

Investigasi Kinerja Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan untuk Rumah Jamur (Kumbung) Berbasis Ultrasonic Water Mist Humadifier

Investigating the Performance of a Temperature and Humidity Control System for a Ultrasonic Water Mist Humidifier-Based in Mushroom House.

Azamataufiq Budiprasojo^{1*}, Ahmad Rofi'i¹, Uyun Erma Malika²

¹ Department of Engineering, Politeknik Negeri Jember

² Department of Agribusiness Management, Politeknik Negeri Jember

* azamataufiq@polije.ac.id

ABSTRAK

Jamur adalah jenis tanaman yang mengandung nutrisi seperti vitamin, mineral, dan antioksidan. Sistem ventilasi pada rumah jamur tampak sederhana namun memainkan peran penting dalam kesehatan dan produksi jamur. Sistem otomatis pengatur kelembapan menjadi langkah potensial, namun diperlukan upaya besar untuk menghubungkan dan mendistribusikan semua sensor dan sistem akuisisi data. Suhu dan kelembapan optimal untuk rumah jamur adalah sekitar 20 °C dan 80%. Untuk menjaga suhu dan kelembapan yang optimal, digunakan alat simulator pada sistem untuk pemodelan, simulasi, dan analisis kinerja sistem. Diagram blok Simulink terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, sistem kontrol, dan output suhu dan kelembapan rumah jamur. Tujuan sistem ini adalah menyelidiki sistem kontrol suhu dan kelembapan rumah jamur menggunakan perangkat lunak. Pengoperasian pengontrol on/off dengan keluaran yang diinginkan, yaitu suhu dan kelembapan. Output yang diinginkan adalah suhu ideal 25–30 °C dan kelembapan 80%–90%. Dengan mengacu pada data suhu dan kelembapan di Jember, pada hari panas suhu maksimum 35–36 °C sedangkan kelembapan udara 60%–70%. Selain itu, pada hari dingin, suhu maksimum 30 °C dan kelembapan 70%-90%. Hal ini menunjukkan bahwa pengontrol yang tepat penting untuk menjaga suhu dan kelembapan yang ideal untuk meningkatkan kinerja produksi jamur di rumah jamur.

Kata kunci — Rumah jamur, kelembapan, suhu, simulasi

ABSTRACT

Mushrooms contain nutrients such as vitamins, minerals, and antioxidants. The ventilation system in a mushroom house looks simple but plays an important role in the health and production of mold. An automated humidity control system is a potential step, but great effort is required to connect and distribute all sensors and data acquisition systems. The optimal temperature and humidity for the mushroom house are between 20 °C and 80%. To maintain optimal temperature and humidity, simulators are used on the system for modeling, simulation, and analysis of system performance. The Simulink block diagram consists of three main parts, namely the input, control system, and output of the temperature and humidity of the mushroom house. The purpose of this system is to investigate the temperature and humidity control system of the mushroom house using software. On/off controller operation with the desired output, i.e. temperature and humidity. The desired output is an ideal temperature of 25–30 °C and a humidity of 80%–90%. With reference to the temperature and humidity data in Jember, on a hot day the maximum temperature is 35–36 °C while the humidity is 60%–70%. In addition, on cold days, the maximum temperature is 30 °C and humidity is 70%-90%. This shows that proper control is important to maintain the ideal temperature and humidity to improve the performance of mold production in the mushroom house.

Keywords — Mushroom house, humidity, temperature, simulation

 OPEN ACCESS

© 2022. Azamataufiq Budiprasojo, Ahmad Rofi'i, Uyun Erma Malika



Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

Kegiatan budidaya jamur telah lama ada di Kabupaten Jember. Saat ini kegiatan budidaya ini semakin berkembang dan berkembang karena permintaan yang tinggi di pasar Kabupaten Jember. Pemerintah mengakui industri jamur memiliki potensi untuk dikembangkan karena permintaan yang meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan konsumsi. Konsumsi jamur per kapita diperkirakan akan meningkat dari 1,0 kg pada tahun 2008 menjadi 3 kg pada akhir tahun 2023.

Permintaan jamur meningkat tetapi di Kabupaten Jember, jumlah pembudidaya dan produksi menurun. Jember merupakan kabupaten dengan kondisi lingkungan yang tidak konsisten dengan suhu yang relatif tinggi berkisar 32–35°C dan kelembapan rendah 60%–70% [1]. Permintaan yang lebih tinggi untuk budidaya jamur merupakan peluang bagi pengusaha di Kabupaten Jember. Salah satunya adalah petani jamur barokah di kecamatan Wirolegi.

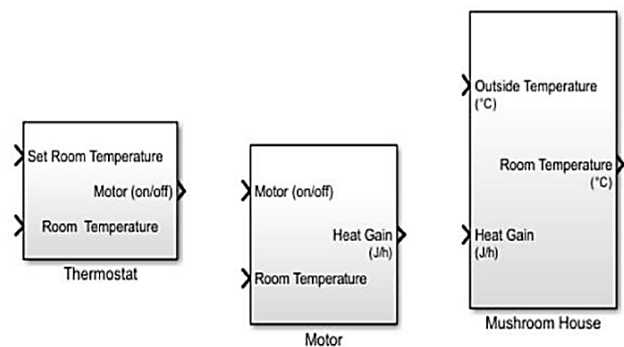
Jamur adalah jenis tanaman yang mengandung nutrisi paling baik seperti vitamin, mineral, dan antioksidan. Jamur juga menyediakan serat makanan yang sehat dan rendah kalori. Pada dasarnya, ada lebih dari 2.000 varietas jamur berdaging yang dapat dimakan di seluruh dunia dengan kurang dari 100 yang dibudidayakan. Di iklim Kabupaten Jember, ada 17 varietas jamur yang bisa ditanam. Namun, hanya delapan varietas ini yang dibudidayakan secara komersial. Jamur tiram, juga dikenal sebagai *Pleurotus ostreatus*, adalah yang paling banyak dibudidayakan di Kabupaten Jember.

Konsep ventilasi pada rumah jamur merupakan bagian penting dari lingkungan fisik. Sistem ventilasi mungkin tampak sederhana tetapi juga memainkan peran penting dalam kesehatan dan produksi jamur. Rumah jamur yang baik akan menjebak radiasi matahari dan meningkatkan suhu lingkungan. Jika panas berlebih ini tidak dihilangkan dapat menyebabkan kondisi yang tidak diinginkan bagi pertumbuhan tanaman atau lebih buruk. Tanpa ventilasi yang baik, rumah jamur akan menjadi terlalu hangat yang tidak cocok untuk budidaya jamur [2].

Kabupaten Jember yang berada di Indonesia terletak di dekat garis khatulistiwa. Oleh karena itu, ciri khas iklim Indonesia adalah suhu yang seragam, kelembapan tinggi, dan curah hujan yang melimpah. Indonesia secara alami memiliki sinar matahari yang melimpah dan dengan demikian radiasi matahari. Karena cuaca yang tidak menentu di negara ini, sistem ventilasi yang baik harus dilakukan di rumah jamur untuk menghasilkan jamur berkualitas tinggi.

2. Metodologi

Model sistem ini mencakup tiga komponen yaitu pengatur kelembapan berupa alat pembuat kabut air, sistem kontrol suhu termostat untuk pengontrol on/off yang dilengkapi sensor suhu dan kelembapan DTH11, dan rumah jamur seperti pada Gambar 1. Termostat mengatur transduser kabut elektronik dengan getaran ultrasonik yang tergantung pada perbedaan antara suhu luar dan suhu dalam rumah jamur [3].



Gambar 1. Permodelan komponen

Sistem pengatur kelembapan dan suhu / pendingin pada rumah jamur secara umum didefinisikan sebagai sistem pendingin yang segala parameter serta hubungannya dibuat agar sesuai dengan rumah jamur [4]. Parameter itu adalah:

1. karakteristik termal rumah jamur,
2. karakteristik termal ultrasonic mist maker,
3. termostat untuk mengontrol suhu,
4. lingkungan luar ruangan (suhu dan kelembapan), dan
5. lingkungan dalam ruangan di rumah jamur.

Tiga variabel yang digunakan dalam investigasi sistem yang menggambarkan rumah pendingin jamur meliputi:

1. transfer energi panas dari ultrasonic mist maker (Q_{gain}) ke rumah jamur,
2. energi panas ditransfer dari rumah jamur (Q_{loss}) ke lingkungan luar,
3. suhu rumah jamur (T_{room})

2.1 Persamaan Laju Perpindahan Panas

Suhu udara di dalam ultrasonic mist maker adalah T_{mist} dan suhu ruangan dari rumah jamur adalah T_{room} . Panas yang dibangkitkan untuk satuan massa udara di ultrasonic mist maker, seperti pada persamaan (1):

$$Q_{gain} = m_{mist} (T_{mist} - T_{room}) \quad (1)$$

Karena mass dari udara per satuan waktu adalah konstan, maka kita dapat menggantikan dm_{mist}/dt dengan konstanta m_{mist} . Dan persamaan 1 dapat dibuat menjadi persamaan (2) jika ingin didapatkan nilai dari Q untuk setiap perubahan waktunya.

$$\frac{dQ_{gain}}{dt} = M_{mist} C_{air} (T_{mist} - T_{room}) \quad (2)$$

Besar dari panas yang terbuang adalah sama dengan persamaan dari energi termal yang hilang pada rumah jamur melalui proses perpindahan panas konduksi melalui dinding dari rumah jamur, seperti persamaan 3

$$Q_{loss} = \frac{K A (T_{room} - T_{outside}) t}{D} \quad (3)$$

Besarnya energi termal yang hilang per satuan waktu dapat dihitung menggunakan persamaan 4

$$\frac{dQ_{loss}}{dt} = \frac{K A (T_{room} - T_{outside}) t}{D} \quad (4)$$

Untuk tahanan termal ($K.A/D$) pada kasus ini memiliki beberapa bentuk, sehingga perlu dicari suatu nilai resistansi termal totalnya yang perhitungannya menggunakan sistem hambatan pada listrik. Secara sederhana hambatan termal total ini didefinisikan sebagai Resistansi (R), sehingga persamaan 4 dapat disederhanakan menjadi:

$$\frac{dQ_{loss}}{dt} = \frac{(T_{room} - T_{outside})}{R} \quad (5)$$

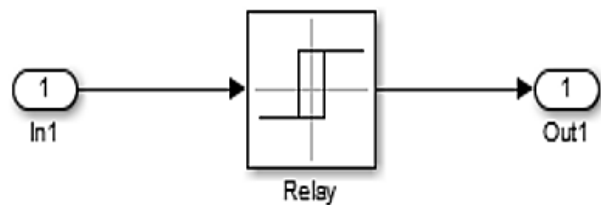
Persamaan temperatur yang menampilkan suatu nilai dari perubahan temperatur pada

rumah jamur dapat didefinisikan dengan melakukan substrasi dari nilai energi panas yang hilang ke dalam persamaan yang tersaji pada persamaan 6:

$$\frac{dT_{room}}{dt} = \frac{1}{M_{mist} C_{udara}} \left(\frac{dQ_{gain}}{dt} - \frac{dQ_{loss}}{dt} \right) \quad (6)$$

2.2 Pengontrol On/Off

Pada dasarnya, kontrol on/off adalah bentuk kontrol umpan balik paling sederhana dan seperti pengoperasian sakelar. Pengontrol On/Off hanya menggerakkan variabel yang dimanipulasi dari tertutup penuh menjadi terbuka penuh tergantung pada posisi variabel yang dikontrol relatif terhadap set point [5]. Pengontrol suhu akan menyala ketika variabel proses berada di bawah set point. Kemudian akan mati ketika variabel proses berada di atas set point. Biasanya jenis pengontrol ini mencakup penundaan, histeresis, dan/atau waktu siklus. Hal ini karena ketika variabel proses mendekati set point, maka akan mengurangi siklus atau hunting. Jenis pengontrol ini lebih ke termostat daripada pengontrol, karena kehilangan panas tidak seimbang dengan perolehan panas pada nilai yang diinginkan. Termostat adalah subsistem yang berisi relai yang blok lengkapnya kami ambil dari library pada program simulasi seperti Gambar. 2.



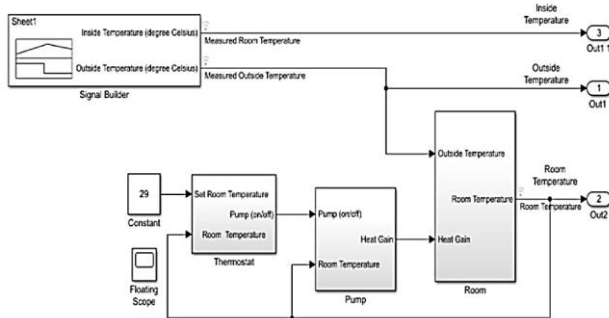
Gambar 2. Subsistem termostat

Termostat memungkinkan fluktuasi 5°C di atas atau di bawah suhu yang diinginkan [6]. Jika suhu udara turun di bawah 30°C , termostat mematikan motor kipas dan mist maker. Jika suhu melebihi 30°C , yang berarti motor dan mist maker hidup dan sinyal output '1'. Sedangkan jika suhu di bawah 30°C , artinya motor dan mist maker dalam keadaan mati, dan sinyal keluarannya adalah '0'. Untuk pengaturan kelembapan, kipas motor dan mist maker akan

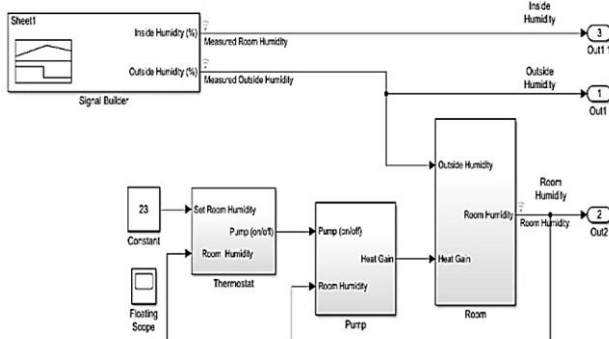
menyala saat kelembapan di bawah 80% dan akan mati saat kelembapan naik hingga 80%.

2.3 Sistem Pendingin Udara

Dalam rancangan sistem ini, termostat digunakan untuk mengontrol motor untuk sistem pendingin. Sistem pendingin udara dapat memberikan pergerakan udara yang positif untuk menjaga suhu dan kelembapan rendah di dalam rumah jamur [7]. Perangkat diletakkan di tengah rumah jamur agar aliran udara dapat terdistribusi secara merata. Dengan itu diharapkan bisa menjaga suhu dan kelembapan seluruh rumah jamur.



Gambar 3. Subsistem pengatur suhu



Gambar 4. Subsistem pengatur kelembapan

3. Pembahasan

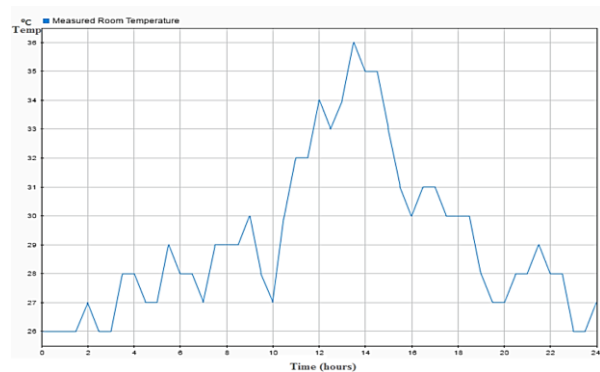
Dua kondisi, hari panas dan berawan, dipilih untuk menguji pengaruh lingkungan yang berbeda untuk budidaya jamur. Suhu yang tercatat adalah suhu di kecamatan Wirolegi pada 2 Agustus 2022 pada hari mendung dan 12 Agustus 2022 pada hari panas.

3.1 Suhu rumah jamur hari panas tanpa controller.

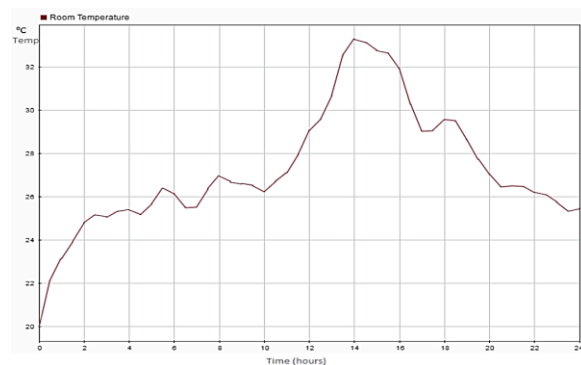
Gambar 5 menunjukkan profil di rumah jamur suhu selama hari panas (temperatur

lingkungan diatas 37 °C) tanpa menggunakan controller temperatur.

Gambar 5A menunjukkan suhu di dalam rumah jamur selama hari yang panas. Nilai maksimumnya adalah 35 °C sekitar pukul 1–2 siang. Suhunya tinggi dan tidak cocok untuk budidaya jamur [8]. Dengan demikian, pompa motor dihidupkan untuk mengurangi suhu di rumah jamur. Gambar 5B menunjukkan suhu ruangan rumah jamur setelah menerapkan pengontrol. Suhu maksimum pada siang hari ini turun menjadi 33 °C. Hal ini menunjukkan bahwa karena set point adalah 30 °C, maka kipas menyala ketika suhu melebihi 30 °C dan sistem mati ketika suhu turun di bawah 30 °C. Hal ini karena set point untuk menyalakan kipas motor diatur ketika suhu lebih dari atau sama dengan 30°C.



(A)



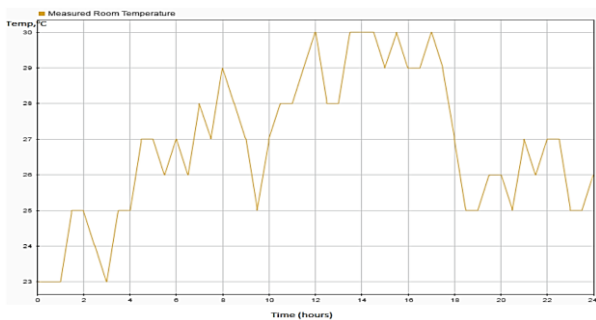
(B)

Gambar 5. Temperatur ruangan tanpa controller lingkungan pada hari panas (A); Temperatur ruangan dengan controller lingkungan pada hari panas (B)

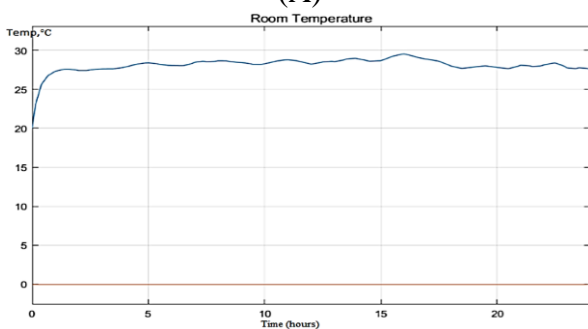
Nilai output tegangan pada pengontrol adalah '1' ketika suhu melebihi 30°C yang berarti motor dalam keadaan hidup. Output '0' diperoleh ketika

suhu turun di bawah 30°C di mana motor berada mati. Oleh karena itu, sistem membaca data yang diukur dari suhu dalam dan luar dan kemudian data tersebut diverifikasi. Data dikirim ke *controller*. Ketika suhu melebihi 30 °C, kipas motor menyala dan kipas motor mati ketika suhu turun di bawah 30 °C.

3.2 Suhu Rumah Jamur Hari Berawan tanpa *controller*.



(A)



(B)

Gambar 6. Temperatur ruangan tanpa controller lingkungan pada hari berawan (A); Temperatur ruangan dengan controller lingkungan pada hari berawan (B)

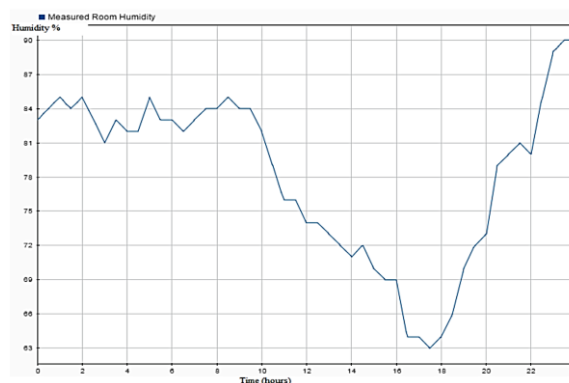
Gambar 6 menunjukkan profil di rumah jamur suhu selama hari berawan (temperatur lingkungan dibawah 30 °C) tanpa menggunakan *controller* temperatur.

Gambar 6B menunjukkan profil suhu selama hari berawan. Dalam pengaturan ini, suhu lebih rendah dan kelembapan lebih tinggi diamati dibandingkan dengan suhu di hari yang panas. Suhu maksimum hanya sekitar 30 °C. Pada titik ini, pompa motor selalu mati.

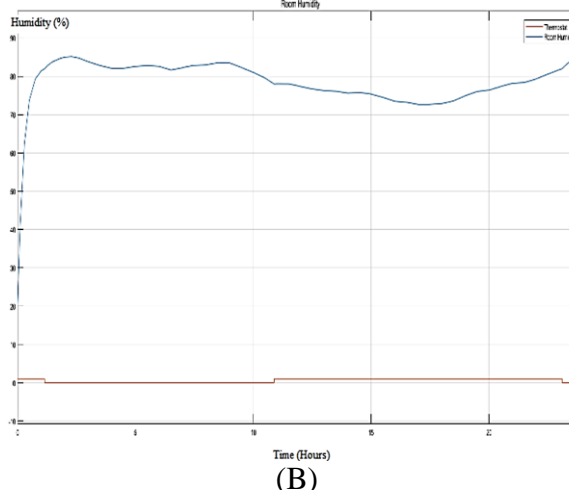
3.3 Kelembapan rumah jamur hari panas

Pembacaan kelembapan tercatat di Jember pada tanggal 15 September 2022 untuk hari berawan dan 28 September 2022 untuk hari yang panas. Pada Gambar 7A menunjukkan

kelembapan ruangan sebelum menerapkan sistem kontrol. Kelembapan minimum yang tercatat pada sistem pada rumah jamur tanpa menggunakan *controller* adalah 63%, dan terus mengalami fluktuatif nilai pada waktu pengamatan sekitar pukul 10 pagi sampai 10 malam. Sementara itu, Gambar 7B menunjukkan kelembapan di dalam rumah jamur setelah menerapkan pengontrol. Kelembapan minimum selama meningkat menjadi 71%, bahkan secara rata-rata kelembapan berhasil dijaga mendekati nilai yang kelembapan yang diinginkan yaitu pada 80%. Pada Gambar 7B, garis bawah menunjukkan bahwa output pengontrol adalah '1' yang memverifikasi bahwa kipas motor hidup, sedangkan output '0' untuk kipas motor mati. Hal ini karena kelembapan pada siang hari yang panas rendah. Kipas motor akan menyala ketika kelembapan di bawah 80% dan akan mati ketika kelembapan meningkat menjadi 80%.



(A)

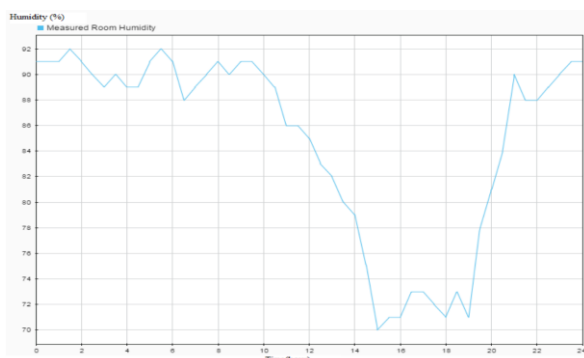


(B)

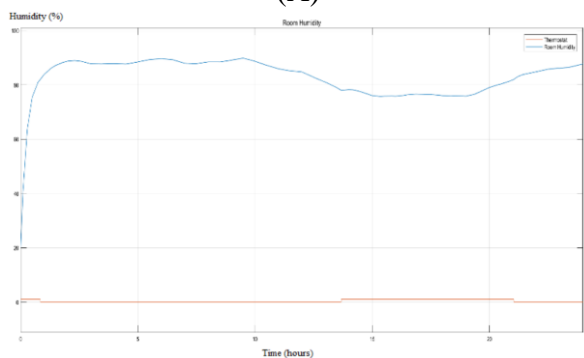
Gambar 7. Kelembapan ruangan tanpa *controller* lingkungan pada hari panas (A); Kelembapan ruangan dengan *controller* lingkungan pada hari panas (B)

3.4 Kelembapan rumah jamur hari berawan.

Gambar 8 menunjukkan kelembapan ruangan pada hari mendung. Kelembapan minimum adalah 70% antara pukul 11 pagi hingga 11 malam. Dari Gambar 8B, terlihat kipas motor akan menyala saat kelembapan di bawah 80% dan akan mati saat kelembapan naik hingga 80%. Hal ini menunjukkan bahwa pengontrol yang tepat penting untuk menjaga suhu dan kelembapan yang ideal untuk meningkatkan kinerja produksi agrikultur di rumah jamur [9].



(A)



(B)

Gambar 8. Kelembapan ruangan tanpa controller lingkungan pada hari berawan (A); Kelembapan ruangan dengan controller lingkungan pada hari berawan (B)

4. Kesimpulan

Model pada rancang sistem ini terdiri dari tiga komponen yaitu pengontrol on/off, kipas motor dan mist maker, dan rumah jamur. Tujuan dari rancang sistem ini adalah untuk membuat sistem kontrol suhu dan kelembapan untuk rumah jamur dengan menggunakan perangkat kontrol otomatis. Pengoperasian pengontrol on/off adalah fungsi dengan keluaran yang diinginkan, yaitu suhu dan kelembapan. Selain itu, output yang diinginkan adalah mendapatkan

suhu dan kelembapan yang ideal. Dari hasil investigasi secara umum didapatkan data bahwa sistem mampu secara ideal bekerja mengatur suhu dan kelembapan ruangan tanam jamur pada tingkatan yang diinginkan. Suhu ideal adalah 25–30 °C sedangkan kelembapan 80%–90%. Dengan mengacu pada data suhu dan kelembapan di Jember, pada hari yang panas suhu maksimum berkisar antara 35–36 °C sedangkan kelembapan udara berkisar 60%–70%. Selain itu, pada hari yang dingin, suhu maksimum sekitar 30 °C dan kelembapan sekitar 70%–90%. Hal ini menunjukkan bahwa pengontrol yang tepat penting untuk menjaga suhu dan kelembapan yang ideal untuk meningkatkan kinerja produksi jamur di rumah jamur.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Jember Melalui Unit Pusat Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat (P3M) yang telah mendanai kegiatan pengabdian masyarakat sumber dana PNPB 2022 dengan nomor kontrak 608/PL17.4/PM/2022 dengan luaran artikel yang tersaji pada naskah ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] Budiprasojo, Azamataufiq; Erawantini, Feby; Rofi'i, Ahmad. Teknologi Sterilisasi Sinar Uv C Portable Untuk Botol Kemasan Susu Merk "Susu Kejut" Produksi Ukm Susu Sapi Rembangan Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember. In: Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV). 2021. p. 403-410.
- [2] Ventilation Performance of a Double Storey Single Unit Residential Building. International Journal of Integrated Engineering, [S.l.], v. 10, n. 2, may 2018. ISSN 2600-7916
- [2] Islam, T., Zakaria, Z., Hamidin, N., Bin, M. A., & Ishak, M. (2016). Optimization of humidifying procedure in controlled environment for indoor cultivation of *Pleurotus pulmonarius*. African Journal of Biotechnology .

- [4] Marzuki, A., & Ying, S. Y. (2017). Environmental Monitoring and Controlling System for Mushroom Farm with Online Interface. *International Journal of Computer Science and Information Technology*, 9(4), 17–28.
- [5] Mellisa McCollister, (2015). The Importance of Good Ventilation in a Greenhouse retrieved from <https://arcadiaglasshouse.com>
- [6] Prasad, U., & Jain, V. K. (2015). Design and Fabrication of Temperature based DC Fan Speed Control System using Microcontroller and Pulse Width Modulation Technique, 5719–5727.
- [7] Ragupathi, V., Kumerasan, S., Selvaraju, S., Karthikeyan, V., & Karthikeyan, C. V. (2016). Optimizing the growth conditions and adopting new methods growing oyster and milky mushrooms in same conditions. *International Journal of Herbal Medicine*, 1(43), 1–4.
- [8] S. El-Hasan, T., Alia, M., Saluos, W., & Al-Janaideh, A. (2016). Arduino and Labview Based Control for Efficient Drive of Cooling Fan System. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 13(10), 771–780. Retrieved from <https://doi.org/10.19026/rjaset.13.3351>
- [9] Wahid, Herman. Design of an Automated Hybrid System for Aquaculture and Agriculture Process and Its Performance Analysis. *International Journal of Integrated Engineering*, v. 9, n. 4, dec. 2017. ISSN 2600-7916

