

Sistem Kontrol Suhu, Kelembaban, Serta Monitoring Ketinggian Penyimpanan Air Pada Kandang Ulat Maggot Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266

Mohamad Ryan Nurohman¹, Danang Erwanto², Iska Yanuartanti.³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri, Kediri

E-mail: ¹ryannurohman25@gmail.com, ²danangerwanto@uniska-kediri.ac.id,

³iska.yanuartanti@uniska-kediri.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted:

July 16, 2024

Accepted:

July 18, 2024

Published:

July 31, 2024

ABSTRACT

Currently, maggot cultivation has been widely practiced, but it is still traditionally done by putting maggot caterpillars in a box, feeding them and leaving them alone. Maggot farmers often ignore temperature and humidity control in maggot cultivation, even though it greatly affects the development of maggot caterpillars. This study aims to design a temperature control system tool, humidity in maggot caterpillar cultivation cages using the NodeMCU ESP8266 microcontroller. In testing the tool as a whole for 7 days where data is taken every 3 hours starting from 06.00- 21.00, the average temperature in the cage is 30.31°C and the average humidity is 69.34% and the percentage error on the tool is 0%. Maggot caterpillars that grow in the cultivation house are much faster than maggots that grow conventionally. This can be seen on day 7, maggots living in the cultivation house have a size of 0.5-1.3 cm while maggots living conventionally have a size of 0.5-1.1 cm.

Keywords:

Maggot caterpillar,
NodeMCU ESP8266,
DHT-22, HC-SR04

Kata Kunci:

Ulat Maggot, NodeMCU
ESP8266, DHT-22,
HC-SR04

ABSTRAK

Sekarang ini budidaya ulat maggot sudah banyak dilakukan akan tetapi masih secara tradisional dengan meletakkan ulat maggot pada box, diberikan makan dan dibiarkan begitu saja. Peternak maggot sering kali mengabaikan terkait pengontrolan suhu dan kelembaban pada budidayamaggot, padahal hal tersebut sangat berpengaruh terhadap perkembangan ulat maggot. Penelitian ini bertujuan merancang alat sistem kontrol suhu, kelembaban pada kandang budidaya ulat maggot dengan menggunakanmikrokontroler NodeMCU ESP8266. Dalam pengujian alat secara keseluruhan selama 7 hari dimana diambil data setiap 3 jam sekali mulai dari pukul 06.00-21.00 diperoleh rata-rata suhu pada kandang adalah 30.31°C dan kelembaban rata-rata 69.34% serta persentase error pada alat adalah 0%. Ulat maggot yang tumbuh di rumah budidaya jauh lebih cepat dibandingkan dengan maggot yang tumbuh secara konvensional. Hal tersebut dapat dilihat pada hari ke-7, maggot yang hidup pada rumah budidaya memiliki ukuran 0.5-1.3 cm sedangkan maggot yang hidup secara konvensional memiliki ukuran 0.5-1.1 cm.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Mohamad Ryan Nurohman,

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri

Jalan Sersan Suharmadji No. 38, Kota Kediri, Jawa Timur, Indonesia.

Email: ryannurohman25@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sekarang ini budidaya ulat maggot sudah banyak dilakukan akan tetapi masih secara tradisional dengan meletakkan ulat maggot pada box, diberikan makan dan dibiarkan begitu saja. Peternak maggot sering kali mengabaikan terkait pengontrolan suhu dan kelembaban pada budidaya maggot padahal hal tersebut sangat berpengaruh terhadap perkembangan ulat maggot budidaya ulat maggot sangat berpotensi untuk diterapkan dengan menggunakan perkembangan teknologi. Ulat maggot memerlukan suhu dan kelembaban yang sesuai untuk perkembangan dan pertumbuhan agar maksimal yaitu suhu 30°C dan 36°C[1] dan kelembaban 60%-70% [2]. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat alat sistem kontrol suhu dan kelembaban serta memonitoring ketinggian penyimpanan air berbasis IoT. *Internet of Things* adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung[3].

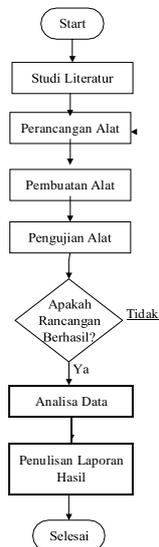
Pada alat tersebut menggunakan sensor DHT-22 dimana DHT-22 mengirimkan perubahan resistansi ke mikrokontroler sebagai sinyal digital dan nilainya diproses sebagai data suhu dan kelembaban[4]. Selain itu pada alat ini menggunakan sensor HC-SR04 yang merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur sebuah jarak dengan memanfaatkan sinyal ultrasonik untuk mengetahui jarak[5]. Data suhu, kelembaban, ketinggian penyimpanan air akan dikirimkan ke blynk. Blynk merupakan platform untuk aplikasi sistem operasi *mobile* yang bertujuan untuk mengontrol modul seperti Arduino, raspberry pi, esp8266, wemos d1, dan lainnya melalui internet [6]. Perangkat keras lain yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 yang memiliki ukuran Panjang 4.83 cm dan lebar 2.54 cm yang membuatnya mudah berkembang perangkat berbasis internet karena sudah dilengkapi dengan modul komunikasi *wireless firewall(WiFi)*[7]. Pemrograman NodeMCU ESP8266 menggunakan perangkat lunak Arduino IDE yang dibuat dengan Bahasa pemrograman java dan dilengkapi dengan *library C/C+* atau juga bisa disebut dengan *wiring*[8].

Output dari alat tersebut adalah kipas angin DC 12volt yang merupakan sebuah perangkat pendingin yang menggunakan energi listrik Dc untuk menjalankan kipas tersebut[9]. Output lainnya adalah pompa air DC yang digunakan untuk membantu menyempatkan air saat kelembaban kering. Pompa air DC digunakan dalam robotika atau proyek dalam pembuatan aplikasi yang berbasis microcontroller[10]. Output alat tersebut akan diatur oleh relay yang merupakan suatu komponen elektromekanis yang mempunyai 2 bagian utama yaitu elektromagnet (kumparan) dan mekanik (saklar kontak) yang dioperasikan secara elektrik[11].

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau sering dikenal dengan *research and development* yang secara umum dapat dipahami sebagai sarana pengumpulan data yang kemudian digunakan untuk menghasilkan dan mengembangkan suatu penelitian. Dengan melakukan studi literatur dan pengembangan terhadap penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian dan pengembangan dimana penelitian ini bertujuan merancang alat sistem kontrol suhu, kelembaban pada kandang budidaya ulat maggot dengan input suhu dan kelembaban serta output on/off kipas angin dc, on/off lampu, dan on/off pompa air dc serta monitoring ketinggian penyimpanan air yang digunakan untuk menyempatkan air pada saat kelembaban di kandang maggot tidak sesuai dengan yang diinginkan.

2.1. Tahapan Penelitian



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Pada proses penyusunan penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk mencapai hasil akhir seperti yang diinginkan. Beberapa tahapan sebagai berikut :

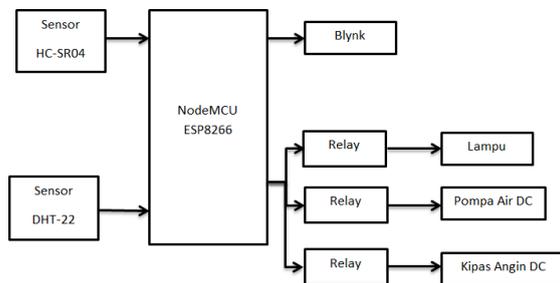
1. Studi Literatur : dalam tahapan ini adalah mengumpulkan dan mempelajari berbagai sumber referensi atau dasar teori yang berkaitan dengan judul “Sistem Kontrol Suhu, Kelembaban, Serta Monitoring Ketinggian Penyimpanan Air Pada Kandang Ulat Maggot Berbasis IOT Menggunakan NodeMCU ESP8266.
2. Perancangan Alat : dalam tahapan ini adalah melakukan perancangan alat pengontrol suhu, kelembaban, serta monitoring ketinggian penyimpanan air menggunakan software arduino ide dan blynk sebagai pembaca data.
3. Pembuatan Alat : dalam tahapan ini adalah pembuatan alat hardware dan software yang diinginkan peneliti.
4. Pengujian Alat : dalam tahapan ini dilakukan pengujian alat dan sistem yang telah dibuat sesuai keinginan peneliti. Jika alat yang dibuat tidak sesuai dengan yang diinginkan peneliti, maka akan kembali ketahap pembuatan alat.
5. Analisis Data : dalam tahapan ini dilakukan analisis data dari hasil yang telah diperoleh.
6. Penulisan Laporan : dalam tahapan ini adalah menulis hasil penelitian yang telah diuji dan diperoleh.

2.2. Alat Dan Bahan

Sebelum merancang alat, terdapat kebutuhan-kebutuhan yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut :

1. Power Supply
2. Adaptor Cps
3. NodeMCU ESP8266
4. Sensor DHT-22
5. Sensor HC-SR04
6. Pompa Air Dc
7. Relay
8. Kipas Angin Dc
9. Modul Step Down
10. Lampu
11. Kabel
12. Arduino Ide
13. Aplikasi Blynk

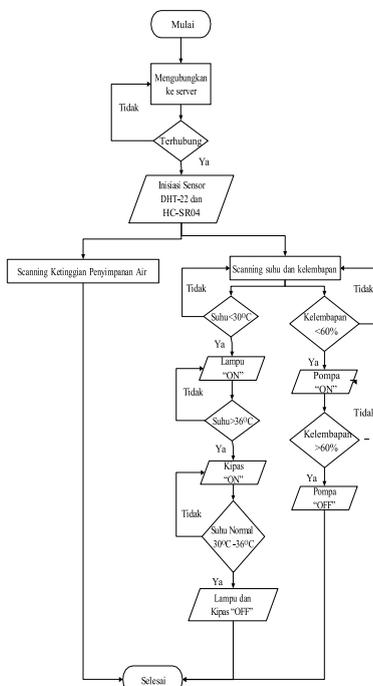
2.3. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras



Gambar 2 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Pada gambar 2 dapat dilihat sensor DHT-22 membaca suhu dan kelembaban dan akan diteruskan ke NodeMCU ESP8266. Selanjutnya NodeMCU ESP8266 mengirimkan data ke IoT. Jika suhu terlalu panas maka akan memerintahkan relay untuk menyalakan kipas angin dc dan akan memerintahkan relay untuk mematikan kipas angin dc jika suhu stabil. Kemudian jika suhu terlalu rendah maka akan memerintahkan relay untuk menyalakan lampu dan jika kelembaban terlalu kering akan memerintahkan relay untuk menyalakan pompa air dc untuk menyemprotkan air yang selanjutnya data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi blynk. Sensor HC-SR04 akan membaca ketinggian penyimpanan air dan akan diteruskan ke NodeMCU ESP8266 dan data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi blynk.

2.4. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada gambar 3.6 menampilkan flowchart perancangan perangkat lunak sistem kontrol suhu, kelembaban serta monitoring ketinggian penyimpanan air pada kandang ulat maggot. Sensor HC-SR04 akan menangkap data jarak ketinggian penyimpanan air yang nantinya akan diterima oleh NodeMCU ESP8266 dan akan diteruskan ke server aplikasi melalui koneksi wifi dan kemudian data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi di smartphone. Sensor DHT-22 akan menangkap data suhu dan kelembaban pada kandang ulat maggot yang nantinya akan diterima oleh NodeMCU ESP8266 dan akan diteruskan ke server aplikasi melalui koneksi wifi dan kemudian data tersebut akan ditampilkan pada aplikasi blynk. Jika suhu <30°C NodeMCU akan memerintahkan relay untuk menyalakan lampu, jika suhu >36°C NodeMCU akan memerintahkan relay untuk menyalakan kipas angin dc, dan jika suhu diantara 30°C dan 36°C atau bisa dikatakan stabil maka NodeMCU akan memerintahkan relay untuk mematikan kipas

angin dc dan lampu. Jika kelembaban $<60\%$ maka NodeMCU akan memerintahkan relay untuk menyalakan pompa air dan jika kelembaban diatas $>60\%$ maka NodeMCU akan memerintahkan relay untuk mematikan pompa air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Alat



Gambar 4 Hasil Perancangan Alat

Pada gambar 4 adalah hasil rancangan kandang dengan sistem kontrol suhu dan kelembaban otomatis serta monitoring ketinggian penyimpanan air dari depan. Secara keseluruhan kandang memiliki panjang 80 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 40 cm. Pada sisi atas kandang terdapat lampu yang berfungsi untuk menormalkan suhu apabila suhu kandang terlalu dingin, pada bagian kiri kandang terdapat kipas angin dc yang berfungsi menstabilkan suhu kandang apabila terlalu panas, pada sekitaran kandang terdapat selang air yang berfungsi menstabilkan kelembaban kandang jika kelembaban pada kandang terlalu kering, pada bagian atas kandang dipasang engsel agar tutup kandang dapat dibuka tutup.

3.2. Hasil Pengujian Sensor DHT-22 untuk Suhu Pada Suhu Ruang

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor DHT-22 untuk Suhu Pada Suhu Ruang

No.	Waktu	Suhu (Celcius)		Error	Selisih Error(%)
		Thermometer	DHT-22		
1.	06.00	26.4	26.2	0.2	0.75%
2.	07.00	26.6	26.5	0.1	0.38%
3.	08.00	27.3	27.3	0	0%
4.	09.00	28.7	28.3	0.4	1.39%
5.	10.00	30.2	30.1	0.1	0.33%
6.	11.00	31.6	31.4	0.2	0.63%
7.	12.00	32.6	32.4	0.2	0.61%
8.	13.00	34.3	33.9	0.4	1.17%
9.	14.00	34.4	34.1	0.3	0.87%
10.	15.00	34.3	33.9	0.4	1.17%
11.	16.00	32.8	32.7	0.1	0.30%
12.	17.00	30.9	30.6	0.3	0.97%
13.	18.00	29.3	29.1	0.2	0.68%
14.	19.00	28.3	27.8	0.5	1.77%
15.	20.00	27.7	27.4	0.3	1.08%
16.	21.00	27.1	26.6	0.5	1.85%
Rata-rata error dan Presentase error (%)				0.26	0.87%

Dalam pengujian sensor DHT-22 oleh suhu dengan menggunakan termometer dari pukul 06.00-21.00 yang dimana diambil data setiap satu jam sekali diperoleh hasil rata-rata selisih error dan persentase error yang rendah yaitu 0.26 dan 0.87%.

3.3. Hasil Pengujian Sensor DHT-22 untuk Kelembaban Pada Suhu Ruang

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor DHT-22 untuk Kelembaban Pada Suhu Ruang

No.	Waktu	Kelembaban (%)		Error	Selisih Error(%)
		Higrometer	DHT-22		
1.	06.00	74	73.1	0.9	1.22%
2.	07.00	72	70.9	1.1	1.53%
3.	08.00	68	66.2	1.8	2.65%
4.	09.00	64	61.8	2.2	3.44%
5.	10.00	61	58.6	2.4	3.93%
6.	11.00	58	56.3	1.7	2.93%
7.	12.00	57	55.7	1.3	2.28%
8.	13.00	56	54.9	1.1	1.96%
9.	14.00	56	54.7	1.3	2.32%
10.	15.00	56	54.5	1.5	2.68%
11.	16.00	58	56.2	1.8	3.10%
12.	17.00	60	58.6	1.4	2.3%
13.	18.00	63	60.5	2.5	3.97%
14.	19.00	69	66.6	2.4	3.62%
15.	20.00	73	72.2	0.8	1.09%
16.	21.00	76	74.4	1.6	2.11%
Rata-rata error dan Presentase error (%)				1.61	2.57%

Dalam pengujian sensor DHT-22 oleh kelembaban dengan menggunakan higrometer dari pukul 06.00-21.00 yang dimana diambil data setiap satu jam sekali diperoleh hasil rata-rata selisih error dan persentase error yang rendah yaitu 1.61 dan 2.57%.

3.4. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

No.	Pengukuran (cm)		Selisih pengukuran (cm)	Selisih pengukuran (%)
	Manual	HC-SR04		
1.	2 cm	2 cm	0 cm	0 %
2.	3 cm	3 cm	0 cm	0%
3.	4 cm	4 cm	0 cm	0 %
4.	5 cm	5 cm	0 cm	0 %
5.	6 cm	6 cm	0 cm	0 %
6.	7 cm	7 cm	0 cm	0 %
7.	8 cm	8 cm	0 cm	0 %
8.	9 cm	9 cm	0 cm	0 %
9.	10 cm	10 cm	0 cm	0 %
10.	11 cm	11 cm	0 cm	0 %
11.	12 cm	12 cm	0 cm	0 %
12.	13 cm	13 cm	0 cm	0 %
Selisih rata-rata			0 cm	0 %

Dalam pengujian HC-SR04 dengan menggunakan pengukuran manual selama 12 kali percobaan menunjukkan hasil yang sama dan tidak diperoleh selisih error dan persentase error yaitu 0% dan 0%.

3.5. Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Tabel 4 Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

No	Penelitian ke-	Rata-rata suhu	Kipas >36°C nyala	Kipas <36°C mati	Lampu <30°C nyala	Lampu >30°C mati	Rata-rata kelembaban	Pompa <60% nyala	Pompa >60% mati
1.	Hari ke-1	30.43	✓	✓	✓	✓	70.5%	✓	✓
2.	Hari ke-2	30.42	✓	✓	✓	✓	69.97%	✓	✓
3.	Hari ke-3	30.23	✓	✓	✓	✓	69.63%	✓	✓
4.	Hari ke-4	30.35	✓	✓	✓	✓	67.97%	✓	✓
5.	Hari ke-5	30.33	✓	✓	✓	✓	67.97%	✓	✓
6.	Hari ke-6	30.07	✓	✓	✓	✓	69.68%	✓	✓
7.	Hari ke-7	30.33	✓	✓	✓	✓	69.0%	✓	✓
Rata-rata suhu selama 7 hari = 30.31							Rata-rata kelembaban selama 7 hari = 69.34%		

Dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan selama 7 hari penelitian, diperoleh rata-rata suhu pada kandang adalah 30.31°C dan kelembaban rata-rata 69.34%.

3.6. Hasil Perbedaan Perkembangan Ulat Maggot

Tabel 5 Perbedaan Perkembangan Ulat Maggot

No	Penelitian ke-	Usia Maggot	Ukuran Maggot	
			Rumah Budidaya (cm)	Kandang Konvensional (cm)
1.	Hari ke 1	6 hari	0,3-0,4 cm	0,3-0,4 cm
2.	Hari ke 2	7 hari	0,3-0,5 cm	0,3-0,5 cm
3.	Hari ke 3	8 hari	0,3-0,6 cm	0,4-0,7 cm
4.	Hari ke 4	9 hari	0,4-0,7 cm	0,4-0,9 cm
5.	Hari ke 5	10 hari	0,4-0,8 cm	0,4-1 cm
6.	Hari ke 6	11 hari	0,4-0,9 cm	0,5-1,2 cm
7.	Hari ke 7	12 hari	0,4-1,1 cm	0,5-1,3 cm

Ulat maggot yang tumbuh di rumah budidaya jauh lebih cepat dibandingkan dengan maggot yang tumbuh secara konvensional. Hal tersebut dapat dilihat pada hari ke-7, maggot yang hidup pada rumah budidaya memiliki ukuran 0.5-1.3 cm sedangkan maggot yang hidup secara konvensional memiliki ukuran 0.5-1.1 cm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian alat yang telah diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam perancangan alat untuk mengontrol suhu, kelembaban, serta mendeteksi ketinggian air pada kandang ulat maggot adalah dengan cara membentuk 2 rancangan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras sistem yang dipakai untuk mengontrol suhu, kelembaban serta mendeteksi ketinggian penyimpanan air adalah NodeMCU ESP8266, sensor DHT-22, sensor HC-SR04, adaptor ces, power supply, modul step down, relay. Pada perancangan perangkat keras ini juga dilengkapi dengan beberapa komponen tambahan tambahan seperti kipas angin dc, lampu, dan pompa air dc. Pada perancangan perangkat lunak itu sendiri adalah pembuatan proram melalui arduino ide, dimana program tersebut akan di import ke dalam NodeMCU ESP8266 agar berjalan sesuai perintah.
2. Dalam pengujian yang telah dilakukan, pengujian sensor DHT-22 terhadap suhu memiliki selisih error sebesar 0.26 dan presentase error sebesar 0.87 sedangkan pengujian sensor DHT-22 terhadap kelembaban memiliki selisih error sebesar 1.61 dan presentase error sebesar 2.57% yang berarti hal tersebut menandakan bahwa sensor dalam keadaan bagus. Pengujian sensor HC-SR04 menunjukkan hasil yang sama, hal tersebut mengindikasikan bahwa sensor dalam keadaan bagus dan dapat melakukan pengukuran dengan akurat. Dalam pengujian sistem secara keseluruhan, didapat presentase error sebesar 0% dan keberhasilan alat adalah 100% dimana alat bekerja sesuai perintah jika suhu <30°C lampu akan menyala, jika suhu >36°C kipas akan mati, suhu diantara 30°C-36°C lampu dan kipas angin akan mati, dan jika kelembaban <60% pompa akan menyala, jika kelembaban >60% pompa akan mati.
3. Dalam penelitian yang dilakukan selama 7 hari diperoleh hasil : ulat maggot yang tumbuh di rumah budidaya jauh lebih cepat dibandingkan dengan ulat maggot yang hidup secara konvensional. Hal tersebut dapat dilihat pada hari ke-7 ulat maggot yang hidup pada rumah budidaya memiliki ukuran 0.3-1.3 cm sedangkan ulat maggot yang hidup pada kandang konvensional memiliki ukuran 0.5-1.1 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. E. G. Mudeng, J. F. Mokolensang, O. J. Kalesaran, H. Pangkey, and S. Lantu, "Budidaya Maggot (*Hermetia illuens*) dengan menggunakan beberapa media," *e-Journal Budid. Perair.*, vol. 6, no. 3, pp. 1–6, 2018, doi: 10.35800/bdp.6.3.2018.21543.
- [2] F. Ayirezang, "Penentuan Optimal Feeding Rate Larva Black Soldier (*Hermetia Illucens*) dalam Mereduksi Sampah Organik Pasar," vol. 2015, pp. 1–239, 2015.
- [3] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [4] T. Liu, "Digital-output Relative Humidity & Temperature Sensor/Module DHT22 (DHT22 also named as AM2302)," *Aosong Electron. Co.,Ltd*, vol. 22, pp. 1–10, 2013, [Online]. Available: <https://components101.com/sensors/dht22-pinout-specs-datasheet>
- [5] F.- Puspasari, I.- Fahrurrozi, T. P. Satya, G.- Setyawan, M. R. Al Fauzan, and E. M. D. Admoko, "Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 15, no. 2, p. 36, 2019, doi: 10.12962/j24604682.v15i2.4393.
- [6] R. Firmansyah, M. Yusuf, P. P. S. Saputra, M. E. Prasetyo, F. M. Mochtar, and F. A. Kurniawan, "IoT Based Temperature Control System Using Node MCU ESP 8266," vol. 196, no. Ijcese, pp. 401–407, 2020, doi: 10.2991/aer.k.201124.072.
- [7] A. Hasibuan, A. Qodri, K. Kartika, and M. Isa, "Temperature Monitoring System using Arduino Uno and Smartphone Application," *Bull. Comput. Sci. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 46–55, 2021, doi: 10.25008/bcsee.v2i2.1139.
- [8] R. Aldy and D. Putra, "Monitoring Dan Kontrol Suhu Lampu Untuk Budidaya Maggot Bsf Berbasis Iot (Lamp Temperature Monitoring and Control for Iot-Based Maggot Bsf Cultivation)," *J. Transit*, vol. 9, no. 12, pp. 37–44, 2021.
- [9] J. Arifin, I. E. Dewanti, and D. Kurnianto, "Prototipe Pendingin Perangkat Telekomunikasi Sumber Arus DC Menggunakan Smartphone," *Media Elektr.*, vol. 10, no. 1, pp. 13–29, 2017.
- [10] G. C. Rumbajan Evan, "Rancang Bangun Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Panel Untuk Hidroponik," *J. Tek. Elektro, Univ. Sam Ratulangi*, pp. 5–24, 2021.
- [11] I. Novianto, M. Hudha, and A. Octora Pristisahida, "Implementasi IoT pada Monitoring Suhu dan Kelembaban Media Budidaya Maggot Berbasis Wemos D1 Mini," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 9, pp. 3115–3126, 2022.