamik arm manipulator untuk mendapatkan hasil yang mendekati kondisi sesungguhnya. Kontrol PID adalah sistem kontrol yang paling baik

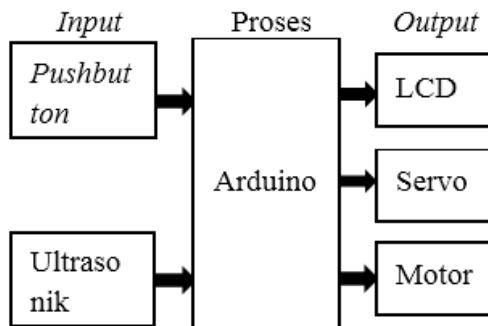
dengan hasil rise time 0,0005s dan tidak memiliki *overshoot* serta *error steady state* [7]. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Erwin Sukma Bukardi dan Wahyu Setyo Pambudi tahun 2015 yang berjudul Perancangan dan Pembuatan *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* Menggunakan Metode *Fuzzy Proportional Derivative* (FPD). Jurnal Sains dan Teknologi Volume 1, Nomor 1, Juni 2015 hal 34 - 44 ISSN: 2460-173X. Penelitian ini adalah implementasi metode *Fuzzy-PD* pada perancangan pelipat baju semi otomatis.

Hasil yang didapat dari alat tersebut yaitu alat pelipat baju dapat melipat baju dengan durasi 9,56 detik termasuk *handling* pakaian.[8] Machrus Ali, Izzatul Umami, dan Hendi Sopian tahun 2016 yang berjudul *Particle Swarm Optimization* (PSO) Sebagai Tuning PID Kontroler Untuk Kecepatan Motor DC. JURNAL INTAKE Vol. 7, Nomor 1 April 2016, e-ISSN : 2087-4286. Sistem kontrol kecepatan motor DC yang dianggap paling baik adalah kontrol PID-PSO, kemudian PID-ZN, dan terakhir Nonkontrol. Hasil *running* program didapatkan nilai; *overshoot* tanpa kontrol 0 dengan *settling time* 7,634 detik, *overshoot* PID standart 1,513 dengan *settling time* 10 detik, *overshoot* PID-ZN 1,495 dengan *settling time* 2,023 detik, *overshoot* PID-PSO 1,103 dengan *settling time* 1,32 detik. [9]

Dasar teori sebagai bahan acuan pembuatan alat ini berasal dari jurnal, buku serta artikel penelitian. Setelah studi literatur selanjutnya yang dilakukan yaitu perencanaan alat. Perencanaan alat ini meliputi desain sistem kerja alat serta desain ukuran alat yang akan dibuat.

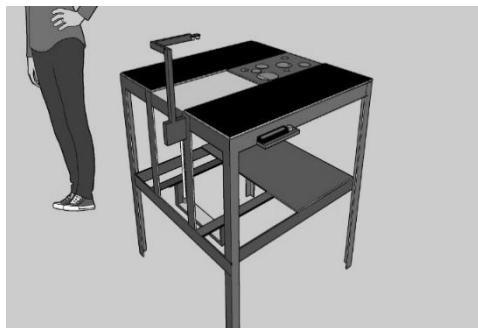
Perancangan Hardware

Dalam perancangan alat ini dibagi menjadi 3 blok diagram yaitu input proses dan output yang dapat dilihat :



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Kerangka utama dari alat ini menggunakan besi dan kayu agar alat kuat serta ringan sebagai penopangnya dengan ukuran Panjang x lebar x tinggi = 85 x 85 x 85cm. berikut adalah desain dari alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*.



Gambar 5. Desain Alat

Teknik pelipatan dari alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* menyesuaikan dengan tata cara pelipatan pada umumnya. Pakaian akan diletakkan diatas meja pelipat setelah itu dengan menekan tombol pelipat sekali saja maka alat akan melipat baju tersebut dengan proses lipatan yang dapat digambarkan pada gambar 6.

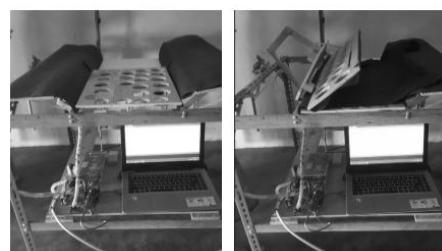
Perancangan Software

Setelah semua perancangan perangkat dilakukan selanjutnya yaitu perancangan Software. Perancangan ini meliputi pemograman alat dengan aplikasi bernama

Arduino IDE. Pemograman tersebut meliputi cara melipat baju hingga penerapan metode PID sebagai penstabil kecepatan motor. Kontrol PID yaitu Gabungan antara *Proportional*, *Integral*, dan *Derivative* maka disebutlah kontroler PID.

Kontrol pada error yang terjadi (*Proportional*), jumlah error (*Integral*), dan perubahan error (*Derivative*) setiap aksi kontrol ini memberikan kontribusi. Steady state dapat dipercepat dengan kombinasi dari 3 kontroler tersebut serta juga mengurangi setting time osilasi sistem itu sendiri. Perbaikan secara signifikan stabilitas yang dinamis dapat diberikan dengan penggunaan self tuning PID pada sistem kontrol. Secara adaptif *self tuning* merupakan Parameter penguat PID. Kontrol PID dapat dipakai secara bersamaan atau sendiri – sendiri tergantung dengan respon yang akan kita inginkan dalam suatu peren-canaan. [4]

Tahapan pengujian alat merupakan proses pengujian alat secara keseluruhan. Dimana pengujian alat ini dilakukan dengan membandingkan cara melipat baju secara manual dengan cara melipat baju dengan menggunakan alat. Setelah pengujian alat selesai tahap terakhir yaitu analisa data untuk diolah dan ditarik kesimpulan.



Sebelum melipat Lipat Kiri



Lipat Kanan Lipat Tengah



Hasil Lipatan

Gambar 6. Proses dan Hasil lipatan

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengujian dan pengambilan data serta Analisa data yang sudah ada, adapun beberapa pengujian alat yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut:

Pengujian Motor *Servo*

Pengujian dari motor *servo* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2. Data Pengujian MG996R

No	MG996R		Error (°)
	Besar Sudut Busur (°)	Besar Sudut Servo (°)	
1	0	0	0
2	10	10	0
3	20	20	0
4	30	30	0
5	40	40	0
6	50	51	1
7	60	60	0
8	70	69	1
9	80	80	0
10	90	92	2
11	100	100	0
12	110	110	0
13	120	121	1
14	130	130	0
15	140	140	0
16	150	150	0
17	160	160	0
18	170	172	2
19	180	180	0
\sum Error			7
Rata – rata Error			0,3

Berdasarkan data dari Tabel 2. diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa *error* dari perhitungan sudut servo dengan busur sebesar 7 derajat pada 19 kali percobaan atau rata rata *error* 0.03 derajat.

Waktu yang Dibutuhkan untuk Pelipatan Manual

Proses pelipatan pakaian (*T-Shirt*) secara manual adalah proses melipat pakaian menggunakan kecepatan dan kemam-

puan tangan manusia. Dan waktu yang dibutuhkan untuk melipat beberapa helai pakaian (*T-Shirt*) merupakan hal sangat diperhatikan. Berikut dibawah ini dimana hasil dari pengujian waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 helai pakaian (*T-Shirt*).



Gambar 7. Waktu yang dibutuhkan melipat 20 baju secara manual 09 Menit 10 Detik

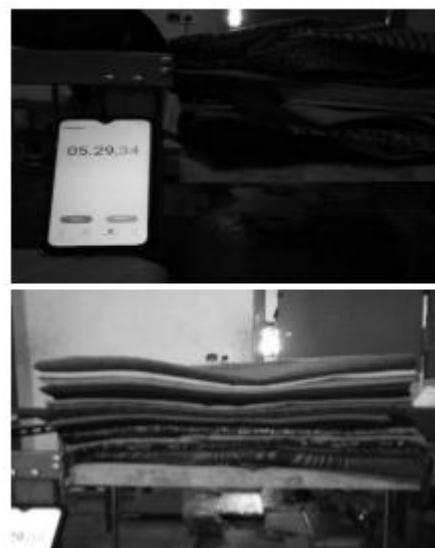
Hasil diatas didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 baju secara manual yaitu 09 menit 10 detik. Dengan demikian rata rata waktu yang dibutuhkan untuk melipat baju perhelai yaitu 27,5 detik hasil ini didapatkan dari persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu rata-rata per helai} \\ = \frac{\text{Waktu Yang dibutuhkan (Detik)}}{\text{Jumlah Baju}} \quad (1) \\ = \frac{550}{20} = 27,5 \text{ Detik/Helai} \end{aligned}$$

Waktu yang Dibutuhkan untuk Pelipatan Menggunakan *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*

Proses Pelipatan menggunakan alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* termasuk handling pakaian sebanyak 20 helai baju. Pakaian yang akan dilipat pada

alat ini cukup meletakkan pakaian diatas papan lipat dan dengan hanya menekan satu tombol pakaian akan terlipat dan menumpuk secara otomatis. Berikut adalah waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 baju dengan menggunakan alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*.



Gambar 8. Waktu yang dibutuhkan melipat 20 baju secara Otomatis 05 Menit 29 Detik

Hasil diatas didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 baju secara menggunakan alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* yaitu 05 menit 29 detik. Dengan demikian rata rata waktu yang dibutuhkan untuk melipat baju perhelai yaitu 16,4 detik hasil ini didapatkan dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu rata-rata} \\ = \frac{\text{Waktu Yang dibutuhkan (Detik)}}{\text{Jumlah Baju}} \quad (2) \\ = \frac{329}{20} = 16,4 \text{ Detik/Helai} \end{aligned}$$

Tabel 3. Data Perbandingan Waktu

Jumlah Pakaian yang di Lipat	Waktu Pelipat Manual	Waktu Pelipat dengan Alat	Selisih Waktu	Presentase Selisih Waktu
1 Helai	27,5	16,4	11,1	40,3 %
20 Helai	550,4	329,3	221,1	40,1 %

$$\begin{aligned} \text{Presentase Selisih Waktu} \\ = \frac{\text{Selisih Waktu}}{\text{Waktu Pelipat manual}} \times 100\% & \quad (3) \\ = \frac{11,1}{27,5} \times 100\% &= 40,3\% \end{aligned}$$

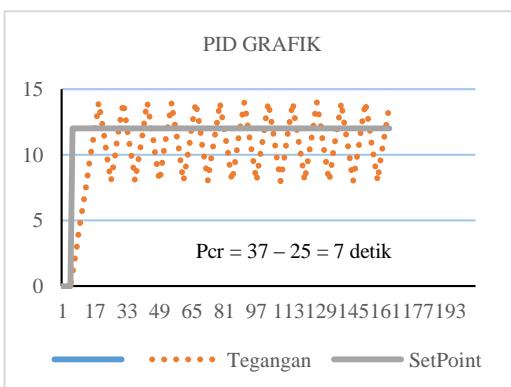
$$\begin{aligned} \text{Presentase Selisih Waktu} \\ = \frac{\text{Selisih Waktu}}{\text{Waktu Pelipat manual}} \times 100\% & \quad (4) \\ = \frac{221,1}{550,4} \times 100\% &= 40,1\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 2. selisih waktu antara kegiatan melipat baju secara manual dengan menggunakan alat yaitu sebesar 40%. Selain menghemat waktu dalam hal melipat baju tenaga yang dikeluarkan juga sangat sedikit dibandingkan melipat secara manual yang relative membutuhkan tenaga, dan juga konsentrasi yang tinggi agar bisa menghasilkan hasil lipatan yang sama.

Pengujian Tuning PID

Untuk menentukan konstanta PID pada kecepatan motor dilakukan dengan cara memberikan nilai konstanta proporsional terlebih dahulu yang dinaikkan secara bertahap hingga mengalami osilasi

terus menerus secara teratur seperti terlihat pada gambar 9. berikut ini.



Gambar 9. Grafik Osilasi PID

Dalam percobaan ini plant mengalami osilasi ketika $K_p = 20$. Sehingga $K_{cr} = 20$. Lalu masukkan pada rumus kontroler PID sesuai pada Tabel 2.1 yang ada di landasan teori. Sehingga konstanta PID nya ialah sebagai berikut.

$$K_p = 0,6 \times K_{cr} = 0,6 \times 20 = 12$$

$$K_i = 0,5 \times P_{cr} = 0,5 \times 7 = 3,5$$

$$K_d = 0,125 \times P_{cr} = 0,125 \times 7 = 0,8$$

Tuning PID pada alat berfungsi untuk membuat pergerakan alat lebih stabil dan kecepatan motor sesuai setting kecepatan yang di inginkan adapun data kecepatan dan PWM motor untuk setting PID dengan nilai KP, KI, dan KD dengan set kecepatan = 100 RPM, sebagai berikut:

Tabel 4. Data Pengujian PID

KP	KI	KD	RPM	Persentase error
0.15	0.08	0.03	127	21.2 %
0.12	0.06	0.02	113	11.5 %
1.00	0.10	0.50	103	2.9 %
0.2	0.05	0.04	120	16.6 %
0.21	0.07	0.05	115	13%
0.22	0.08	0.04	124	19,3%
6.0	3,05	0.80	105	4,7%
0.3	0.05	0.06	106	5,6%
5.00	1.00	2.50	102	1,9%

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh nilai Kp ki kd yang memiliki presentase eror sedikit adalah 2.9 % dan 1,9 %. Dari sini

dapat diambil nilai kp ki kd untuk baju tipis dengan menggunakan nilai kp ki kd terendah dan untuk baju tebal digunakan

nilai kp ki kd tertinggi. Sehingga respon motor menuju setpoint tercapai dengan baik. Berikut nilai kp ki kd terendah Kp = 1, ki = 0.1, kd = 0.5 dan nilai kp ki kd tertinggi Kp = 5, ki = 1, kd = 2.5.

berjalan sesuai dengan perintah. Setpoint untuk papan pelipat baju ini sebesar 39 cm dari jarak ultrasonik terhadap papan penumpuk baju. Alat akan melipat baju hingga papan penumpuk baju penuh. Berikut data hasil pengujian

Pengujian secara keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mendekripsi seberapa akurat alat ini akan

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan

Baju ke-	Baju Turun	Setpoint Ultrasonik cm	Kesalahan (cm)	Presentase Keberhasilan
1	2	3	4	5
1	Tidak	39 cm	0	100 %
2	Tidak	39 cm	0	100 %
3	Ya	40 cm	0	100 %
4	Tidak	40 cm	1	97,5%
5	Tidak	39 cm	0	100 %
6	Tidak	39 cm	0	100 %
7	Ya	40 cm	0	100 %
8	Tidak	39 cm	0	100 %
9	Tidak	39 cm	0	100 %
10	Tidak	40 cm	1	97,5%
11	Tidak	41 cm	2	95,5%
12	Tidak	42 cm	3	92,3%
13	Tidak	43 cm	4	89,7%
14	Ya	45 cm	0	100 %
15	Tidak	39 cm	0	100 %
16	Tidak	39 cm	0	100 %
17	Ya	41 cm	0	100 %
18	Ya	41 cm	0	100 %
19	Tidak	39 cm	0	100 %
20	Tidak	39 cm	0	100 %
21	Tidak	39 cm	0	100 %
22	Ya	42 cm	0	100 %
23	Tidak	39 cm	0	100 %
24	Ya	40 cm	0	100 %
25	Tidak	39 cm	0	100 %
26	Ya	41 cm	0	100 %
27	Ya	40 cm	0	100 %
28	Ya	40 cm	0	100 %
29	Tidak	39 cm	0	100 %

1	2	3	4	5
30	Ya	40 cm	0	100 %
31	Tidak	39 cm	0	100 %
32	Tidak	39 cm	0	100 %
33	Ya	41 cm	0	100 %
Rata – rata		0,33		99%

Pada Tabel 5. merupakan hasil pengujian keseluruhan dari alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* Berbasis PID. Pada pengujian ini terdapat beberapa kesalahan alat dalam membaca jarak yang telah disesuaikan dengan besaran Setpoint yang sudah diinputkan. Inputan alat ini berupa pushbutton yang berfungsi untuk menghasilkan outputan berupa motor servo dan motor DC. Sedangkan yang berfungsi sebagai umpan balik yaitu sensor ultrasonic.

Ketika jarak ultrasonic bertambah dari setpoint yang ditentukan maka motor DC akan ON dan menurunkan papan pelipat sehingga jarak papan pelipat dengan ultrasonic sesuai dengan jarak atau setpoint yang telah ditentukan. Namun pada pengujian kali ini terdapat error sebanyak 5 kali dari total 33 percobaan melipat baju hingga penuh dimana motor DC tidak bergerak turun menyesuaikan nilai setpoint yang telah ditentukan. Sehingga diperoleh rata rata keberhasilan alat ini 99%. Hal ini dipengaruhi oleh sensor ultrasonic yang tidak mendapatkan pantulan secara sempurna. Permukaan baju dominan tidak datar dibandingkan dengan benda benda yang keras sehingga terjadi kesalahan pembacaan sensor

III. SIMPULAN

1. Implementasi metode PID pada *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* untuk menggerakkan motor DC secara Stabil dengan $K_p = 1$, $k_i = 0.1$, $k_d = 0.5$ untuk ukuran baju tipis dan $K_p = 5$, $k_i = 1$, $k_d = 2.5$ untuk ukuran baju tebal.

2. Waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus proses pelipatan pada *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* adalah 16,4 detik termasuk waktu handling pakaian.
3. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, teknologi otomasi dapat diaplikasikan pada T-Shirt Folding Machine dengan menggunakan motor Servo sebagai aktuator pada *flip folder*. Motor DC sebagai actuator pada naik turun penumpukan baju.

IV. RUJUKAN

- [1] M. Fatoni, “Terapsi, Alat Bantu Pelipat Baju ala Mahasiswa FK UGM,” *TRIBUNJOGJA.COM*, 2012. [Online]. Available: <https://jogja.tribunnews.com/2012/07/24/terapsi-alat-bantu-pelipat-baju-ala-mahasiswa-fk-ugm>. [Accessed: 04-Sep-2019].
- [2] Ika, “Melipat Baju Cukup Sekali Pencet Dengan Pasebos,” *ugm.ac.id*, 2015. [Online]. Available: <https://ugm.ac.id/berita/10068-melipat-baju-cukup-sekali-pencet-dengan-pasebos>. [Accessed: 04-Sep-2019].
- [3] Sumberpengertian.id, “Pengertian T-Shirt atau Kaus Oblong !,” 2017. [Online]. Available: <https://www.sumberpengertian.id/pengertian-t-shirt>. [Accessed: 08-Mar-2020].
- [4] I. Setiawan, *Kontrol PID Untuk Proses Industri*. 2008.
- [5] M. Srivastava, *Control Systems*. New

- Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2009. [8]
- [6] Adityan, "Sistem Pengaturan Posisi Sudut Putar Motor DC Pada Model Rotary Parking Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Penelit.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–7, 2013.
- [7] W. Tambudi and J. Pelawi, "Simulasi Folding Machine Dengan PID , P , Pi , Pd Dan Fuzzy – Pd (Proportional Differential)," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. June 2015, pp. 2–10, 2016.
- [8] E. S. Bukardi and W. S. Tambudi, "Perancangan Dan Pembuatan *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* Menggunakan Metode Fuzzy Proportional Derivative (FPD)," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–44, 2015.
- [9] M. Ali, I. Umami, and H. Sopian, "Particle Swarm Optimization (PSO) Sebagai Tuning PID Kontroler Untuk Kecepatan Motor DC," *Intake J. Penelit. Ilmu Tek. Dan Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 10–20, 2016.

Pengukuran Arus dan Tegangan pada Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Berdasarkan Debit dan Kecepatan Air

**Bayu Dwi Prabowo¹, Ahmad Faidil¹, Nur Rani Alham¹,
Ira Riyana Sari Siregar¹, Muhammad Jurdun NA¹**

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mulawarman
bayudpratama74@gmail.com

Received: Maret 2020; Accepted: Mei 2020; Published: Juli 2020
DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1.55>

Abstrak

Kebutuhan energi dari tahun ke tahun mengalami peningkatan dan bahan bakar yang menipis. Negara Indonesia harus memiliki cara untuk mengatasi persediaan energi tersebut. Energi Baru dan Terbarukan (EBT) diharapkan dapat menangani kurangnya persediaan bahan bakar energi dan tidak bergantung dengan energi fosil. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH) adalah contoh simulasi dari Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dalam skala kecil. Dengan memanfaatkan debit air jatuh untuk memutar turbin dan menggerakkan generator untuk membangkitkan energi listrik. Untuk itu penelitian ini bertujuan sebagai simulasi dari PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro) yang sebenarnya. Dengan menggunakan perbandingan 2 botol yang memiliki saluran berbeda untuk melakukan perbandingan arus dan tegangan yang dihasilkan. Prototipe PLTMH yang digunakan dapat menghasilkan output tanpa beban sebesar 0,029 watt dan 0,0596 watt. Prototipe PLTMH ini juga menghasilkan efisiensi tanpa beban sebesar 18,02% dan 18,48%. Dari uji tersebut diambil kesimpulan bahwa debit, kecepatan dan tekanan air mempengaruhi arus dan tegangan pada sebuah turbin atau pembangkit. Semakin besar debit, kecepatan dan tekanan air maka semakin besar juga energi yang dapat dihasilkan.

Kata kunci: PLTMH, Pembangkit, EBT

Abstract

Energy demand from year to year has increased and fuel is running low. The Indonesian state must have a way to overcome the energy supply. New and Renewable Energy (EBT) is expected to be able to handle the lack of energy fuel supply and not depend on fossil energy. Prototype of Micro Hydro Power Plant (PLTMH) is a simulation example of New and Renewable Energy (EBT) on a small scale. By utilizing the falling water discharge to turn the turbine and move the generator to generate electricity. For this reason, this study aims to simulate the actual Micro Hydro Power Plant. By using a ratio of 2 bottles that have different channels to make comparisons of current and voltage produced. PLTMH prototype used can produce no-load outputs of 0.029 watts and 0.0596 watts. This PLTMH prototype also produces no-load efficiency of 18.02% and 18.48%. From this test, it can be concluded that the flowrate, velocity an pressure of water affect the current and voltage in a turbine or generator. The greater the discharge, speed and water pressure, the greater the energy that can be produced.

Key words: PLTMH, generator, EBT

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan suatu kebutuhan utama dalam melakukan aktivitas sehari – hari. Energi yang digunakan sebagian besar masih menggunakan energi yang tidak dapat di perbarui. Oleh karena itu, di tengah perkembangan teknologi sekarang manusia lebih berfikir kreatif dan inovatif dalam mengatasi permasalahan tersebut.

Ketergantungan pembangkit listrik terhadap sumber energi seperti minyak solar, gas alam dan batu bara yang hampir mencapai 75%, mendorong manusia untuk mengembangkan energi baru sebagai upaya untuk memenuhi pasokan listrik dengan menggunakan Energi Baru dan Terbarukan (EBT), seperti tenaga surya, angin, air, biomassa, sampah, geothermal dan mikrohydro [1]. Saat ini pengembangan EBT mengacu pada Perpres No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Dalam perpres tersebut disebutkan bahwa kontribusi EBT dalam bauran energi primer nasional pada tahun 2025 adalah sebesar 17%. Mikrohydro menjadi salah satu energi alternatif mengantikan bahan bakar yang berasal dari fosil [2].

PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro) adalah pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air dengan skala kecil sebagai penggeraknya. Tenaga mikrohydro dapat dibangkitkan dengan skala daya 5 KW – 50 KW [3]. Dengan menggunakan kecepatan dan tekanan air sebagai penggerak turbin air dan generator hingga menghasilkan listrik. Dengan adanya PLTMH di Indonesia dapat mengurangi dan meminimalkan penggunaan energi tak terbarukan yang ada di Indonesia [4].

Untuk itu dengan adanya *prototype* Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro (PLTMH) sebagai simulasi dari PLTMH yang sebenarnya. Sehingga kita dapat mengetahui dan memprediksi apakah

penggunaan PLTMH dapat menjadi solusi untuk mengatasi kekurangan energi saat ini atau tidak. Pengukuran ini dilakukan untuk melihat efisiensi pada prototipe PLTMH agar terlihat potensial daya yang dapat dibangkitkan. Pengukuran terkontrol bertujuan untuk melihat daya yang dihasilkan oleh prototype PLTMH dari waktu ke waktu.

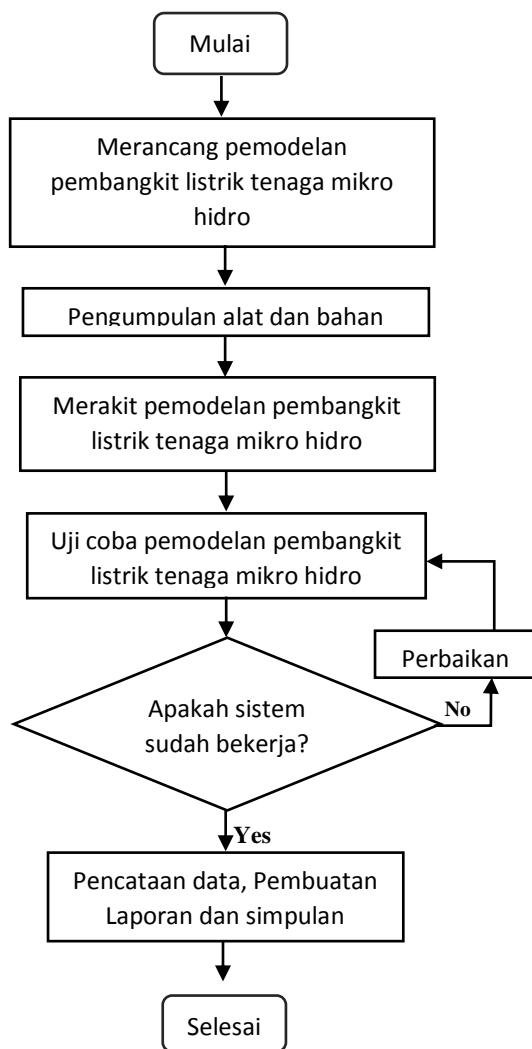
II. METODE PENELITIAN

Teknologi Rancangan

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro (PLTMH) adalah suatu pembangkit listrik berskala kecil dengan memanfaatkan tenaga air sebagai penggeraknya. Komponen utama untuk PLTMH yaitu air, turbin dan generator. PLTMH menghasilkan daya kurang dari 1 MW dan dibangun berdasarkan kenyataan bahwa air yang jatuh dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*) sedangkan tinggi jatuh air atau *head*. PLTMH juga dikenal sebagai *white resources* atau bisa dikatakan sebagai energi putih. Jika ditinjau berdasarkan output daya pembangkit listrik tenaga mikrohydro mampu menghasilkan daya dalam rentang 5 – 100 kW yang berfungsi sebagai pemasok daya listrik yang berjumlah sedikit [5].

Prinsip kerja PLTMH yang akan kami gunakan adalah memanfaatkan jumlah debit air dan kecepatan air yang ada pada air jatuh. Air yang mengalir melalui *intake* atau saluran air akan jatuh hingga memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Turbin air akan memutar generator dan menghasilkan energi listrik.

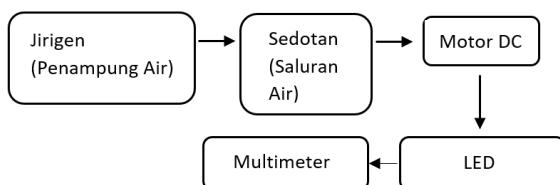
Sistem yang dirancang menggunakan sistem kontrol manual yaitu dengan menggunakan multimeter digital sebagai alat ukurnya dan LED sebagai beban untuk penanda apakah Turbin dan Motor DC bekerja. Untuk wadah penampung air dipasang dengan ketinggian tertentu dan memakai 2 saluran. 2 saluran ini menjadi perbandingan debit dan kecepatan air. Untuk melakukan sebuah pengukuran kami memakai komponen multimeter digital. Multimeter dipasang dengan beberapa waktu hingga air pada penampung habis.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

A. Merancang Pemodelan PLTMH

Perancangan pada pemodelan PLTMH ini meliputi perancangan sistem PLTMH dan perancangan Turbin yang digunakan. Perancangan sistem PLTMH antara lain: Wadah penampung air, ketinggian jatuh air 0,7 meter dan wadah pemasok air dengan volume 10 L. Perancangan kincir meliputi: Panjang kincir dibuat menyesuaikan, lebar kincir menyesuaikan, sudu kincir berbentuk lebar yang dipasang langsung pada Motor DC (Generator) yang digunakan dan berjumlah sudu 4.



Gambar 2. Blok Diagram Prototype PLTMH

B. Alat Dan Bahan

Komponen utama yang diperlukan :

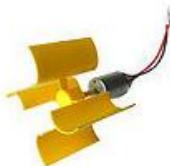
1. Multimeter Digital



Dengan Spesifikasi :

- Proteksi kelebihan kapasitas ukur
- Layar digital LCD 3.5 digit
- indikasi baterai lemah

2. Motor DC



Dengan Spesifikasi :

- Rated Speed : 100-6000 rev/min

- Output Current : 0,01 – 100 mA
- Output Voltage DC : 0,01 V – 5,5 V
- Blade Aperture : 1,95 mm/ 0,077°
- Blade Diameter : 100mm/3,94°(After Assembling)
- Motor shaft leght : 13,5mm/0,53°
- Motor shaft diameter : 2 mm/0,079°
- Motor height : 34,2mm / 1,35°
- Motor diameter : 24,5 mm/0,96°

3. Sedotan (Sebagai saluran air)



Dengan spesifikasi :

- Diameter : 0,5 cm
- Jari-jari : 0,25 cm

4. Jirigen (Sebagai Penampung air)



Dengan spesifikasi :

- Volume 10 Liter

5. LED



Dengan Spesifikasi:

- Tegangan : 1,6 V

C. Merakit Desain Pemodelan PLTMH

Desain pemodelan PLTMH meliputi: Turbin dengan penopangnya, wadah penampung air, saluran air berupa sedotan, Motor DC, lampu LED dapat sebagai beban, Multimeter sebagai alat ukur arus dan tegangan.

D. Mengamati dan Mencatat Hasil Pengamatan

Mengamati apakah sistem dapat berjalan dan sesuai yang diharapkan. Setelah sesuai yang diharapkan selanjutnya diamati dan dilihat hasil pengukuran arus dan tegangan oleh multimeter digital. Jika telah berjalan secara konstan catat yang dihasilkan oleh multimeter.

Persamaan rumusnya dapat dijabarkan seperti ini :

Energi yang dapat dibangkitkan Prototipe Pada 1 Saluran Air PLTMH :

$$\begin{aligned} P &= Q \times g \times \rho \times H \\ &= 1000 \times 9,8 \times 0,7 \times (0,024 \times 10^{-3}) \\ &= 0,16464 \text{ Watt} \end{aligned} \quad (1)$$

P = Daya (Watt)

Q = Debit Air (m^3/s)

g = Percepatan Gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

ρ = Massa jenis air (1000 Kg/m^3)

H = Ketinggian Efektif (m)

Energi yang dapat dibangkitkan Prototipe Pada 2 Saluran Air PLTMH :

$$\begin{aligned} P &= \rho \times g \times H \times Q \\ &= 1000 \times 9,8 \times 0,7 \times (0,047 \times 10^{-3}) \\ &= 0,32242 \text{ Watt} \end{aligned} \quad (2)$$

P = Daya (Watt)

Q = Debit Air (m^3/s)

g = Percepatan Gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

ρ = Massa jenis air (1000 Kg/m^3)

H = Ketinggian Efektif (m)

Energi yang dapat dibangkitkan untuk menghidupkan Lampu LED :

$$P = V \times I \quad (3)$$

$$P = 1,6 \text{ V} \times 0,01 \text{ A}$$

$$P = 0,016 \text{ Watt}$$

Perhitungan Daya :

$$P = V \times I \quad (4)$$

Diketahui :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = arus (Ampere)

2,05 V dan arus sebesar 0,01 A. Rata-rata tegangan pada hasil pengukuran 1 lubang saluran sebesar 2,283 V dan rata-rata arus sebesar 0,013 Ampere.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pada 1 lubang saluran tanpa beban

No.	Menit ke-	Tegangan (V)	Arus (A)
1	1	2,425	0,02
2	2	2,355	0,02
3	3	2,32	0,01
4	4	2,30	0,01
5	5	2,25	0,01
6	6	2,05	0,01
Rata – Rata		2,283	0,013

Pada percobaan kedua kami menggunakan 2 lubang saluran untuk aliran air sehingga, kami dapat membandingkan antara Tabel 1 dan Tabel 2. Pada Tabel 2 kami mendapatkan percobaan pada waktu sekitar 3 menit. Pada menit ke- 1 di dapatkan tegangan sebesar 3,14 V dan arus sebesar 0,02 A. Pada menit ke-2 di dapatkan tegangan sebesar 2,975 V dan arus sebesar 0,02 A. Pada menit ke-3 di dapatkan tegangan sebesar 2,98 V dan arus sebesar 0,02 A. Rata-rata untuk tegangan pada 2 lubang saluran sebesar 2,98 V dan arus sebesar 0,02 A.

Tabel 2. Hasil pengukuran pada 2 lubang saluran tanpa beban

No.	Menit Ke-	Tegangan (V)	Arus (A)
1	1	3,14	0,02
2	2	2,975	0,02
3	3	2,825	0,02
Rata – Rata		2,98	0,02

Dari data didapat sejumlah perbedaan debit dan kecepatan air yang dihasilkan karena saluran air yang dipakai juga

berbeda dimana debit air pada saluran pertama jauh lebih kecil dibanding saluran air kedua. Kecepatan air pada saluran pertama lebih besar dibanding saluran kedua. Kemudian didapatkan nilai efisiensi saluran pertama yaitu 18,02% dan pada 2 saluran didapatkan nilai efisiensi 18,48%. Nilai efisiensi yang didapatkan tidak jauh berbeda antara 1 saluran dan 2 saluran.

Nilai daya bernilai kecil pada prototype disebabkan karena debit dan tekanan air yang kecil sehingga putaran turbin tidak sempurna. Sehingga didapatkan nilai output atau keluaran yang kecil dan tidak sesuai dengan rancangan. Percobaan yang dilakukan ini dapat dianalisis berdasarkan debit dan tekanan air yang dihasilkan. Jika debit air dengan tekanan yang besar maka memungkinkan untuk membangkitkan daya yang besar.

B. Analisis Energi Dari Perbedaan Saluran Dan Debit Air Dengan Beban

Pada Tabel 3. Hasil pengukuran pada 1 lubang saluran air dengan beban didapatkan waktu sekitar 6 menit. Pada menit ke 1, didapatkan hasil tegangan sebesar 1,87 V dan arus sebesar 0,01 A. Pada menit ke 2, di dapatkan hasil tegangan sebesar 1,87 V dan arus sebesar 0,01 A. Pada menit ke 3 didapatkan hasil tegangan sebesar 1,87 V dan arus sebesar 0,01 A. Pada menit ke 4, didapatkan hasil tegangan sebesar 1,865 V dan arus sebesar 0,01 A. Pada menit ke 5, didapatkan hasil tegangan sebesar 1,825 V dan arus sebesar 0,01 A. Pada menit ke 6, didapatkan hasil tegangan sebesar 1,78 V dan arus sebesar 0,01 A. Dengan rata-rata tegangan pada pengukuran 1 lubang saluran dengan beban sebesar 1,846 V dan rata-rata arus sebesar 0,01 Ampere.

Tabel 3. Hasil Pengukuran pada 1 saluran dengan beban

No.	Menit ke-	Tegangan (V)	Arus (A)
1	1	1,87	0,01
2	2	1,87	0,01
3	3	1,87	0,01
4	4	1,865	0,01
5	5	1,825	0,01
6	6	1,78	0,01
Rata – rata		1,846	0,01

Pada percobaan kedua kami menggunakan 2 lubang saluran untuk aliran air dengan beban sehingga, kami dapat membandingkan antara Tabel 3 dan Tabel 4. Pada Tabel 4 kami mendapatkan percobaan pada waktu sekitar 3 menit. Pada menit ke-1 di dapatkan tegangan sebesar 1,92 V dan arus sebesar 0,01 A. Pada menit ke- 2 di dapatkan tegangan sebesar 1,92 V dan arus sebesar 0,01 A. Pada menit ke- 3 di dapatkan tegangan sebesar 1,85 V dan arus sebesar 0,01 A. Dengan rata-rata tegangan pada 2 lubang saluran sebesar 1,896 V dan arus sebesar 0,01 A.

Tabel 4. Hasil Pengukuran pada 2 saluran dengan beban

No.	Menit ke-	Tegangan (V)	Arus (A)
1	1	1,92	0,01
2	2	1,92	0,01
3	3	1,85	0,01
Rata – rata		1,896	0,01

Pada percobaan dengan menggunakan beban dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan pada 1 saluran dan 2 saluran adalah 0,01846 watt dan 0,0189 watt dengan nilai daya demikian maka daya dari prototipe tersebut telah dapat menghidupkan sebuah lampu berdaya 0,016 watt sehingga lampu dapat dikatakan menyala dengan baik. Dari sini dapat dikatakan juga bahwa prototipe ini sudah dapat berjalan

dengan baik dan dapat diaplikasikan pada skala yang lebih besar.

Untuk itu potensi untuk PLTMH haruslah memiliki debit air dan tekanan yang besar sehingga dapat memutar turbin secara sempurna. Untuk PLTMH yang diambil dari suatu ketinggian harus memperhitungkan ketinggian air karena semakin tinggi air yang jatuh maka tekanan airnya akan semakin besar.

IV. SIMPULAN

- Kesimpulannya dari percobaan ini adalah
1. Debit, kecepatan dan tekanan air mempengaruhi arus dan tegangan pada sebuah turbin atau pembangkit. Tetapi yang paling mempengaruhi adalah debit air dan tekanan air yang jatuh untuk pemutaran sebuah turbin dari suatu ketinggian.
 2. Efisiensi dari prototipe PLTMH dari 1 saluran dan 2 saluran adalah 18,02% dan 18,48% sehingga dengan efisiensi tersebut belum dapat berpotensi untuk menggunakan PLTMH dengan menggunakan tinggi dan debit air yang kecil dalam skala besar. Sehingga perlu debit dan tekanan air yang besar agar dapat diaplikasikan dalam skala besar.
 3. PLTMH dapat dijadikan sebagai salah satu Energi Baru Terbarukan di Indonesia karena berpotensi diterapkan di wilayah-wilayah yang memiliki debit dan tekanan air yang besar. Harapannya dengan prototipe ini dapat menjadi alat atau simulasi untuk memulai sebuah projek Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH) berskala besar agar dapat digunakan sebagai sumber Energi Baru Terbarukan di Indonesia.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pengukuran Arus dan Tegangan pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro (PLTMH) Berdasarkan Debit dan Kecepatan Air mengucapkan terima kasih kepada semua pihak dan rujukan-referensi tulisan ilmiah yang telah membantu dan memberikan saran dalam membuat prototipe ini guna sebagai simulasi untuk Energi Baru Terbarukan sehingga simulasi prototipe ini dapat dituangkan dalam bentuk tulisan dan diinformasikan dalam bentuk jurnal.

V. RUJUKAN

- [1] U.R.H. Jawadz, H. Prasetijo, dan W. H. Purnomo, “Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Aliran Sungai Desa Kejawar Banyumas”, *Dinamika Rekayasa*. 15(1): 11-24, 2019.
- [2] A. Bahri, “Merancang dan Mengimplementasikan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Universitas Udayana”, *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. Vol :16. Hal 43- 47, 2017.
- [3] O.S. Pratama, A. Sukandi, dan P.M. Santika, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro (PLTMH) di Desa Makati Gunung Salak Kabupaten Bogor Jawa Barat. *Jurnal Teknik Mesin*. 1(2): 46-53, 2017.
- [4] Jumadi, F. Amir, “Perencanaan dan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro Jenis Crossflow”, *Jurnal Polimesin*. 15(1): 30-32, 2017.
- [5] W. Hayam, A. Daud, M.B.A Amin, “Kajian Teknis dan Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohydro (PLTMH) di Sungai Lematang Kota Pagar Alam”, 4(1) : 34, 2015.

Rancang Bangun Alat Pengontrol Kelembaban Udara Pada Budidaya Jamur Menggunakan *Arduino Uno* dan *Ultrasonic Mist Maker*

Dwi Iswahyudi¹, Izza Anshory¹, Jamaaluddin¹

¹⁾Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
email: jamaaluddin@umsida.ac.id

Received: Maret 2020; Accepted: Mei 2020; Published: Juli 2020
DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1.46>

Abstrak

Jamur tiram adalah salah satu jenis sayuran dengan gizi yang baik. Sebagian masyarakat Indonesia sudah mengkonsumsi jamur dari dulu, dari jamur tiram, jamur merang, jamur payung, atau jenis jamur yang lainnya. Dikarenakan akhir-akhir ini minat masyarakat terhadap konsumsi jamur meningkat, menjadikan banyak orang yang mencoba untuk menekuni bisnis budidaya jamur. Untuk mendapatkan panen dari budidaya secara maksimal, dibutuhkan semacam alat yang bisa mengetahui dan mengontrol suhu beserta kelembaban udaranya secara teliti, dan presisi. Pada pembuatan alat ini, peneliti akan menggunakan sensor DHT11 sebagai sensor kelembaban untuk inputan data yang akan diproses di mikrokontroller arduino. Semoga alat pengontrol kelembaban udara ini bermanfaat bagi pelaku budidaya jamur dan yang lain, serta tidak menutup kemungkinan akan dilakukan pengembangan lebih nantinya oleh penulis maupun pihak lain.

Kata kunci : Kelembaban, Hygrometer, Ultrasonik Mist Maker, Arduino Uno

Abstract

Tiram mushroom is one kind of vegetables with good nutrition. Some Indonesian people already consume mushrooms from the first, from tiram mushrooms, merang mushrooms, and payung mushrooms or other types of mushrooms. Due to the recent interest of the community to the consumption of mushrooms increased, making many people who try to pursue mushroom cultivation business. To get the harvest from the cultivation to the maximum, in need of a kind of tool that can know and control the temperature and humidity of the air thoroughly, and precision. In making this tool, researchers will use the DHT11 sensor as a humidity sensor for data input to be processed in arduino microcontroller. Hopefully this air humidity control device is useful for mushroom cultivators and others, and does not close the possibility will be done more later by the authors and others.

Keywords: Humidity, Hygrometer, Ultrasonic Mist Maker, Arduino Uno, DHT11

I. PENDAHULUAN

Jamur adalah salah satu jenis sayuran yang trennya sedang menanjak beberapa tahun terakhir di Indonesia. Selain digunakan untuk sayuran, jamur ini juga bisa digunakan sebagai obat[1][2][3]. Salah satu jenis jamur yang sudah umum dibudidayakan adalah jenis jamur Tiram. Dengan suhu tumbuh yang baik diantara 25-30 derajat celcius dan kelembaban antar 80-85%, jenis sayuran ini sangat cocok di budidayakan di berbagai wilayah Indonesia. Selain tingkat suhu dan kelembaban, hal lain yang perlu diperhatikan adalah teknik budidaya dan lokasi[4][5]. Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan mempengaruhi proses pembudayaan ini[6][7]. Disamping itu pelaksanaan sistem instalasi yang baik juga mempengaruhi proses pembudayaan semisal dengan pengaturan koneksi perangkat dan sistem grounding yang baik[8][9][10].

Permintaan pasar, baik dalam maupun luar negeri terhadap jamur tiram terus meningkat. Jamur ini memiliki tekstur yang lembut dan kenyal seperti daging ayam, berkalori rendah, harganya murah meriah dan bisa dimasak dengan berbagai macam olahan seperti tumis, capcay dan jamur crispy[11][12]. Tak heran jamur tiram ini begitu diincar banyak orang, karena itulah petani jamur harus menguasai seluk-beluk merawat jamur tiram agar memperoleh hasil panen yang optimal, baik kualitas maupun kuantitasnya. Dalam pembudayaan jamur tiram ini banyak hal yang perlu diketahui, salah satunya adalah aspek kelembaban udara.

Selama ini petani sebagai pelaku budidaya jamur masih menggunakan cara konvensional. Yaitu, tanpa ada rekayasa tingkat kelembaban. Mereka masih menggunakan pengaturan kelembaban tanpa alat, sehingga tidak bisa mengontrol berapa kelembaban yang mereka gunakan pada kumbung budidaya. Seringkali karena cuaca yang tidak menentu, menyebabkan banyak petani yang mengalami rugi karena

hasil panen yang tidak maksimal.

II. METODE PENELITIAN

Teori-teori terkait penelitian dan perancangan system kontrol kelembaban udara menggunakan arduino uno dan mist maker ini sebagai berikut:

2.1 Jamur Tiram

Jamur Tiram atau *Oyster Mushroom* merupakan jamur perombak kayu. Jamur ini dapat tumbuh pada serbuk gergaji, jerami padi, sekam, limbah kapas, limbah daun teh, klobot jagung, ampas tebu, limbah kertas dan lain sebagainya[12]. Jamur Tiram (*Pleurotus sp*) termasuk *Basidiomycetes* kelompok *white rot fungi*. Dengan suhu tumbuh yang baik diantara 25-30 derajat celcius dan kelembaban antar 80-85%.



Gambar 1. Bentuk Jamur Tiram

2.2 Kelembaban

Udara di dalam lingkungan yang normal selalu menjaga kelembaban. Banyaknya molekul air di udara pada kenyataannya dapat berubah-ubah, kondisi yang dirasakan bisa terjadi seperti di suatu padang pasir atau didaerah tropis dengan tingkat kelembaban yang tinggi. Sehingga secara matematis kelembaban relatif (RH) didefinisikan sebagai perbandingan antara tekanan uap air parsial dengan tekanan uap air jenuh[13]. Untuk mendapatkan besar-

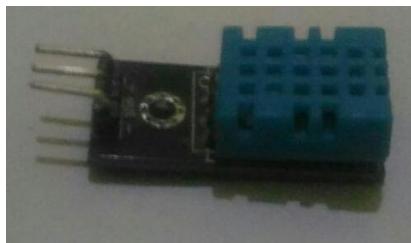
nya berupa persen maka perbandingan tadi dikali 100%

$$RH(\%) = \frac{P_{uap\ air\ parsial}}{P_{saturasi}} \times 100\%$$

Jika temperatur berubah maka tingkat kejemuhan tekanan uap air akan berubah. Sehingga nilai kelembaban relatif juga dipengaruhi oleh tekanan parsial uap air, maka apabila tekanan bertambah akan terjadi kenaikan kelembaban relatif. Semakin tinggi nilai RH maka semakin tinggi terjadinya pengembunan. 100% RH berarti bahwa penambahan titik-titik air di udara akan langsung mengembun. Berarti 50% RH adalah suatu keadaan yang menunjukkan bahwa udara terisi setengah dari kapasitas maksimum air yang bisa ditampung di udara.

2.3 Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur/mendeteksi suhu dan kelembaban udara di suatu ruangan. Terdiri dari elemen polimer kapasitif yang terdapat memori kalibrasi digunakan untuk koefisien kalibrasi hasil pengukuran kisaran 20-90% RH dan 0-50°C. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat[14][4]. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka module ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. dengan memanfaatkan radiasi gelombang inframerah



Gambar 2. Sensor DHT11

2.4 Arduino Uno

Arduino adalah platform yang bersifat *open source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Memakai prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino juga menyederhanakan proses kerja dengan mikrokontroler dan beberapa kelebihannya yaitu tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani upload program dari komputer [15][16]. Pada Arduino Uno digunakan mikrokontroler berbasis ATmega 328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.



Gambar 3. Arduino Uno

2.5 Ultrasonik Mist Maker

Ultrasonik *mist maker* merupakan modul yang berfungsi untuk menghasilkan uap air atau kabut. Mist Maker memanfaatkan osilasi listrik pada frekuensi ultrasonik. keramik perubahan osilasi listrik menjadi osilasi mekanik, yang menciptakan kabut dan semprotan air. mister akan dimatikan secara otomatis jika air terlalu rendah. 1-1 / 2 "sampai 2" air adalah kedadaman operasi yang ideal, meskipun akan bekerja pada sampai dengan 4 "air. *Fogger ultrasonically* akan menguap sekitar 1 liter air di 4 sampai 5 jam. Untuk penggunaan di dalam ruangan. Tingkat air: approx. 80ml per jam[17].

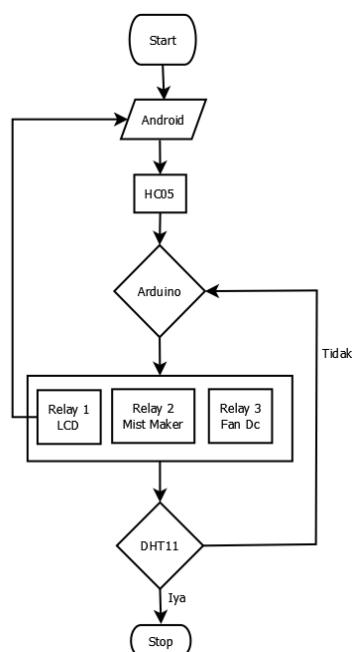


Gambar 4. Ultrasonik Mist maker

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan dan perakitan alat kontrol kelembaban pada budidaya jamur ini dilakukan di sebuah rumah yang beralamat desa Balongdowo RT 06 RW 02 Dusun Tempel Kecamatan Candi Sidoarjo. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2017 s/d bulan Juli 2017.

A. Diagram Blok

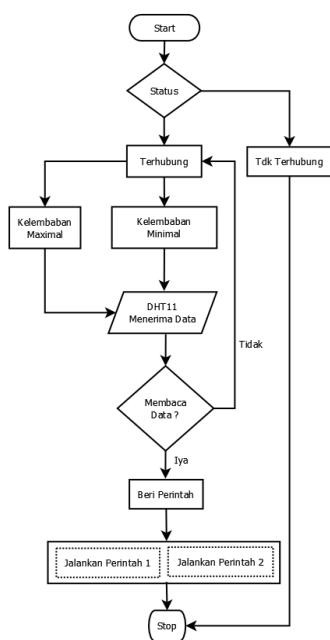


Gambar 5. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 4. merupakan diagram blok sistem pada alat pengatur kelembaban udara yang akan dirancang. Bagian-bagian pada blok gambar dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Start.
Suhu Ruangan merupakan obyek yang akan di baca kelembabannya.
2. Android
Sebagai alat input berapa nilai maksimum dan minimum kelembaban udara.
3. HC05
Penghubung pengiriman data dari android ke arduino
4. Arduino Uno
Berfungsi sebagai komponen mikrokontrollernya alat. Yang memrintah untuk mengerjakan perintah2 tertentu.
5. LCD
LCD sebagai output atau penampil dari nilai yang yang sudah diproses di arduino uno.
6. Ultrasonik Mist Maker
Sebagai actuator penghasil kabut yang bekerja setelah mendapat perintah dari arduino uno menghasilkan kabut sampai kelembaban ruangan yang diinginkan tercapai.
7. Fan Motor
Bekerja menyebarkan kabut yang dihasilkan dari ultrasonic mist maker ke seluruh ruangan hingga kelemban merata.
8. DHT11
DHT11 berfungsi sebagai sensor yang mampu membaca nilai dari data tingkat kelembaban dari objek ruangan. Data yang didapat dari sensor ini yang akan antinya dikirim ke arduino uno, ditampilkan ke LCD dan dikirim ke android melalui HC05.
9. Stop
Proses terakhir dari sistem dan akan berulang ke proses dimana DHT11 membaca data, dikirim ke arduino uno, ditampilkan ke LCD dan android. Begitu seterusnya proses ini akan bekerja selama alat mendapat supply arus dan tegangan.

B. Flowchart Sistem



Gambar 6. Flowchart Sistem

Dari gambar *flowcahart* diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Start
Langkah awal untuk menjalankan sistem alat kontrol kelembaban.
2. Status
Status pada android dan hardware terhubung atau tidak. Jika terhubung, maka operator bisa melakukan perintah-perintah yang ada pada aplikasi android.
3. Terhubung
Operator memberi perintah berupa data masukan yang akan dikirim ke arduino.
4. Membaca Data
Jika DHT11 membaca tingkat kelembaban yang mencapai batas maksimal atau minimal, maka data dari sensor akan dikirim ke arduino untuk melakukan perintah tertentu.
5. Beri Perintah
Setelah data dari hasil pengukuran sensor dikirim ke arduino, proses selanjutnya adalah arduino akan mengirim beberapa perintah tertentu kepada actuator.

6. Jalankan Perintah 1 & 2

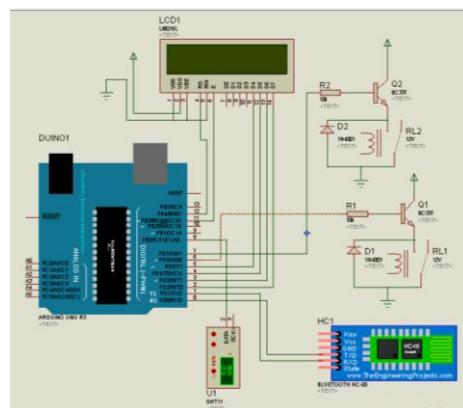
Pengakifan actuator akan berlangsung sampai nilai kelembaban yang dibaca oleh sensor dht11 mencapai batas tertentu.

7. Stop

Aktuator bekerja sampai nilai suhu yang ditentukan. Semua proses akan berhenti jika kelembaban sudah tercapai. Begitu seterusnya.

C. Pembuatan Alat

Secara umum rangkaian alat ukur ini dapat dilihat pada gambar 3.5 dimana semua modul terhubung sesuai dengan rangkaian sehingga dapat melakukan kontrol, membaca obyek alat ukur, mengolah, dan mengirim data hasil ukur ke LCD dan android serta mengaktifkan aktuator.



Gambar 7. Rangkaian Skematis Alat

Tabel 1. Konfigurasi Pin-pin Arduino Uno

Pin Arduino	Keterangan
TXD	Terhubung pin RXD HC-05
RXD	Terhubung pin TXD HC-05
+5V	VCC
Gnd	Ground
D7 (Digital)	Terhubung Ke Relay
D6 (Digital)	Terhubung Ke Relay
D8 (Digital)	Terhubung pin DHT11
SDA	Terhubung ke pin SDA I2C
SCL	Terhubung ke pin SCL I2C

Dalam bab ini dibahas tentang tahap-tahap pembuatan, pemrograman aplikasi dan pengujian alat. Tahap pembuatan alat meliputi pembuatan mekanik, pengujian perbagian sistem, dan perakitan antar komponen. Sedangkan dalam tahap programming meliputi bagaimana membuat koding aplikasi pada App inventor dan koding pada software IDE arduino.

1.1 Pengujian Perbagian Sistem

Dibawah ini adalah tabel-tabel dari hasil pengujian perbagian sistem, apakah rangkaian sudah berjalan dengan baik atau belum. Sehingga pada waktu percobaan nanti mendapatkan hasil yang akurat dan tidak ada masalah pada alat.

Pengujian Arduino Uno

Pada pengujian mikrokontroller arduino ini, peneliti melakukan pengujian sederhana yaitu menyalakan lampu led sebagai acuan apakah arduino berfungsi secara baik atau tidak. Program yang dilakukan menggunakan coding yang ada di software IDE arduino dalam menu File > Examples > Basics > Blink.

Tabel 2. Pengujian Rangkaian Arduino

Pin	Input Low	Input High	Keterangan
0	Mati	Hidup	Normal
1	Mati	Hidup	Normal
2	Mati	Hidup	Normal
3	Mati	Hidup	Normal
4	Mati	Hidup	Normal
5	Mati	Hidup	Normal
6	Mati	Hidup	Normal
7	Mati	Hidup	Normal
8	Mati	Hidup	Normal
9	Mati	Hidup	Normal
10	Mati	Hidup	Normal
11	Mati	Hidup	Normal
12	Mati	Hidup	Normal
13	Mati	Hidup	Normal

Pengujian Bluetooth

Pada pengujian komponen HC05, dibutukan *smartphone* sebagai Pengu-

bung dan power supply sebaagai supplay tegangan DC. Cara pengujinya adalah dipasang terlebih dahulu HC05 pada power supply, lalu hidupkan *smartphone* dan aktifkan menu *Bluetooth* pada *smartphone*. Setelah *Bluetooth* aktif, maka akan mencari perangkat *Bluetooth* yang lain disekitar, yaitu HC05.

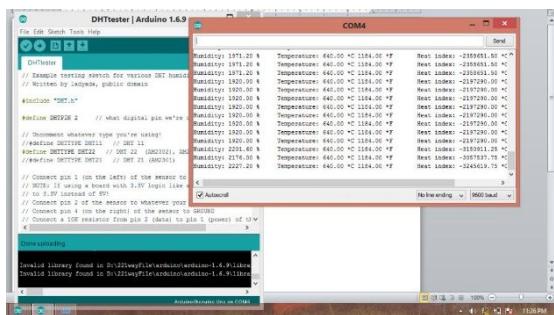
Tabel 3. Tabel Pengujian HC05

Jarak (m)	Keterangan Koneksi		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	Terhubung	Terhubung	Terhubung
7	Terhubung	Terhubung	Terhubung
13	Terhubung	Terhubung	Terhubung
18	Terhubung	Terhubung	Terhubung
21	Terhubung	Terhubung	Terhubung
22	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung
23	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung
Dst	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung	Tidak Terhubung

Dari tabel pengujian diatas, dapat disimpulkan bawa jarak jangkauan maksimal yang dapat di capai oleh bluetooth yaitu sejauh 21 meter.

Pengujian DHT11

Pengujian DHT11 sebagai sensor kelembaban dilakukan menggunakan software IDE arduino. Apakah dapat membaca kelembaban udara disekitar sensor atau tidak. Untuk pengujian ini, kita harus mendownload library dht11 terlebih dahulu. Setelah didownload, install library dengan cara klik menu sketch -> import library -> add library. Pilih file library yang sudah didownload. Lalu klik menu file -> examples -> DHT -> DHTtester.



Gambar 8. Hasil Pengujian DHT11

Pengujian Ultrasonik Mist Maker

Untuk menguji modul ultrasonik mist maker yaitu menggunakan tegangan 12 V DC karena spesifikasi modul yang tertera pada datasheet menggunakan tegangan kerja 12 VDC. Modul ultrasonik mist maker di dihubungkan dengan tegangan 12 VDC. Jika mist maker pada percobaan mengeluarkan kabut, maka modul dalam keadaan baik dan siap digunakan. Tetapi jika setelah modul mist maker diberi tegangan 12 VDC tidak mengeluarkan respon apapun, maka modul dalam keadaan tidak berfungsi dengan baik/rusak. Gambar dan kesimpulan pada pengujian modul ultrasonic *mist maker* seperti pada gambar dibawah:



Gambar 9. Hasil pengujian Ultrasonik Mist Maker

Kesimpulan dari pengujian modul ultrasonic *mist maker* dapat dilihat dari tabel hasil pengujian (Tabel 4). Dari pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa *mist maker* dalam kondisi baik karena saat dilakukan pengujian berjalan normal.

Tabel 4. Hasil Pengujian Modul ultrasonic Mist Maker

Kondisi (Tegangan 12VDC)	Output (Indicator Komponen)	Kesimpulan
12VDC	Mengeluarkan kabut	Bekerja normal
0 VDC	Tidak mengeluarkan kabut	Bekerja normal

Pemrograman Aplikasi Android

Tahap selanjutnya yaitu pembuatan aplikasi android menggunakan app inventor. Dalam tahap pembuatan aplikasi ini, peneliti menggunakan Google Chrome sebagai browser. Pembuatan aplikasi meliputi design tampilan dan pemrogramannya. Secara singkat dapat ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 10. Tampilan Aplikasi Pada Android

Perakitan

Langkah-langkah perakitan akan dijabarkan seperti dibawah berikut :

- Pemasangan Arduino Pada Miniatur Kumbang Jamur
- Pemasangan Relay ke Modul ultrasonic Mist maker dan Fan DC
- Pemasangan HC05 ke arduino
- Pemasangan sensor DHT11 ke arduino
- Pemasangan LCD 2x16 ke I2C dan arduino

Setelah dilakukan perakitan komponen satu persatu, hal yang lebih diperhatikan lagi adalah menjadikan alat ini terlihat lebih ringkas. Dan semua kabel-

kabel terhubung dengan baik. Design perakitan alat riil ditunjukkan pada Gambar 11.

Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Tahap terakhir adalah pengujian alat secara keseluruhan. Pada pengujian alat ini adapun langkah-langkah yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Siapkan alat yang telah dibuat. Letakkan pada tempat yang kering. Kondisi tempat yang lembab akan mempengaruhi kecepatan pengujian kelembaban udara dalam miniature kumbung.
2. Isikan air pada bak kecil yang berada dalam miniature kumpung. Dalam penelitian ini peneliti memberi air sebanyak 300ml.
3. Periksa terlebih dahulu rangkaian komponennya. Pastikan terlebih dahulu

aman dari short circuit. Rapat dan rapikan semua komponen pada papan control.

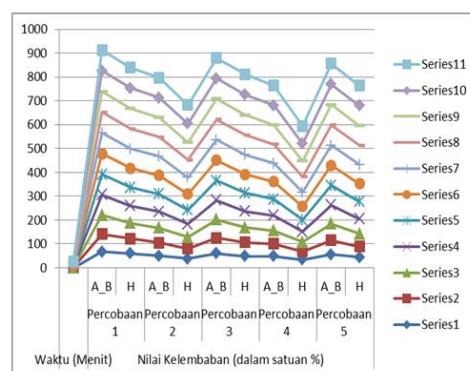
4. Beri catu daya pada sistem control. Sambungkan steker dengan sumber arus 220V.
5. Aktifkan Bluetooth pada smartphone
6. Buka aplikasi pada smartphone yang sudah terinstal aplikasi sistem kontrol kelembaban jamur yang telah dibuat
7. Pilih menu application.
8. Sambungkan bluetooth android dengan HC05 supaya alat terhubung dengan smartphone. Akan terdapat nilai kelembaban riil pada layar aplikasi.

Setelah itu klik pada tombol input data. Pilih berapa nilai maksimal dan nilai minimal settingan kita, lalu tekan back untuk kembali ke menu application.

Hasil Percobaan

Tabel 5. Hasil Pengujian Alat

Waktu (menit)	Nilai kelembaban (dalam satuan %)										Rata-rata	Standar Deviasi	Selisih	Ketelitian (%)					
	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3		Percobaan 4		Percobaan 5										
	A_B	H	A_B	H	A_B	H	A_B	H	A_B	H									
0	68	60	50	39	60	49	48	34	56	44	56,4	45,2	8,05	9,98	11,2	75,22			
0.5	73	62	55	41	66	57	52	35	59	45	61	48	8,51	11,22	13	72,92			
1	80	66	62	48	76	62	56	39	69	53	68,6	53,6	9,84	10,83	15	72,01			
1.5	85	72	69	45	81	69	64	44	79	63	75,6	60,6	8,76	11,33	15	75,25			
2	85	77	73	60	83	76	68	49	82	72	78,2	66,8	7,33	12,03	11,4	82,93			
2.5	87	80	78	66	85	79	73	56	84	76	81,4	71,4	5,77	10,24	10	85,99			
3	87	82	80	70	85	82	77	60	84	79	82,6	74,6	4,04	9,53	8	89,28			
3.5	87	84	81	73	86	83	80	64	85	81	83,8	77	3,11	8,46	6,8	91,17			
4	87	85	82	75	86	84	80	67	86	83	84,2	78,8	3,03	7,69	5,4	93,15			
4.5	87	85	83	77	86	85	83	72	86	84	85	80,6	1,87	5,86	4,4	94,54			
5	87	86	84	79	86	85	83	75	86	84	85,2	81,8	1,64	4,66	3,4	95,85			



Gambar 12. Grafik Hasil Percobaan Alat

Keterangan Tabel :

A_B = Alat Buatan Untuk Penelitian
H = Hygrometer

$$= \frac{(134.56)+(40.96)+(12.96)+(70.56)+(0.16)}{5-1} \\ = \frac{259.2}{5-1} = 64,8$$

Keterangan Gambar Grafik :

0	= Menit ke 0	600	= Menit ke 3
100	= Menit ke 0.5	700	= Menit ke 3.5
200	= Menit Ke 1	800	= Menit Ke 4
300	= Menit ke 1.5	900	= Menit ke 4.5
400	= Menit ke 2	1000	= Menit ke 5
500	= Menit ke 2.5		

Rumus Standart Deviasi

$$\text{Standar deviasi } (s) = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n-1}}$$

Rumus Ketelitian Alat :

$$\text{Ketepatan} = p = 1 - \left| \frac{Yn - Xn}{Xn} \right| \times 100\%$$

Keterangan Rumus :

Dimana : X = Rata-rata

X_i = Data ke-i

n = Banyak data

Y_n = pengukuran alat

X_n = pengukuran alat standart

Perhitungan Hasil Percobaan Pada Menit Ke 0

1. Untuk alat ukur Hygrometer

$$\text{Varian} = \frac{\sum_{i=1}^5 (Xi - X)^2}{n-1} \\ = \frac{(60-45.2)^2 + (39-45.2)^2 + (49-45.2)^2 + (34-45.2)^2 + (44-45.2)^2}{5-1} \\ = \frac{(14.8)^2 + (-6.2)^2 + (3.8)^2 + (-11.2)^2 + (-1.2)^2}{5-1} \\ = \frac{398.8}{5-1} = 99,7$$

2. Untuk Alat Buatan

$$\text{Varian} = \frac{\sum_{i=1}^5 (Xi - X)^2}{n-1} \\ = \frac{(68-56.4)^2 + (50-56.4)^2 + (60-56.4)^2 + (48-56.4)^2 + (56-56.4)^2}{5-1}$$

Standart Deviasi

$$= \sqrt{\frac{259.2}{5-1}} = \sqrt{64.8} = 8,05$$

% Ketepatan

$$= 1 - \left\{ \left| \frac{56.4 - 45.2}{45.2} \right| \right\} \times 100\%$$

$$= 1 - \{0,24778\} \times 100\%$$

$$= 75.22\%$$

IV. SIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian disertakan pengambilan data beberapa kali, maka pada sistem alat pengontrol kelembaban berbasis arduino uno dan ultrasonic mist maker ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat ini bisa beroperasi secara manual atau otomatis tergantung pengaturan user. Sistem pada alat ini sangat mendukung untuk monitoring dari android, dan bisa dikembangkan lagi lebih jauh dalam hal monitoring hasil lewat computer misalnya.
2. Proses penampilan data kelembaban ditampilkan pada LCD yg terpasang pada alat, dan juga dapat ditampilkan pada android yang sudah terinstal software aplikasi. Sistem penampilan data juga dapat bekerja pada apapun jenis android dengan syarat mendownload terlebih dahulu software aplikasi yang telah dirancang.
3. Tingkat keakuratan alat hanya berjarak kurang lebih 21m, lebih dari itu pembacaan nilai kelembaban pada aplikasi menjadi tidak akurat, dan tidak terbaca karena koneksi Bluetooth dari HC05 terlalu jauh dari alat. Dan persentase ke akuratan alat dibandingkan hygrometer buatan alat

pabrik dari penelitian ini adalah sebesar 84.39% dengan jangka waktu percobaan selama 5 menit

V. RUJUKAN

- [1] Susilawati and B. Raharjo, "Budidaya Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus Var Florida*) Yang Ramah Lingkungan," *Mater. Pelatih. Agribisnis bagi KMPH*, 2010.
- [2] M.A. Putranto and M. Yamin, "Pengendalian Suhu Ruang pada Budidaya Jamur Tiram dengan Karung Goni Basah," *J. Keteknikan Pertan.*, 2012.
- [3] R. Abdisobar, A. Bakar, K. Kunci: Agribisnis, B. J. Tiram, and A. K. Usaha, "Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Jamur Tiram Di Desa Cilame Ciwidey Kabupaten Bandung," *J. Online Inst. Teknol. Nas. Juli*, 2014.
- [4] A. Abdullah, S. Hardhienata, and A. Chairunnas, "Model Pengaturan Suhu Dan Kelembaban Pada Ruang Jamur Tiram Menggunakan Sensor Dht11 Dan Mikrokontroler," *J. Artic.*, 2012.
- [5] A.B Tandiono, Moch. Rusli, and M.A Muslim, "Pengendalian Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram dengan Menggunakan Metode Kontrol Logika Fuzzy," *J. EECCIS (Electrics, Electron. Commun. Control. Informatics, Syst.)*, 2016.
- [6] Jamaaluddin, I. Robandi, I. Anshory, Mahfudz, and R. Rahim, "Application Of Interval Type-2 Fuzzy Inference System And Big Bang Big Crunch Algorithm In Short Term Load Forecasting New Year Holiday," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, 2020.
- [7] Jamaaluddin, I. Robandi, and I. Anshory, "A Very Short-Term Load Forecasting In Time Of Peak Loads Using Interval Type-2 Fuzzy Inference System: A Case Study On Java Bali Electrical System," *J. Eng. Sci. Technol.*,
- [8] Jamaaluddin and Sumarno, "Planning Integrated Electric Power Grounding Systems In Buildings (Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan)," *Jeee-U(Jurnal Electr. Electron. Eng.)*, 2017.
- [9] A. Solih and J. Jamaaluddin, "Rancang Bangun Pengaman Panel Distribusi Tenaga Listrik Di Lippo Plaza Sidoarjo Dari Kebakaran Berbasis Arduino Nano," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, 2017.
- [10] J. Uddin, I. Anshory, and E. A. Suprayitno, "Depth Determination of Electrode at Sand and Gravel Dry for Get The Good Of Earth Resistance," *J. Electr. Electron. Eng.*, 2017.
- [11] J. Nasution, "Pengaruh Olahan Berbagai Produk Makanan terhadap Kadar Protein Padajamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)," *J. EKSAKTA*, 2016.
- [12] D. Tjokrokusumo, "Diversifikasi Produk Olahan Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*) Sebagai Makanan Sehat," 2015.
- [13] S. Suharjianto, "Rancang Bangun Otomatisasi Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Untuk Budidaya Jamur Tiram Berbasis Mikrokontroler di Desa Kendal, Sekaran, Lamongan," *J. Elektro*, 2017.
- [14] D. Uk, "Temperature Sensor DHT 11 Humidity & Temperature Sensor," *D-Robotics*, 2010.
- [15] R. H. Sudhan, M. G. Kumar, A. U. Prakash, S. A. R. Devi, and S. P., "Arduino Atmega-328 Microcontroller," *IJIREEICE*, 2015.
- [16] E. Savasgard, *Arduino For Beginners*. 2018.
- [17] U. M. Arief, "Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air," *Elektr. Enj.*, 2011.

Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus Dan Burung Pada Tanaman Padi Berbasis Tenaga Surya

Muhammad Sulton Bana¹, Diana Rahmawati¹, Koko Joni¹, Miftachul Ulum¹

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura,
Email: sultonbana25@gmail.com, diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id,
kokojoni@trunojoyo.ac.id, miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id

Received: April 2020; Accepted: Mei 2020; Published: Juli 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1.53>

Abstrak

Nasi merupakan makanan pokok penduduk Indonesia. Komoditas utama dari produksi nasi adalah petani padi. Saat ini banyak petani padi mengeluh karena hasil panen padi yang kurang maksimal, hal tersebut dikarenakan banyaknya serangan hama padi terutama tikus dan burung. Untuk mengatasi hama tersebut biasanya petani menggunakan racun tikus, pematik tikus dan kawat yang dialiri arus listrik yang diletakan mengelilingi sawah, hal tersebut tentu sangat bahaya dan sangat berdampak pada ekosistem sawah. Dengan perkembangan teknologi yang maju saat ini memungkinkan untuk membangun suatu sistem yang mampu mengantisipasi dan meminimalisir serangan hama padi. Salah satunya adalah menggunakan gelombang ultrasonik sebagai pengusir tikus dan pergerakan orang-orangan sawah sebagai pengusir burung. Karena tikus memiliki kemampuan pendengaran yang sensitif sehingga tikus terasa terganggu saat mendengar suara gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu. Begitu juga burung, burung pemakan padi akan merasa terganggu ketika ada gerakan mendadak di sekitarnya. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah dapat mempermudah pekerjaan petani untuk menjaga sawahnya dan juga untuk memaksimalkan hasil panen padi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara observasi secara langsung menggunakan panel surya sebagai sumber energi dan sensor cahaya sebagai inputan sistem dengan dua outputan yaitu speaker untuk mengeluarkan suara dan motor servo untuk gerakan orang-orangan sawah yang nyala bergantian secara otomatis. Setelah dilakukannya penelitian ini dihasilkan tikus merasa pendengarannya terganggu dengan rentan frekuensi 5-6 kHz dan motor servo mampu mengusir burung dengan rata-rata tingkat keberhasilan mencapai 80 %.

Kata kunci: Burung, Gelombang ultrasonik, mikrokontroler, Modul NE555, Tikus.

Abstract

Rice is the staple food of the Indonesian population. The main commodity of rice production is rice farmers. At present many rice farmers complain that rice yields are less than optimal, this is due to the many attacks of rice pests, especially rats and birds. To overcome these pests, farmers usually use rat poison, mouse burners and wires that are electrified which are placed around the rice fields, it is certainly very dangerous and very impacting on the rice field ecosystem. With the development of

advanced technology now it is possible to build a system that is able to anticipate and minimize rice pest attacks. One of them is using ultrasonic waves as a mouse repellent and the movement of a scarecrow as a bird repellent. Because mice have sensitive hearing abilities so they feel disturbed when they hear the sound of ultrasonic waves with a certain frequency. Likewise birds, rice-eating birds will feel disturbed when there is a sudden movement around it. The objective to be achieved in this research is to facilitate the work of farmers to maintain their fields and also to maximize rice yields. The method used in this study is by direct observation using solar panels as an energy source and light sensors as input systems with two outputs, namely speakers to make sounds and servo motors for the movement of the scarecrow that alternates automatically. After doing this research, rats felt that their listeners were disturbed by the frequency of 5-6 kHz and servo motors were able to drive birds with an average success rate of 80%

Keywords: Birds, Mice, microcontroller, NE555 Module, Ultrasonic waves.

I. PENDAHULUAN

Tikus merupakan hewan pengerat yang mendatangkan kerugian, baik di rumah, industri maupun pertanian [1]. Dalam bidang pertanian khususnya padi, fenomena kerusakan tanaman padi yang disebabkan oleh serangan tikus dan burung selalu menjadi masalah bagi petani. Berkurangnya hasil panen akibat serangan tikus dan burung hampir terjadi setiap menjelang musim panen dengan kerusakan mencapai 15-20% tiap tahunnya [3]. Tikus sawah (*Rattus argentiventer*) adalah jenis hama pengganggu pertanian utama dan sulit dikendalikan karena tikus mampu belajar dari tindakan-tindakan yang telah dilakukan sebelumnya (Agrotani.com). Sedangkan burung merupakan musuh bagi petani, karena mereka menyerang padi pada saat menjelang musim panen dan dapat mengakibatkan berkurangnya hasil panen padi.

Untuk mengatasi hama tersebut biasanya petani menggunakan racun tikus, pematik tikus dan kawat yang dialiri arus listrik yang diletakan me-n gelilingi sawah, hal tersebut tentu sangat bahaya dan sangat berdampak pada ekosistem sawah [4].

Dengan perkembangan teknologi yang maju saat ini, memungkinkan untuk

membangun suatu sistem yang mampu mengantisipasi dan meminimalisir serangan hama padi. Salah satunya adalah menggunakan frekuensi gelombang ultrasonik sebagai pengusir tikus dan pergerakan orang - orangan sawah sebagai pengusir burung.

Tujuan dibuatnya alat ini yaitu untuk mengetahui penerapan alat pengusir tikus dan burung pada tanaman padi berbasis tenaga surya sekaligus untuk mengetahui tingkat akurasi keberhasilan pada alat pengusir tikus dan burung.

II. METODE PENELITIAN

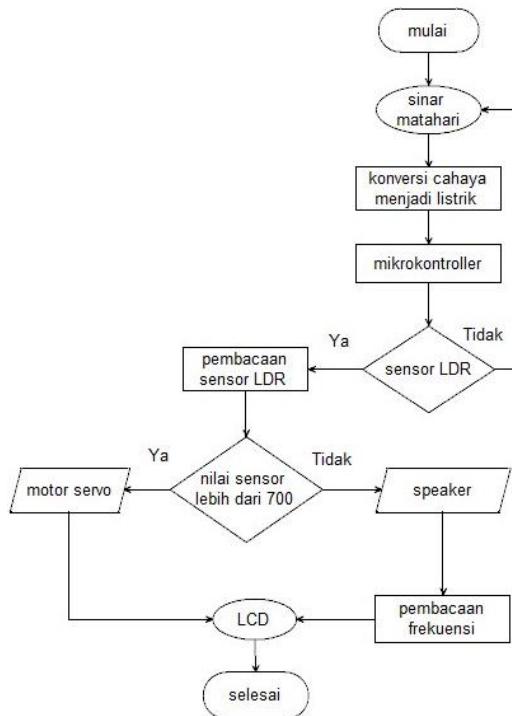
Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap alat dan juga *object* untuk mendapatkan data hasil pengamatan. Adapun langkah-langkah penelitian yang di lakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan blok diagram pada Gambar 1, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Tahap pertama : panel surya mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik kemudian energi disimpan pada baterai melalui *charger controller*, panel surya digunakan sebagai power supply pada sistem. tegangan *output power supplay* di *convert stepdown* dengan transistor TIP menjaga

di 5 volt untuk mengaktifkan mikrokontroller termasuk juga memberikan tegangan pada motor servo dan speaker. *Power supply* akan mendistrib-

busikan listriknya kepada motor servo dan *speaker* melalui perintah dari sensor cahaya.

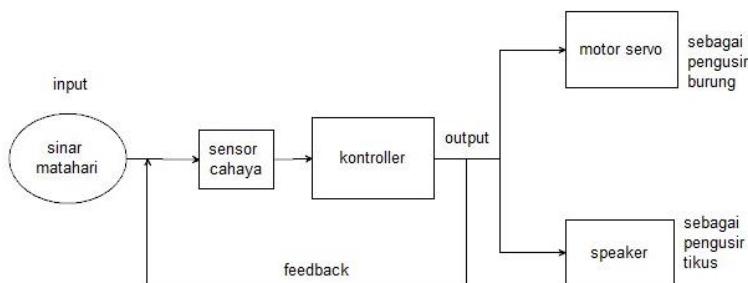


Gambar 1. Diagram alur

- b. Tahap kedua: sensor cahaya diprogram melalui mikrokontroller dengan batasan nilai 700 lux, Dengan program tersebut mikrokontroller dapat membaca nilai sensor cahaya yang ditangkap. Kemudian ditampilkan ke display oscilloscope untuk menampilkan frekuensi gelombang ultrasonik dengan satuan yang digunakan adalah kHz. Dalam beberapa kondisi nilai yang ditangkap oleh sensor cahaya dapat mengirim perintah berupa data

on atau off kepada relay melalui mikrokontroller yang diberikan kepada motor servo dan speaker. Hal yang dimaksud adalah ketika sensor cahaya bernilai lebih dari ($>$) 700 lux maka yang aktif adalah motor servo dan apabila sensor cahaya bernilai kurang dari ($<$) 700 lux maka yang aktif adalah speaker lalu menampilkan frekuensi gelombang ultrasonik pada *display oscilloscope*.

Blok diagram perancangan penelitian diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram

Apabila nilai dibawah 700 maka yang aktif adalah speaker dan apabila nilai sensor terbaca 700 ke atas maka yang aktif adalah motor servo. Setelah diketahui nilai sensor cahaya kemudian yang dilakukan oleh mikrokontroller adalah mengirim perintah kepada motor servo maupun speaker.

- c. Tahap ke tiga: Setelah dilakukan pemrosesan didalam mikrokontroller tersebut, ketika yang aktif speaker.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian panel surya

Pengujian panel surya merupakan proses yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan dan unjuk kerja dari kondisi panel surya. Pada pengujian pertama panel surya tidak menggunakan beban. Data yang didapat lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Tabel tegangan masukan tanpa beban

No	Jam	Tegangan masuk (volt)	Tegangan keluar (volt)
1	06.00 - 07.00	13,1	12,9
2	07.00 - 08.00	13,1	13,0
3	08.00 - 09.00	14,3	14,8
4	09.00 - 10.00	14,4	14,9
5	10.00 - 11.00	14,5	14,8
6	11.00 - 12.00	14,5	14,6
7	12.00 - 13.00	14,7	14,3
8	13.00 - 14.00	14,4	14,3
9	14.00 - 15.00	14,1	14,0
10	15.00 - 16.00	14,1	13,9
11	16.00 - 17.00	13,6	13,6
12	17.00 - 18.00	13,6	13,5
Rata-rata		14,03	14,05

Tabel 1 merupakan data tegangan yang dihasilkan oleh panel surya kapasitas 30 WP tanpa menggunakan beban. Pengambilan data dilakukan selama 12 jam

yaitu pada jam 06.00 sampai jam 18.00 dalam selang waktu rata-rata 30 menit dari halaman laboratorium.



Gambar 3. Tegangan Masuk Pada Panel Surya

b. Pengujian modul IC NE555

Pengujian modul IC NE555 ini untuk memastikan perangkat yang digunakan sesuai dengan sistem yang diharapkan. Modul ini digunakan sebagai pembangkit sinyal gelombang frekuensi yang dapat diatur dari 1 kHz-50 kHz menggunakan jumper dan timer. Modul ini

nantinya akan digunakan sebagai pengatur frekuensi yang dikeluarkan melalui *speaker* PCT-8000. Oleh karena itu, diperlukan pengujian apakah alat tersebut memiliki tingkat akurasi yang tinggi atau tidak dan dapat mempengaruhi pergerakan tikus.

Tabel 2. Hasil ujicoba frekuensi

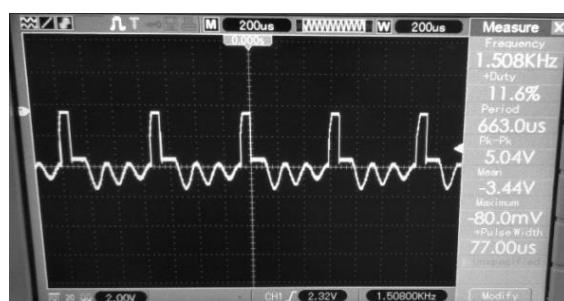
No	Freq (kHz)	T (us)	PW (us)	Duty (%)
1	1,508	663	77	11,6
2	2,283	438	76	17,4
3	3,039	329	77	23,4
4	4,032	248	77	31,0
5	5,005	199	30	15,2
6	6,313	158	51	32,2
7	7,0	142	60	42,2
8	8,039	124	67	54
9	9,18	108	75	69,4
10	10,12	98	71	72,4
11	11,2	89	20	22,4
12	12,72	78	24	29,4
13	13,9	71	14	19,7
14	14,26	70	9	12,8
15	15,08	66	17	25,7

Pengukuran frekuensi

Frekuensi adalah jumlah siklus gelombang dalam satu detik yang disimbolkan dengan “F”, satuannya adalah Hz. Periode atau “T” satuannya adalah sekon.

$$F = 1/T \quad (1)$$

$$\begin{aligned} F &= 1/0,663 \\ F &= 1,508 \text{ Hz.} \\ \text{Duty} &= PW/T \times 100\% \\ &= 77/663 \times 100\% \\ &= 11,6 \% \end{aligned}$$



Gambar 4. Hasil Pengukuran Frekuensi

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan lebar pulse berdasarkan nilai frekuensi dan amplitudo yang tetap. Duty cicle atau persentase siklus kerja dalam kondisi ON. Pada pengukuran pertama data tabel dari tabel 2, misal pada baris pertama sebagai berikut. Pengujian modul IC NE555 ini untuk memastikan perangkat yang digunakan sesuai dengan sistem yang diharapkan.

Modul ini digunakan sebagai pembangkit sinyal gelombang frekuensi yang dapat diatur dari 1 kHz-50 kHz menggunakan jumper dan timer. Modul ini nantinya akan digunakan sebagai pengatur frekuensi yang dikeluarkan melalui *speaker* PCT-8000. Oleh karena itu, diperlukan pengujian apakah alat tersebut memiliki tingkat akurasi yang tinggi atau tidak dan dapat mempengaruhi pergerakan tikus.

Tabel 3. Hasil Percobaan alat

No	KHz	Tidak terganggu (diam makan)					Sedikit terganggu (gerak sedikit makan)					Sangat terganggu (bergerak tidak makan)				
		Tikus Percobaan					Tikus Percobaan					Tikus Percobaan				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1,508	2	3	3	2	2	2	1	2	2	2	1	1	0	1	1
2	2,283	1	2	2	1	1	2	2	2	2	3	2	1	1	2	1
3	3,039	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1
4	4,032	1	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	1	1
5	5,005	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	3	2	2	2	2
6	6,313	1	1	1	1	2	2	3	3	1	2	2	1	2	3	1
7	7,0	2	3	1	2	2	1	2	3	1	1	2	0	1	2	2
8	8,039	3	2	3	3	2	1	2	2	1	2	1	1	0	1	1
9	9,18	2	3	2	2	4	3	2	3	2	1	0	0	0	1	0
10	10,12	2	1	3	3	4	2	4	2	2	1	1	0	0	0	0
11	11,2	4	3	4	3	3	1	2	1	2	2	0	0	0	0	0
12	12,72	3	4	3	4	4	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0
13	13,9	4	4	3	5	2	1	1	2	0	3	0	0	0	0	0
14	14,26	4	5	3	4	5	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0
15	15,08	3	5	4	3	4	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0

Dari tabel 3 hasil percobaan ini dapat dilihat bahwa dari rata-rata 5 percobaan dan 5 tikus yang diuji coba dengan alat pengusir tikus yang dirancang adalah :

Pada percobaan pertama pada frekuensi 1,5 kHz dihasilkan 3 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan kedua frekuensi 2,2 kHz dihasilkan 2 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan ketiga pada frekuensi 3 kHz dihasilkan 2 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu

tetap makan. Pada percobaan keempat pada frekuensi 4,03 kHz dihasilkan 2 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan.

Pada percobaan kelima pada frekuensi 5 kHz dihasilkan 3 terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan keenam pada frekuensi 6,3 kHz dihasilkan 2 tikus terganggu dan 3 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan ketujuh pada frekuensi 7,0 kHz dihasilkan 3 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada

percobaan kedelapan pada frekuensi 8,0 kHz dihasilkan 3 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan.

Pada percobaan kesembilan pada frekuensi 9,1 kHz dihasilkan 3 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan kesepuluh pada frekuensi 10,1 kHz dihasilkan 3 tikus tidak terganggu dan 2 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan kesebelas pada frekuensi 11,2 kHz dihasilkan 4 tikus tidak terganggu dan 1 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan kedua belas pada frekuensi 12,7 kHz dihasilkan 4 tikus tidak terganggu dan 1 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada percobaan ketiga belas pada frekuensi 13,9 kHz dihasilkan 4 tikus tidak terganggu dan 1 tikus sedikit terganggu tetap makan. Pada

percobaan keempatbelas pada frekuensi 14,2 kHz dihasilkan 4 tikus terganggu tetap makan. Pada percobaan diuji coba terdapat 3 tikus berlari-lari dan 1 sedikit gerak tetap makan dan 1 lainnya sedikit lari.

Nilai tingkat keberhasilan pada seluruh pengujian dari 5 tikus yang diuji coba adalah:

$$N = \frac{\text{tikus terganggu} - \text{total tikus}}{\text{total jumlah tikus}} \times 100\% \quad (2)$$

$$N = \frac{4 - 5}{5} \times 100\%$$

$$N = -0,2 \times 100\%$$

$$N = -20\%$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat keberhasilan} &= 100\% - 20\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$



Gambar 5. Hasil Pengukuran Frekuensi

Tabel 4. Data Pengujian Motor Servo

No	PWM	Sudut	Output gerakan
1	1,508	10	Tidak bergerak
2	2,283	20	Tidak bergerak
3	3,039	30	Sedikit bergerak
4	4,032	40	Sedikit bergerak
5	5,005	50	Sedikit bergerak
6	6,313	60	Sedikit bergerak
7	7,0	70	Bergerak
8	8,039	80	Bergerak
9	9,18	90	Bergerak

c. Pengujian motor servo

Pada pengujian motor servo dilakukan dengan cara memberikan nilai PWM

kelima belas pada frekuensi 15,2 kHz dihasilkan 4 tikus tidak terganggu dan 1 tikus sedikit terganggu tetap makan.

Dari tabel 3 hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa tikus terasa pendenga-ranya terganggu pada rentan frekuensi 2-6 kHz, akan tetapi tikus terasa paling terganggu pada rentan frekuensi 5 kHz, hal tersebut ditandai pada saat pengujian dari lima tikus yang untuk motor servo sebagai gerakan untuk mengusir burung dari sudut 10 derajat – 90 derajat, kemudian dipasang-kan tali dan orang orangan sawah sebagai outputan. Sudut yang dihasilkan seperti terlihat pada Tabel 4. Indikator tingkat keberhasilan adalah motor servo mampu menggerakan dengan maksimal.

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa dari sudut 10 derajat sampai 90 derajat yang grakanya paling maksimal adalah pada sudut 80 derajat sampai 90 derajat, sedangkan pada sudut 10 derajat sampai 20 derajat tidak ada gerakan dan pada sudut 30 derajat sampai 60 derajat dihasilkan hanya sedikit gerakan.

IV. SIMPULAN

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan alat pengusir tikus menggunakan gelombang ultrasonik yang dibangkitkan melalui IC NE-555, dalam percobaan ini dihasilkan pergerakan tikus terganggu pada rentang frekuensi 5-6 KHz.
2. Pada semua percobaan yang telah dilakukan, tikus yang pergerakan terganggu hanya sebagian, dan sebagian lagi tetap makan, hal ini dikarenakan tikus yang diuji coba merupakan tikus hasil ternakan sehingga tikus memiliki sifat dan kebiasaan yang berbeda.
3. Pergerakan motor servo paling maksimal pada sudut 80 derajat sampai 90 derajat.

Dari seluruh percobaan alat pengusir tikus dan burung pada tanaman padi

berbasis tenaga surya ini rata-rata presentase tingkat keberhasilan mencapai 80%.

V. RUJUKAN

- [1] W. Denny, "Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroller Atmega 8," *Jurnal Teknologi Informatika Dan Terapan Vol.04,No 01, Januari-Juni 2017 ISSN:235-838X.*
- [2] K.A. Tsauqi, "Saklar Otomatis Ber-basis Light Dependent Resistor (LDR) Pada Mikrokontroller Ardu-ino Uno," *Posiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) Vol V Oktober, 2016.*
- [3] Badan Pusat Statistik. "Kualitas Produksi Padi Kering Giling," *Hasil Rakor Solo Tanggal 25-27 Juli, 2018.*
- [4] B.I. Nurul, "Pengaruh Suara Predator Terhadap Metabolisme Dan Aktivitas Harian Tikussawah (*Rattus Argentiventer*) Di Laboratorium," *Jurnal Agrikultural, ISSN 0853 2885, 2017.*
- [5] Syahminan, "Prototype Pengusir Burung Pada Tanaman Padi Berbasis Mikrokontroller Arduino," *Jurnal Spirit Vol.9 No.2 November, 2017.*
- [6] Takhur Tarang, " Solar Power Charger Controller," *Global Journal Of Researches In Engineering : F Electrical And Electronics Engineering. Volume 16 Issue 8 Version 1.0, ISSN: 2249-4596 & Print ISSN : 0975-5861, 2016.*
- [7] A.E. Waluyo, " Rancang Bangun Prototype Panel Surya Sebagai Alat Pengusir Hama Burung,"
- [8] A. Enayati, J. Hemingway, Garner, "Electronic mosquito repellents for preventing mosquito bites and malaria infection (Review)", *The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd, 2010.*

Navigasi *Mobile Robot* Untuk Mencapai *Docking Station* Dalam Proses *Autodocking*

Safriudin Rifandi

Universitas Hang Tuah Surabaya
safriudin.rifandi@hangtuah.ac.id

Received: Mei 2020; Accepted: Juni 2020; Published: Juli 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1.54>

Abstrak

Proses *autodocking* pada *mobile robot* merupakan sebuah kemampuan tambahan yang dapat dimiliki oleh sebuah robot. Untuk dapat melakukan proses tersebut, robot harus dapat mencapai area lokasi *docking station* dengan tepat. Dengan menggunakan metode *odometry*, robot dapat mengetahui posisi robot dari waktu ke waktu dengan membaca kecepatan dari masing-masing roda *mobile robot*. Dengan data kecepatan dari masing-masing roda, maka dengan perhitungan metode *odometry*, robot dapat mengetahui posisi terakhir dari robot. Selain itu, dengan menggunakan metode *behavior-based*, robot juga dapat menghindari halangan yang terdapat di area percobaan. Sedangkan untuk menuju ke arah *docking station* dengan tepat, digunakan kendali PI untuk menjaga *error* arah hadap *mobile robot* atau disebut *heading error* *mobile robot* sama dengan atau mendekati nol. Dari hasil percobaan, *mobile robot* dapat menghindari halangan yang ada dengan baik menggunakan metode *behavior-based*. Kendali PI dapat bekerja dengan baik untuk menjaga *heading error* mendekati nol sehingga *mobile robot* dapat menuju titik *docking station* dengan benar. Sedangkan metode *odometry* mampu membantu *mobile robot* untuk dapat mengetahui posisi robot dari waktu ke waktu sehingga robot dapat menuju *docking station* dengan tepat.

Kata kunci: *Autodocking, Odometry, Docking station, Behavior-based, Kendali PI*

Abstract

Autodocking process on a mobile robot is an additional capability that can be possessed by a robot. To be able to do this process, the robot must be able to reach the docking station location area properly. By using the odometry method, robot can find out the position of the robot from time to time by reading the speed of each wheel of the mobile robot. With the speed data from each wheel, the calculation of the odometry method, robot can determine the final position of the robot. In addition, by using behavior-based methods, robots can also avoid obstacles that are in the experiment area. Meanwhile, to get to the docking station appropriately, PI controls are used to keep the direction of the mobile robot's error or the so-called mobile robot's heading error equal to or close to zero. From the results of the experiment, the mobile robot can avoid obstacles well using behavior-based methods. PI controls can work well to keep heading errors close to zero so the mobile robot can get to the docking station point correctly. While the odometry

method is able to help the mobile robot to be able to know the position of the robot from time to time so that the robot can go to the docking station appropriately.

Key words: Autodocking, Odometry, Docking station, Behavior-based, PI controls

I. PENDAHULUAN

Perkembangan robotika di dunia saat ini sangat pesat. Banyak sekali robot yang telah dibuat dan beberapa dari robot tersebut sudah diproduksi secara masal untuk membantu kebutuhan manusia. Robot-robot tersebut membutuhkan sumber tegangan agar dapat bekerja. Sumber tegangan dapat berupa sumber tegangan AC atau sumber tegangan DC [1]. Khusus pada jenis *mobile robot*, robot tersebut biasanya menggunakan sumber tegangan DC atau biasa disebut baterai. Baterai memiliki kelemahan yaitu energi pada baterai akan berkurang saat digunakan. Oleh karena itu, pada level baterai tertentu, robot harus segera melakukan pengisian energi pada baterai agar dapat terus bekerja. Agar lebih efektif, maka robot harus dapat melakukan pengisian baterai secara mandiri atau otomatis. Pengisian baterai secara otomatis ini biasa disebut dengan *autodocking*.

Pada *autodocking* terdapat beberapa cara yang sering digunakan untuk mengisi baterai. Cara-cara tersebut antara lain adalah *docking station* [2], *catenary*, rel ketiga [3], *wireless*, dan penggantian baterai [4]. Dari cara-cara tersebut memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan antara lain pada cara *docking station* memiliki keunggulan biayanya murah, bisa ditempatkan dimana saja dan membutuhkan area yang kecil. Sedangkan kelemahannya antara lain robot harus berhenti bekerja pada saat mengisasi baterai [2]. Kemudian untuk *catenary* memiliki keunggulan yaitu robot dapat tetap berjalan hanya di wilayah tertentu yang terdapat saluran kabel listrik di atas robot. Untuk kelemahan *catenary* antara lain kabel

listrik yang digunakan untuk mengisi baterai rawan terkena manusia yang dapat menyebabkan sengatan listrik. Sedangkan pada cara rel ketiga keunggulan dan kelemahan sama dengan *catenary*. Perbedaan hanya terletak pada material yang digunakan untuk mengalirkan listrik saat mengisi baterai yaitu berupa sebuah rel yang berada di samping robot [3].

Kemudian untuk cara *wireless* memiliki keunggulan antara lain tidak menggunakan kabel dalam proses pengisian baterai. Sedangkan kelemahannya antara lain membutuhkan biaya yang cukup besar untuk mengaplikasikannya dan sistem pengisian dengan *wireless* ini cukup rumit. Untuk cara penggantian baterai memiliki keunggulan antara lain membutuhkan waktu yang singkat untuk melakukan proses ini karena baterai langsung diganti dengan yang masih penuh. Sedangkan kelemahannya antara lain baterai tidak dapat diisi kembali [4].

Dari keunggulan dan kelemahan yang dimiliki oleh cara-cara tersebut maka dipilihlah cara *docking station* untuk melakukan proses *autodocking* pada robot karena biayanya murah, bisa ditempatkan dimana saja dan membutuhkan area yang kecil. Agar dapat melakukan proses *autodocking* dengan cara *docking station*, robot harus dapat mencapai area lokasi *docking station* dengan tepat. Penelitian tentang *autodocking* ini telah dikembangkan oleh beberapa peneliti antara lain yang dilakukan oleh [5] menggunakan *scanning* area pemancar infra-merah untuk menentukan posisi *docking* dan membaca kode infra-merah yang dipancarkan *docking* untuk menentukan posisi tengah dari *docking station*. Kemudian penelitian oleh [6] juga menggunakan Sonar dan infra-

merah untuk menemukan tempat *docking station* serta menggunakan kompensasi kesalahan untuk menentukan posisi tengah *docking station*. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh [7] juga menggunakan metode *scanning* dengan *photodiode* dan *infrared* untuk menemukan lokasi *docking station* dan penelitian oleh [8] menggunakan dua buah *infrared* sebagai petunjuk bagi robot untuk menuju tempat *docking*.

Dari penelitian–penelitian sebelumnya terdapat beberapa kekurangan yaitu salah satunya menggunakan sistem yang cukup rumit dalam proses menuju lokasi *docking* serta hanya menggunakan satu buah *docking station*. Dari kekurangan tersebut maka perlu dibuat sebuah cara atau sistem untuk *autodocking* yang lebih efektif dan efisien dengan menggunakan metode yang lebih mudah serta menggunakan lebih dari satu *docking station*.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa metode agar robot dapat mencapai area *docking station* dengan tepat. Metode yang digunakan antara lain kendali behavior-based, kendali PID dan metode *odometry*.

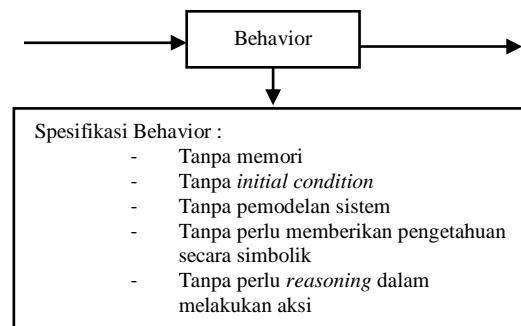
A. Kendali *Behavior-Based*

Robot yang menggunakan algoritma *high-level control* berbasis *behavior* (tabiat, kelakuan) biasa disebut sebagai *behavior-based robot*. Algoritma ini adalah salah satu metode dalam *high-level control* yang relatif banyak digunakan dan diuji coba dewasa ini. Metode *behavior-based* memiliki kelebihan antara lain mampu bekerja dengan baik dalam lingkungan yang dinamis. Misalnya untuk pengejaran objek pada ajang kontes *Robo-soccer* (Robot Sepak Bola) [9].

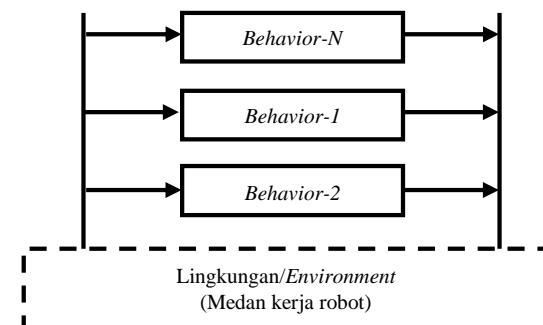
Algoritma *behavior-based* diturunkan dari sifat-sifat dasar makhluk hidup yang

bertingkah laku sesuai dengan keadaan lingkungannya. Berdasarkan informasi dari panca indera tertentu, syaraf yang berhubungan dengan otot gerakan badan terkait akan mendapat stimuli dari otak sehingga akan memberikan suatu respon yang khas. Seseorang akan dengan reflek menarik tangannya bila menyentuh bara api. Kita akan secara reflek menoleh bila seseorang memanggil nama kita. Termasuk, jika kita takut, kita akan mengambil langkah seribu jika kita dikejar anjing. Prinsip kerja algoritma *behavior-based* ditunjukkan oleh Gambar 1 [9].

Sedangkan struktur algoritma *behavior-based* yang dikenal sebagai arsitektur *subsumption* (*subsumption architecture*) dapat diilustrasikan seperti dalam Gambar 2 [9].



Gambar 1. Prinsip kerja algoritma *behavior-based* [9]



Gambar 2. Arsitektur subsumption *behavior-based control* [9]

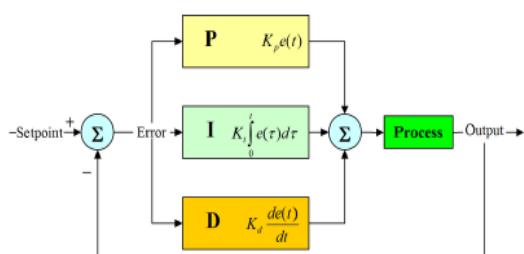
Behavior (1,2,3,...,N) didefinisikan sebagai tingkah laku robot “alami”. Misalnya seperti jalan maju hingga menemukan halangan, belok kanan, belok kiri, mencari obyek, menuju dan menguasai obyek, mundur dan belok bila melanggar dinding, dan segala “aksi” yang dapat kita definisikan sebagai sebagai bentuk “tabiat dasar makhluk” jika menjumpai suatu permasalahan [9].

B. Kendali PID (*Proporsional Integral Derivative*)

Kendali *Proportional, Integral, Derivative* (PID) adalah sistem pengendali yang umum digunakan di industri maupun militer [10]. Sekitar 90% dari peralatan industri menggunakan pengendali PID karena mudah digunakan dan paling sederhana. Gambar 3 menunjukkan blok diagram kendali PID yang umum digunakan di industri. Kendali *Proportional* (P), *Integral* (I), dan *Derivative* (D) dapat digunakan bersamaan secara paralel ataupun digunakan terpisah dengan tidak menggunakan salah satu komponen P, I atau D [11].

Persamaan nilai keluaran dari kendali PID, dirumuskan seperti pada Persamaan (1) [11].

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$



Gambar 3. Blok diagram kendali PID [11]

Persamaan (1) menjelaskan bahwa nilai keluaran $u(t)$, merupakan jumlah dari *gain proportional* (K_p), *gain integral* (K_i), dan *gain derivative* (K_d) yang masing-

masing dipengaruhi oleh *error* (e) dalam selang waktu (t) tertentu [11].

B. Odometry

Odometry adalah penggunaan data dari pergerakan aktuator untuk memperkirakan perubahan posisi dari waktu ke waktu. *Odometry* digunakan untuk memperkirakan posisi relatif terhadap posisi awal. Untuk memperkirakan posisi relatif robot, digunakan perhitungan jumlah pulsa yang dihasilkan oleh sensor *rotary encoder* setiap satuan ukuran yang kemudian dikonversi menjadi satuan *millimeter*. Untuk mendapatkan jumlah pulsa setiap kali putaran roda digunakan rumus pada Persamaan (2) dan Persamaan (3) [12].

$$K_{roda} = 2 * \pi * r \quad (2)$$

$$Pulsa_per_mm = \frac{\text{Resolusi encoder}}{\text{Ketiling roda}} \quad (3)$$

Pada sistem penggerak *differensial* terdapat dua roda, yaitu roda kanan dan roda kiri dan dimisalkan jumlah pulsa_per_mm untuk roda kanan adalah *right_encoder* dan roda kiri adalah *left_encoder* dan jarak antara dua roda adalah *wheel_base*, maka didapatkan jarak tempuh (*distance*) dan sudut orientasi (θ). Persamaan yang digunakan seperti pada Persamaan (4) dan (5) [12].

$$distance = \frac{(left_encoder + right_encoder)}{2} \quad (4)$$

$$\theta = \frac{(left_encoder - right_encoder)}{wheel_base} \quad (5)$$

Karena θ adalah sudut dalam radian, maka untuk mengetahui sudut dalam derajat (*heading*) digunakan Persamaan (6) [12].

$$heading = \theta * \frac{180}{\pi} \quad (6)$$

Dari Persamaan (9) didapatkan bahwa nilai *heading* akan bernilai negatif (-) ketika robot berputar melawan arah jarum jam dan akan bernilai positif (+) ketika robot berputar searah dengan jarum jam. Dengan mengetahui jarak dan sudut (*distance* dan θ), maka kita dapat mengetahui koordinat X dan koordinat Y dengan persamaan trigonometri seperti ilustrasi pada Gambar 4. Dari ilustrasi pada Gambar 4, maka koordinat dari robot dapat kita ketahui dengan menggunakan Persamaan (7) dan Persamaan (8) [12].

$$Xpos = distance * \sin(\theta) \quad (7)$$

$$Ypos = distance * \cos(\theta) \quad (8)$$

Untuk menentukan *error* arah hadap dari robot terhadap titik tujuan, maka digunakan teorema *phytagoras* yang akan menghasilkan posisi (*path*) saat ini dan jarak terhadap titik tujuan dengan menggunakan Persamaan (9), (10) dan Persamaan (11) [12].

$$x = X_{tujuan} - Xpos \quad (9)$$

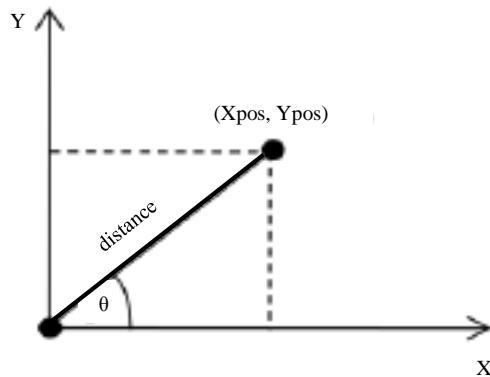
$$y = Y_{tujuan} - Ypos \quad (10)$$

$$target_distance = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (11)$$

Heading dari robot yang telah diketahui sehingga kita dapat menghitung *error* arah hadap (*heading error*) robot terhadap titik tujuan seperti ilustrasi pada Gambar 5 [12].

Pada Gambar 5 menunjukkan ilustrasi untuk mencari *heading error* (α) dimana β adalah *target bearing* yaitu sudut antara posisi robot saat ini terhadap titik tujuan. Sedangkan garis berwarna biru adalah garis bantu yang masing-masing sejajar dengan sumbu X dan sumbu Y. Untuk mendapat nilai dari β dan

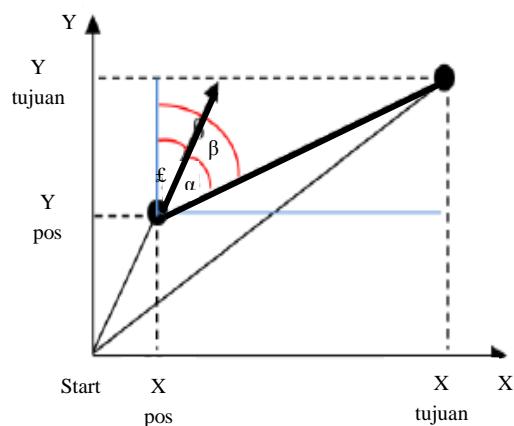
α , maka digunakan Persamaan (12) dan Persamaan (13) [12].



Gambar 4. Ilustrasi pada sumbu cartesian [12]

$$\beta = \arctan \frac{(Y_{tujuan} - Ypos)}{(X_{tujuan} - Xpos)} \quad (12)$$

$$\alpha = \beta - \epsilon \quad (13)$$



Gambar 5. Sudut α , β dan ϵ [12]

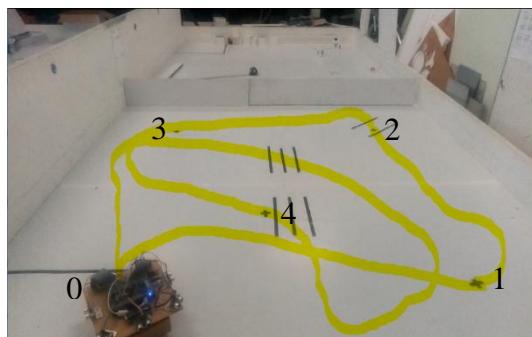
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, dibahas tentang hasil dari percobaan pencapaian *docking station* dalam proses *autodocking*. Percobaan dilakukan pada area percobaan *mobile robot* dalam beberapa skenario atau model pengujian antara lain

memerintah *mobile robot* untuk menuju ke titik tujuan yang telah ditentukan tanpa halangan, dengan 1 halangan, dengan jumlah halangan lebih dari 1, serta memerintah *mobile robot* untuk menuju ke titik tujuan yang telah ditentukan secara acak.

A. Pengujian Dengan Tanpa Menggunakan Halangan

Pada percobaan ini *mobile robot* diperintahkan untuk menuju ke 5 titik tujuan yang telah ditentukan secara berurutan seperti pada Gambar 6. Titik tujuan tersebut adalah (145, 0), (145, 145), (0, 145), (75, 75), (0, 0). Titik tujuan dianggap sebagai *docking station* dan pada Gambar 6 ditandai dengan tanda titik atau x dan diberi nomor 0-4.



Gambar 6. Pencapaian 5 titik *docking station* dengan tanpa halangan.

Pengujian pada Gambar 6 bertujuan untuk mengetahui kestabilan *mobile robot* mencapai *docking station* tanpa adanya halangan. Dari hasil pengujian didapatkan kesalahan yang tidak terlalu besar. Tabel pengujian pencapaian *docking station* tanpa halangan dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil percobaan pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa salah satu penyebab terjadinya kesalahan adalah slip pada roda. Slip yang terjadi pada roda tidak terbaca oleh *rotary encoder*. Selain itu, penyebab terjadinya kesalahan dapat juga disebabkan oleh pembatasan minimal posisi robot berhenti terhadap *docking station*. Robot akan berhenti dan menganggap lokasi *docking station* tercapai jika jarak robot dengan *docking station* (*target distance*) kurang dari delapan (8 cm). Selain itu, total *error* atau kumulatif *error* untuk percobaan *odometry* tanpa halangan cukup besar. Nilai total *error* tersebut adalah 38,26 cm.

Sedangkan untuk rata-rata *error* memiliki nilai 7,65 cm. Nilai rata-rata dari kumulatif *error* tersebut dapat ditoleransi karena masih lebih kecil dibandingkan ukuran robot yang memiliki panjang 19,7 cm dan lebar 17 cm. Selain itu, saat berhenti di titik *docking station*, titik *docking station* selalu berada di bawah robot.

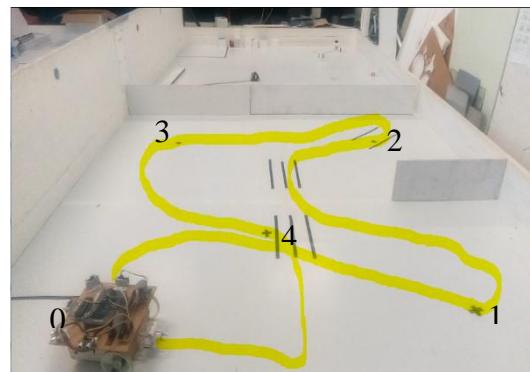
Tabel 1. Pengujian pencapaian *docking station* tanpa halangan

Titik ke-	Koordinat asli (x, y)	Koordinat robot (x, y)	Kesalahan koordinat (cm)		Kesalahan kumulatif (cm)
			x	y	
1	(145, 0)	(138, 7)	-7	7	9,90
2	(145, 145)	(138, 138)	-7	-7	9,90
3	(0, 145)	(3, 142)	3	-3	4,24
4	(75, 75)	(72, 79)	-3	4	5,00
5	(0, 0)	(7, 6)	7	6	9,22
<i>Total error</i>					38,26
<i>Rata-rata error</i>					7,65

B. Pengujian Dengan Menggunakan 1 Halangan

Pada percobaan ini *mobile robot* diperintahkan untuk menuju ke 5 titik tujuan yang telah ditentukan dengan terdapat satu buah halangan pada area percobaan secara berurutan. Titik tujuan tersebut adalah (145, 0), (145, 145), (0, 145), (75, 75), (0, 0). Titik tujuan dianggap sebagai *docking station* dan ditandai dengan tanda titik atau x serta diberi nomor 0-4. Gambar 7 menunjukkan hasil pencapaian *docking station* serta penghindaran halangan oleh *mobile robot*.

Pengujian pada Gambar 7 bertujuan untuk mengetahui kestabilan *mobile robot* mencapai *docking station* dengan adanya 1 halangan.



Gambar 7. Pencapaian 5 titik *docking station* dengan 1 halangan.

Tabel pengujian pencapaian *docking station* dengan 1 halangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian pencapaian *docking station* dengan 1 halangan

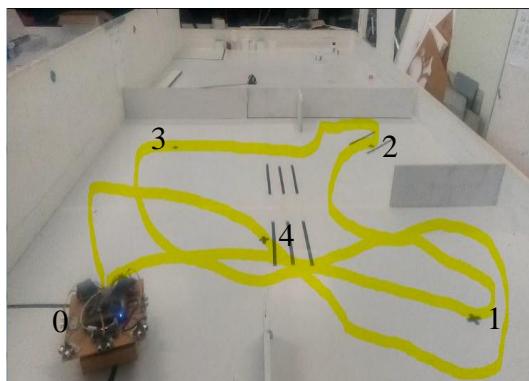
Titik ke-	Koordinat asli (x, y)	Koordinat robot (x, y)	Kesalahan (<i>Error</i>) (cm)		Kesalahan kumulatif (cm)
			x	y	
1	(145, 0)	(142, 6)	-3	6	6,71
2	(145, 145)	(139, 139)	-6	-6	8,49
3	(0, 145)	(11, 143)	11	-2	11,18
4	(75, 75)	(63, 77)	-12	2	12,17
5	(0, 0)	(11, -2)	11	-2	11,18
Total <i>error</i>					49,72
Rata-rata <i>error</i>					9,94

Dari hasil percobaan pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa terjadi kesalahan yang cukup besar dibandingkan saat tanpa halangan. Selain itu, total *error* atau kumulatif *error* untuk percobaan *odometry* dengan satu halangan cukup besar. Nilai total *error* tersebut adalah 49,72 cm. Sedangkan untuk rata-rata *error* memiliki nilai 9,94 cm. Nilai rata-rata dari kumulatif *error* tersebut dapat ditoleransi karena masih lebih kecil dibandingkan ukuran robot yang memiliki panjang 19,7 cm dan lebar 17 cm. Selain itu, posisi robot saat mencapai *docking station* selalu berada di atas titik *docking station*.

C. Pengujian Dengan Jumlah Halangan Lebih Dari 1

Pada percobaan ini *mobile robot* diperintahkan untuk menuju ke 5 tujuan yang telah ditentukan secara berurutan dengan beberapa buah halangan. Titik tujuan tersebut adalah (145, 0), (145, 145), (0, 145), (75, 75), (0, 0). Titik tujuan dianggap sebagai *docking station* dan ditandai dengan tanda titik atau x serta diberi nomor 0-4. Gambar 8 menunjukkan hasil pencapaian *docking station* serta penghindaran halangan oleh *mobile robot*. Pengujian pada Gambar 8 bertujuan untuk mengetahui kestabilan *mobile robot*

mencapai *docking station* dengan adanya banyak halangan.



Gambar 8. Pencapaian 5 titik *docking station* dengan banyak halangan.

Tabel pengujian pencapaian *docking station* dengan banyak halangan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil percobaan pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa terjadi kesalahan yang hampir mirip dengan saat tanpa halangan. Selain itu, total *error* atau kumulatif *error* untuk percobaan *odometry* dengan banyak halangan cukup besar. Nilai total *error* tersebut adalah 30,15 cm.

Sedangkan untuk rata-rata *error* memiliki nilai 6,03 cm. Nilai rata-rata dari kumulatif *error* tersebut dapat ditoleransi karena masih lebih kecil dibandingkan ukuran robot yang memiliki panjang 19,7 cm dan lebar 17 cm. Selain itu, posisi robot saat mencapai *docking station* selalu berada di atas titik *docking station*.

Tabel 3. Pengujian pencapaian *docking station* dengan banyak halangan

Titik ke-	Koordinat asli (x, y)	Koordinat robot (x, y)	Kesalahan (<i>Error</i>) (cm)		Kesalahan kumulatif (cm)
			x	y	
1	(145, 0)	(142, 2)	-3	7	7,62
2	(145, 145)	(143, 141)	-2	-4	4,47
3	(0, 145)	(1, 142)	1	-3	3,16
4	(75, 75)	(71, 72)	-3	-4	5,00
5	(0, 0)	(7, -7)	7	-7	9,90
<i>Total error</i>					30,15
<i>Rata-rata error</i>					6,03

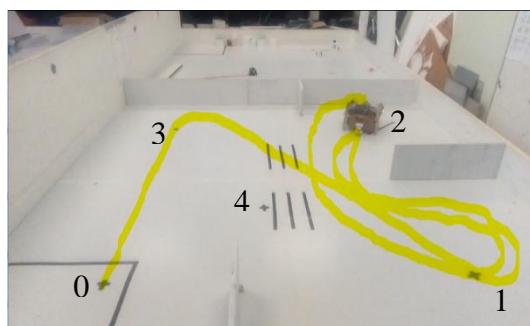
D. Pengujian 5 Titik *docking station* Yang Ditentukan Secara Acak

Pada percobaan ini *mobile robot* diperintahkan untuk menuju ke 5 titik tujuan yang telah ditentukan dengan beberapa buah halangan pada area percobaan. Titik tujuan tersebut adalah (145, 0), (145, 145), (0, 145), (75, 75), (0, 0). Titik tujuan dianggap sebagai *docking station* dan ditandai dengan tanda titik atau x serta diberi nomor 0-4. Akan tetapi robot akan memilih secara acak titik mana yg akan dituju oleh *mobile robot*. Gambar 9 menunjukkan hasil pencapaian *docking*

station serta penghindaran halangan oleh *mobile robot*.

Pengujian pada Gambar 9 bertujuan untuk mengetahui kestabilan *mobile robot* mencapai *docking station* secara acak dengan adanya banyak halangan. Tabel pengujian pencapaian *docking station* secara acak dengan banyak halangan dapat dilihat pada Tabel 4. Dari hasil percobaan pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa terjadi kesalahan yang hampir mirip dengan saat tanpa halangan. Selain itu, total *error* atau kumulatif *error* untuk percobaan *odometry* dengan banyak halangan dan pemilihan *docking station* secara acak

cukup besar. Nilai total *error* tersebut adalah 30,21 cm.



Gambar 9. Pencapaian 5 titik *docking station* secara acak dengan banyak halangan.

Nilai rata-rata dari kumulatif *error* tersebut dapat ditoleransi karena masih lebih kecil dibandingkan ukuran robot yang memiliki panjang 19,7 cm dan lebar 17 cm. Selain itu, posisi robot saat mencapai *docking station* selalu berada di atas titik *docking station*.

IV. SIMPULAN

Setelah dilakukan percobaan pencapaian *docking station* dengan menggunakan 5 titik *docking station* dan beberapa halangan serta dalam mode acak ataupun berurutan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Kesimpulan tersebut adalah *mobile robot* dapat menghindari halangan yang ada dengan baik menggunakan metode *behavior-based*.

Kendali PI dapat bekerja dengan baik untuk menjaga *heading error* mendekati nol sehingga *mobile robot* dapat menuju titik *docking station* dengan benar. Selain kerena slip pada roda, kesalahan yang terjadi dalam pencapaian *docking station* dengan metode *odometry* dapat juga disebabkan oleh pembatasan minimal posisi robot berhenti terhadap *docking station*.

Tabel 4. Pengujian pencapaian *docking station* secara acak dengan banyak halangan

Titik ke-	Koordinat asli (x, y)	Koordinat robot (x, y)	Kesalahan (<i>Error</i>) (cm)		Kesalahan kumulatif (cm)
			x	y	
1	(0, 145)	(1, 140)	1	-5	5,10
2	(145, 145)	(139, 144)	-6	-1	6,08
3	(145, 0)	(147, -2)	2	-2	2,83
4	(145, 145)	(144, 132)	-1	-13	13,04
5	(145, 0)	(146, 3)	1	3	3,16
Total <i>error</i>					30,21
Rata-rata <i>error</i>					6,04

V. RUJUKAN

- [1] S. Rifandi, I. A. Sulistijono, S. Kuswadi, "Pencarian Jalur Terpendek Dalam Proses Autodocking Pada Mobile Robot Menggunakan Artificial Bee Colony", *Jurnal Inovtek Polbeng*, Vol. 9, 2019, pp. 204-213.
- [2] C. Ricaud and P. Vollet, "Connection Method For Charging Systems A Key Element For Electric Vehicle", Schneider Electric Conference, France, pp. 1-11, 2010.

- [3] H. Maghfiroh. (view Maret. 2020). “Dunia kereta–sistem propulsi KRL”[Online].Available:<http://www.keretalistrik.com/2016/07/dunia-kereta-sistem-propulsi-krl.html>.
- [4] Sham Shui Po, Hong Kong, “*Typical Electric Vehicle Charging Methods*”, CLP Power, 2013.
- [5] K. H. Kim, H. D. Choi, S. Yoon, K. W. Lee, H. S. Ryu, C. K. Woo, and Y. K. Kwak, “*Development Of Docking System For Mobile Robots Using Cheap Infrared Sensors*”, *1st International Conference on Sensing Technology, New Zealand*, pp. 287-291, 2005.
- [6] S. Roh, J. H. Park, Y. H. Lee, Y. K. Song, K. W. Yang, M. Choi, H. S. Kim, H. Lee, and H. R. Choi, “*Flexible Docking Mechanism With Error Compensation Capability For Auto Recharging System Of Mobile Robot*”, *International Journal of Control, Automation, and Systems*, Vol. 6, pp. 731-739, 2008.
- [7] R. Purwanto and D. Purwanto, “Rancang Bangun Sistem Autodocking Untuk Pengisian Baterai Pada Mobile Robot”, *Surabaya, Indonesia : Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, 2009.
- [8] K. Varun Raj, K. Patil, D. V. K. Kariappa, and A. M. Jakati, “*A Beacon-Based Docking System For An Autonomous Mobile Robot*”, *National Conference on Mechanisms and Machines (NaCoMM07), India*, pp. 1-7, 2007.
- [9] M. Ashary, I. A. Sulistijono, Z. Darojah, “Proyek Mobile Robot Penghindar Halangan: Sistem Navigasi Pada Mobile Robot Menggunakan Metode Behavior-Based”, *Jurnal Mekanika dan Energi PENS*, Vol. 3, pp. 1-10, 2014.
- [10] Katsuhiko O., Modern Control Engineering, Pearson Education, 5th Edition, 2010.
- [11] D. W. Wardhana, A. Wahyudi, dan H. Nurhadi, “Perancangan Sistem Kontrol PID Untuk Pengendali Sumbu Azimuth Turret Pada *Turret-Gun Kaliber 20 Mm*”, *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 5, pp. 512-516. 2016.
- [12] B. S. Marta, F. Ardilla, dan A. R. A. Besari, “Path Tracking Pada Mobile Robot Dengan Umpan Balik Odometry”, *Proceedings of IES 2011 – Emerging Technology For Better Human Life, Indonesia*, pp. 1-8, 2011.