

Implementasi Teknik PWM Pada Stim Sterilisasi Baglog Jamur Tiram Berbasis Arduino

Prastian Hakim¹, Devri Suherdi², Widiarti Rista Maya³, Rini Kustini⁴

¹Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

^{2,4}Sistem Informasi, STMI Triguna Dharma

³Teknik Komputer, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹prastianh2906@gmail.com, ²devrisuherdi10@gmail.com, ³widiartirm87@gmail.com

⁴rinikustini.tgd@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: prastianh2906@gmail.com

Abstrak

Pada saat pembuatan media tumbuh jamur (baglog) sering sekali terjadi kontaminasi yang disebabkan kurang sterilnya media yang digunakan. Banyak factor terjadinya kontaminasi salah satunya adalah kurang maksimalnya proses sterilisasi. Pada umumnya sterilisasi dilakukan menggunakan stim selama kurang lebih 8 jam. Waktu yang cukup Panjang tersebut mengakibatkan produsen lalai dalam proses sterilisasi karena kurang efisien jika proses sterilisasi dipantau secara manual dengan waktu 8 jam. Maka dari itu dirancanlah sistem otomatis untuk mengontrol proses sterilisasi baglog. Sistem otomatis yang dirancang ini menggunakan Arduino Uno R3, sensor DS18B20, LCD dan motor servo, serta penerapan sistem kendali Pulse Width Modulation (PWM) dalam pengpengaturan besar api sehingga penggunaan gas lebih efisien dan produsen lebih menghemat waktu. Sistem ini dapat mengatur besar api dengan mengatur putaran pada kompor sesuai dengan suhu pada stim. Sistem ini dirancang dengan 3 tingkatan suhu dengan sistem kerja jika suhu kurang dari 60 oC maka putaran yang dihasilkan 50%, jika suhu lebih dari 60oC maka putaran yang dihasilkan 70%, dan jika suhu lebih dari 100 oC maka menghasilkan putaran 90%. Pada sistem ini api diatur dengan cara memberi nilai duty cycle pada motor servo sesuai dengan nilai suhu yang terdeteksi. Serta dengan sistem ini diharapkan dapat mengurangi kontaminasi dalam pembuatan baglog.

Kata Kunci: Sterilisasi, Baglog, Arduino Uno, Sensor DS18B20, PWM, LCD, Motor Servo.

1. PENDAHULUAN

Budidaya jamur tiram sejatinya adalah pemanfaatan limbah serbuk kayu sebagai bahan baku pembuatan baglog jamur [1]. Saat ini budidaya jamur tiram sedang banyak diminati masyarakat terutama generasi millennial dan zenial karena budidaya jamur tiram tidak membutuhkan lahan yang luas dan perawatannya yang mudah. Namun dibalik mudahnya melakukan budidaya jamur tiram, ada proses yang cukup Panjang untuk membuat media tumbuh jamur tersebut yang biasa disebut baglog. Baglog adalah Media tanam jamur yang digunakan sebagai bahan produksi jamur. Pada media ini nantinya akan dikondisikan agar tumbuh jamur. Istilah baglog mengandung arti kantung (bag) media berbentuk kayu gelondongan (log). Ketika plastik media dilubangi atau sobek, dari lubang itulah akan tumbuh jamur.

Pembuatan baglog (media tumbuh) jamur tiram tidak semudah membudidayakannya. Untuk membuat baglog diawali dengan mencampur bahan bahan seperti serbuk kayu, bekatul dan kapur. Kemudian bahan yang sudah dicampur tersebut diberi air sekitar 60% - 70%. Setelah itu bahan yang sudah dicampur dan diberi air harus dikompos minimal 1 malam atau biasa disebut fermentasi. Setelah itu bahan yang sudah terfermentasi akan dimasukkan ke dalam plastic dan dilakukan proses sterilisasi. Proses sterilisasi ini adalah bagian terpenting dalam pembuatan baglog. Karena jika proses sterilisasi tidak maksimal maka dapat mengakibatkan kurangnya hasil panen bahkan gagal panen.

Pada umumnya sterilisasi dilakukan dengan cara mengukus baglog menggunakan drum bekas selama 8 jam. Namun lamanya waktu sterilisasi tidak menjamin berhasilnya proses sterilisasi karena dibutuhkan panas uap minimal 100°C dan panas ini harus dijaga selama minimal 1 jam. Agar 1 tabung gas cukup untuk sterilisasi 1 drum maka pengaturan api pada kompor juga harus sesuai. Pada awal sterilisasi dibutuhkan api yang kecil sampai suhu mencapai 60°C kemudian dibutuhkan api sedikit lebih besar sampai mencapai suhu 100°C. Setelah suhu mencapai 100°C maka dibutuhkan api yang besar agar suhu tetap stabil. Masalah yang sering terjadi adalah terkadang pengaturan api yang tidak sesuai mengakibatkan tidak stabil dan tidak tercapainya suhu yang ditargetkan.

Berdasarkan permasalahan diatas maka dibutuhkan sistem cerdas yang dapat mengatur api kompor agar suhu pada proses sterilisasi tercapai dan stabil setelah targetnya tercapai. Untuk membangun sistem ini digunakan teknik *Pulse Width Modulation* berbasis Arduino. *Pulse Width Modulation* (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda [2]. Pada sistem ini nantinya teknik PWM akan digunakan untuk mengatur api dengan cara memutar tuas pada kompor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

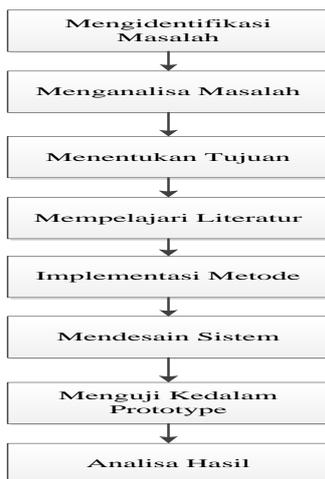
2.1 Instrumen Penelitian

Pada penelitian stim sterilisasi baglog jamur tiram ini disertakan metode penelitian yang dapat dilakukan mahasiswa pada pembuatan skripsi ini, yakni antara lain sebagai berikut :

1. *Study Literature*
Metode ini dilakukan dengan mencari referensi melalui media seperti buku, dan jurnal, guna mengumpulkan data komponen yang dapat digunakan sebagai panduan atau pedoman dalam melakukan penelitian ini.
2. *Eksperimen* atau percobaan langsung
Metode ini proses uji coba terhadap sistem guna memperbaiki permasalahan yang terjadi, sehingga sistem yang akan dibangun dapat bekerja dengan baik.

2.2 Kerangka Kerja

Kerangka kerja merupakan langkah-langkah yang harus dilalui sehingga penelitian akan berjalan dengan baik. Dalam penelitian skripsi ini terdapat beberapa kerangka kerja yang akan dilaksanakan untuk mencapai tujuan penelitian yang diinginkan. Kerangka kerja pada sistem dimulai dengan melakukan pengamatan masalah pada penelitian, kemudian dilanjutkan dengan mencari solusi yang sesuai, lalu memasukkan metode yang sesuai untuk menyelesaikan masalah yang ditemui, dan setelah semua proses dikerjakan maka akan diakhiri dengan analisa kembali sistem yang dibuat untuk memastikan sistem berajalan sesuai dengan yang diinginkan. Gambaran kerja yang dibutuhkan dalam pembuatan penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Kerja Penelitian

2.3 Algoritma Sistem

Pada penerapan metode PWM (*Pulse Width Modulation*) dengan sistem pengatur besarnya api pada stim berdasarkan data dari sensor ds18b20 sebagai input dalam proses pengaturan api. Nilai Pulse Width Modulation pada sistem ini menggunakan resolusi 8 bit(255), yang artinya setiap nilai kecepatan direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 254. Berikut nilai *Pulse Width Modulation* (PWM) yang akan diimplementasikan pada sistem :

1. Duty cycle = 50%
PWM = Duty cycle x Besar resolusi
PWM = 50% x 255
= 127.5.

Pada saat duty cycle = 50% dan resolusi yang digunakan adalah 8 bit maka nilai dari duty cycle direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 254 sehingga dihasilkan nilai PWM sebesar 127.5.

2. Duty cycle = 70%
PWM = Duty cycle x Besar resolusi PWM
= 70% x 255
= 178.5.

Pada saat duty cycle = 70% dan resolusi yang digunakan adalah 8 bit maka nilai dari duty cycle direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 254 sehingga dihasilkan nilai PWM sebesar 178.5.

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Duty cycle} &= 90\% \\
 \text{PWM} &= \text{Duty cycle} \times \text{Besar resolusi} \\
 \text{PWM} &= 90\% \times 255 \\
 &= 229.5.
 \end{aligned}$$

Pada saat duty cycle = 90% dan resolusi yang digunakan adalah 8 bit maka nilai dari duty cycle direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 254 sehingga dihasilkan nilai PWM sebesar 229.5.

Dan tegangan output pada sistem ini adalah tegangan total yang dikalikan dengan duty cycle yang telah yang ditentukan. Tegangan total yang digunakan adalah 5V. berikut nilai tegangan output pada masing-masing duty cycle :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Duty cycle} &= 50\% \\
 \text{V out} &= \text{Duty cycle} \times \text{V in} \\
 &= 50\% \times 5 \text{ Volt} \\
 &= 2.5 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Tegangan output yang dihasilkan dari nilai tiap duty cycle dengan total, tegangan total yang digunakan untuk output adalah 5 Volt. Maka tegangan output pada motor servo yang dihasilkan pada saat duty cycle 50% adalah 2.5 Volt.

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Duty cycle} &= 70\% \\
 \text{V out} &= \text{Duty cycle} \times \text{V in} \\
 &= 70\% \times 5 \text{ Volt} \\
 &= 3.5 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Sama halnya dengan kondisi duty cycle 50%, pada saat duty cycle 70% tegangan total yang digunakan untuk output adalah 5 Volt. Maka tegangan output pada motor servo yang dihasilkan pada saat duty cycle 70% adalah 3.5 Volt.

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Duty cycle} &= 90\% \\
 \text{V out} &= \text{Duty cycle} \times \text{V in} \\
 &= 90\% \times 5 \text{ Volt} \\
 &= 4.5 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Sama halnya dengan kondisi duty cycle 50% dan 70%, pada saat duty cycle 90% tegangan total yang digunakan untuk output adalah 5 Volt. Maka tegangan output pada motor servo yang dihasilkan pada saat duty cycle 90% adalah 4.5 Volt. Dan sudut pergerakan total motor servo 5 V pada sistem ini adalah 180, dimana nilai 180 ini didapatkan berdasarkan karakteristik motor servo. Pergerakan sudut total ini akan dikalikan dengan duty cycle tiap level besarnya api. Berikut nilai pergerakan sudut motor servo pada masing-masing duty cycle:

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Duty cycle} &= 50\% \\
 \text{PWM} &= \text{Duty cycle} \times \text{Sudut Total Motor} \\
 &= 50\% \times 180^\circ \\
 &= 90^\circ
 \end{aligned}$$

Representasi nilai tiap duty cycle dengan sudut motor servo. Pada saat duty cycle 50%, nilai duty cycle di kalikan dengan 180° dan menghasilkan sudut putaran 90°.

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Duty cycle} &= 70\% \text{ PWM} \\
 &= \text{Duty cycle} \times \text{Sudut Total Motor} \\
 &= 70\% \times 180^\circ \\
 &= 126^\circ
 \end{aligned}$$

Representasi nilai tiap duty cycle dengan sudut motor servo. Pada saat duty cycle 70%, nilai duty cycle di kalikan dengan 180° dan menghasilkan sudut putaran 126°.

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Duty cycle} &= 90\% \text{ PWM} \\
 &= \text{Duty cycle} \times \text{Sudut Total Motor} \\
 &= 90\% \times 180^\circ \\
 &= 162^\circ
 \end{aligned}$$

Representasi nilai tiap duty cycle dengan sudut motor servo. Pada saat duty cycle 90%, nilai duty cycle di kalikan dengan 180° dan menghasilkan sudut putaran 162°.

Tabel 1. Pengujian Motor DC

Komponen	Suhu	Kondisi	Nilai PWM	Tegangan
MOTOR SERVO	0°C-50°C	Api Kecil	127.5	2.5 V
	51°C-70°C	Api Sedang	178.5	3.5 V
	71°C-100°C	Api Besar	229.5	4.5 V

2.4 Jamur Tiram

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) adalah jamur pangan dari kelompok *Basidiomycota* dan termasuk kelas Homobasidiomycetes dengan ciri ciri umum tubuh buah berwarna putih hingga krem dan tudungnya berbentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung [3].

2.5 Sensor DS18B20

Sensor suhu ds18b20 adalah sensor suhu yang menggunakan *interface one wire*, sehingga hanya menggunakan kabel yang sedikit dalam instalasinya [4].

2.6 Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dalam pulsa dalam satu periode, untuk mendapatkan tegangan rata rata yang berbeda [5].

2.7 Arduino

Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer) [6].

Arduino Uno juga merupakan kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel [7].

2.8 Motor Servo

Motor servo merupakan motor yang bekerja berdasarkan cara kerja closed loop sehingga dapat diatur seberapa besar sudut putaran motor servo. Pengaturan sudut motor servo dapat diatur dengan menggunakan masukan *Pulse Width Modulation* (PWM). Besarnya torsi yang digunakan pada tipe motor servo SG90 adalah 9.40 Kg-cm, dengan torsi sebesar itu kiranya sudah cukup digunakan untuk memutar poros motor servo. Untuk mengendalikan motor servo berbeda dengan motor DC biasa dapat mengendalikan motor servo perlu adanya PWM (*Pulse Width Modulation*) [8].

2.9 LCD

Merupakan perangkat yang biasa digunakan sebagai media display yang terbuat dari bahan cairan kristal. Jenis yang biasa digunakan pada penelitian skala kecil berupa LCD 16x2 yang mampu menampilkan 32 karakter terdiri dari 2 baris dengan tiap baris menampilkan 16 karakter [9].

2.10 Modul I2C

I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Modul LCD pada normalnya dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya [10].

2.11 Arduino IDE

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*. IDE merupakan program yang digunakan untuk membuat program pada Arduino [11].

2.12 Google Sketchup

Google SketchUp adalah program grafis 3D yang dikembangkan oleh Google yang mengombinasikan seperangkat alat (tools) yang sederhana, namun sangat handal dalam desain grafis 3D di dalam layar komputer [12].

2.13 Proteus

Proteus merupakan gabungan dari program ISIS dan ARES. Dengan penggabungan kedua program ini maka skematik rangkaian elektronika dapat dirancang serta disimulasikan dan dibuat menjadi layout PCB [13].

2.14 Flowchart

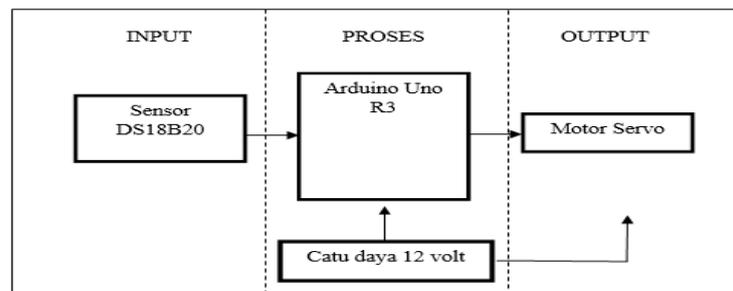
Flowchart merupakan representasi secara simbolik dari suatu algoritma atau prosedur untuk menyelesaikan suatu masalah, dengan menggunakan Flowchart akan memudahkan pengguna melakukan pengecekan bagian bagian yang terlupakan dalam analisis masalah, disamping itu Flowchart juga berguna sebagai penyajian yang sistematis tentang proses dan logika dari kegiatan penanganan informasi atau penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi arsitektur sistem, *flowchart*, rangkaian sistem serta pengujian sistem terhadap alat yang sudah dibuat. Adapun penjelasan mengenai masing-masing pembahasan dapat dilihat sebagai berikut.

3.1 Arsitektur Sistem

Sebelum melakukan perancangan sistem dibuatlah diagram blok yang akan menjelaskan aliran input, proses, output.



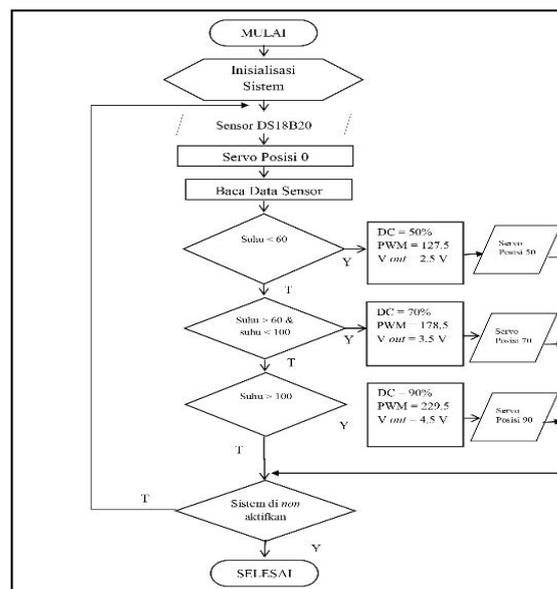
Gambar 2. Konfigurasi Blok Diagram

Pada gambar di atas menggambarkan suatu konfigurasi rancangan sistem alat. Terdapat beberapa blok yang bertugas dengan fungsinya masing-masing.

1. Sensor DS18B20
Sensor DS18B20 berfungsi sebagai pendeteksi suhu pada stim untuk menentukan output pada motor servo yang mengatur besarnya api.
2. Arduino Uno R3
Arduino Uno R3 pada sistem ini juga digunakan untuk menerima data input dari sensor DS18B20 yang akan mengirimkan hasil prosesnya ke motor servo.
3. Motor Servo
Digunakan sebagai output yang fungsinya sebagai alat yang mengatur besar kecilnya api.

3.2 Flowchart

Flowchart merupakan bagian yang menunjukkan alur kerja atau apa yang sedang dikerjakan di dalam sebuah sistem secara keseluruhan dan menjelaskan urutan dari prosedur-prosedur yang ada di dalam sistem. *Flowchart* akan memberikan gambaran aliran data dari setiap input, proses, output. Pada sistem yang akan dibangun dimulai dengan menghubungkan sumber daya untuk mengaktifkan sistem, dilanjutkan dengan membaca input pendeteksian dari sensor DS18B20 hingga menerapkan output pada motor servo sesuai dengan data input dari sensor.



Gambar 3. Flowchart

3.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahapan atau proses yang dilalui hingga sistem berjalan sesuai keinginan, dimulai dari rancang blok diagram, flowchart, perakitan, penulisan listing program, hingga perumusan kesimpulan. Setelah semua kebutuhan sistem yang telah disiapkan sudah terpenuhi, maka tahapan selanjutnya adalah menerapkan dan membangun sistem yang akan di buat.

3.3.1 Rangkaian Sensor DS18B20

Pada rangkaian sensor ds18b20 dihubungkan ke arduino. Pada sensor ds18b20 pin vcc dan gnd dihubungkan pada pin vcc dan gnd pada arduino. Sedangkan pin data pada sensor ds18b20 dihubungkan pada pin A0 pada arduino.



Gambar 4. Rangkaian Sensor DS18B20

3.3.2 Rangkaian LCD

Pada rangkaian LCD dihubungkan ke arduino. Pada LCD pin vcc dan gnd dihubungkan pada pin vcc dan gnd pada arduino. Sedangkan pin SDA pada LCD dihubungkan pada pin A4 pada arduino dan pin SCL dihubungkan pada pin A5



Gambar 5. Rangkaian LCD

3.3.3 Rangkaian Motor Servo

Pada rangkaian motor servo dihubungkan ke arduino. Pada motor servo pin vcc dan gnd dihubungkan pada pin vcc dan gnd pada arduino. Sedangkan pin output pada motor servo dihubungkan pada pin 11 pada arduino.



Gambar 6. Rangkaian Motor Servo

3.4 Pengujian Sistem

Pada gambar 7 ditunjukkan kondisi sensor ds18b20 mendeteksi suhu dibawah 60 ° C maka servo bergerak ke posisi 50 dengan duty cycle 50%. Nilai pwm pada sistem ini menggunakan resolusi 8 bit(255), yang artinya setiap nilai output direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 254. Maka nilai output yang akan diimplementasikan pada sistem adalah $output = 50\% \times 255 = 127.5$ byte.



Gambar 7. Kondisi Posisi Servo 50

Pada gambar 8 ditunjukkan kondisi sensor ds18b20 mendeteksi suhu diatas 60 ° C maka servo bergerak ke posisi 70 dengan duty cycle 70%. Nilai pwm pada sistem ini menggunakan resolusi 8 bit(255), yang artinya setiap nilai output direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 254. Maka nilai output yang akan diimplementasikan pada sistem adalah $output = 70\% \times 255 = 178.5$ byte.



Gambar 8. Kondisi Posisi Servo 70

Pada gambar 9 ditunjukkan kondisi sensor ds18b20 mendeteksi suhu diatas 100 ° C maka servo bergerak ke posisi 90 dengan duty cycle 90%. Nilai pwm pada sistem ini menggunakan resolusi 8 bit(255), yang artinya setiap nilai output direpresentasikan dengan angka 0 sampai dengan 254. Maka nilai output yang akan diimplementasikan pada sistem adalah $output = 90\% \times 255 = 229.5$ byte.



Gambar 9. Kondisi Posisi Servo 90

4. KESIMPULAN

Membuat Stim Sterilisasi baglog jamur tiram ini menggunakan sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu uap pada stim sebagai input untuk menentukan putaran servo sebagai pengatur besarnya api. Cara mengimplementasikan sistem kendali *Pulse Width Modulation* pada stim Sterilisasi baglog jamur tiram sensor DS18B20 digunakan sebagai pendeteksi suhu uap pada stim dan arduino akan mengaktifkan motor servo untuk mengatur besarnya api. Mengatur besar kecilnya api pada stim Sterilisasi baglog jamur tiram sistem ini diterapkan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) dengan cara memberi nilai *duty cycle* pada servo sesuai dengan suhu yang terdeteksi. jika suhu yang terdeteksi kurang dari 60 °C maka *duty cycle* pada servo adalah 50%. jika suhu yang terdeteksi lebih besar dari 60 °C dan lebih kecil dari 100 °C maka *duty cycle* pada servo adalah 70%. jika suhu yang terdeteksi diatas 100 °C maka *duty cycle* pada servo adalah 90%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Devri Suherdi, S.Kom., M.Kom., dan Ibu Widiarti Rista Maya, S.T., M.Kom atas bimbingannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik serta pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Isnayati, "Budidaya Jamur Tiram Tanpa Menggunakan Plastik Baglog," *Indones. J. Lab*, vol. 1, p. 14, 2020.
- [2] F. B. Lubis and A. Yanie, "Implementasi Pulse Width Modulation (PWM) Pada Penyaluran Limbah Cair Pupuk Kelapa Sawit Berbasis Arduino," vol. 1099, pp. 39–46.
- [3] M. Riski, A. Alawiyah, M. Bakri, and N. U. Putri, "Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 67–79, 2021.
- [4] M. Imam, E. Apriaskar, and Djunaidi, "Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu Ds18B20," *J. J-Ensitem*, vol. 06, no. 01, pp. 347–352, 2019.
- [5] R. I. S. and H. Hartono, "Rancang Bangun Pulse Width Modulation (PWM) Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Arduino," *J. Penelit.*, vol. 3, no. 1, pp. 50–58, 2018, doi: 10.46491/jp.v3e1.31.50-58.
- [6] P. Handoko, "SISTEM KENDALI PERANGKAT ELEKTRONIKA MONOLITIK BERBASIS ARDUINO UNO R3," *SEMNAS TEK*, 2017.
- [7] M. D. Syahputra, U. F. S. Sitorus Pane, and D. Suherdi, "Rancang Bangun Palang Otomatis Zebra Cross Menggunakan Metode Pulse Width Modulation Berbasis Arduino," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 2, p. 50, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i2.5137.
- [8] P. Ilmiah, A. R. Wiguna, P. S. Informatika, F. I. Komputer, and U. B. Lampung, "ANALISIS CARA KERJA SENSOR ULTRASONIC DAN MOTOR SERVO MOTOR SERVO," 2020.
- [9] H. Suryantoro, "Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali," *Indones. J. Lab*, vol. 1, p. 20, 2019.
- [10] R. Y. Endra, A. Cucus, F. N. Afandi, and M. B. Syahputra, "Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 10, 2019.
- [11] F. Rahmadayanti, "Aplikasi Android Lampu Led Berbasis Arduino," *J. Ilm. Betrik*, vol. 7, pp. 114–127, 2016.
- [12] R. Manullang, "Mudah Membuat Desain 3D dengan Google SketchUp," A. I. Kelompok Gramedia, Ed. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2017, p. 1.
- [13] Destiarini and P. W. Kumara, "Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328," *J. Informanika*, vol. 5, no. 1, pp. 18–25, 2019.
- [14] J. Hutagalung, H. Winata, and H. Jaya STMIK Triguna Dharma, "J-SISKO TECH Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD Perancangan Dan Implementasi E-Learning Berbasis Web Pada SMA Negeri 1 Siantar," ■, vol. 62, no. 1, pp. 62–68, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharmia.ac.id/index.php/jsk/article/viewFile/90/43>