

Sistem Otomasi dan Monitoring Pertumbuhan Jamur Tiram Putih Berbasis IFTTT

Automation and Monitoring System for Growth of Oyster Mushrooms Based on IFTTT

Rizal Fadilah¹, Lia Kamelia^{2*}, Mufid Ridlo Effendi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A.H. Nasution 105 Bandung
rizalfadilah7973@gmail.com¹, lia.kamelia@uinsgd.ac.id^{2*}, mufid.ridlo@uinsgd.ac.id³

Abstrak – Bisnis pertanian jamur tiram semakin hari semakin meningkat permintaanya sehingga berpengaruh pada banyaknya para petani yang mulai merambah bisnis penanaman jamur secara manual. Penanaman jamur mempunyai kriteria pertumbuhan yang berbeda dengan tanaman lain, sehingga akan sulit jika dibudidayakan secara manual. Tujuan penelitian ini adalah membuat sistem monitoring dan otomasi pertumbuhan jamur tiram putih agar setiap parameter yang dibutuhkan jamur untuk tumbuh dapat terpenuhi secara mudah. Perangkat sistem terdiri dari dua bagian yaitu sistem otomasi dan sistem pemantauan/monitoring. Dalam sistem otomasi terdapat 3 sensor yaitu sensor suhu, cahaya dan kelembapan. Sensor-sensor tersebut berfungsi sebagai acuan untuk penggerak kipas, mist maker, pemanas, dan buzzer pada sistem otomasi. Pada pengujian galat antara data terukur (hygrometer) dengan data sebenarnya (DHT11) menghasilkan galat suhu terendah sebesar 0°C dan terbesar adalah 1.8°C, sedangkan untuk persentase galat kelembapan terbesar 8.5% dan galat terkecil adalah 0.2%. Sistem monitoring berfungsi sebagai pemantau kondisi pada kotak jamur. keluaran sistem ini berupa tampilan pada LCD dan juga SMS yang berisi status suhu dan kelembapan yang terbaca pada kotak jamur dengan cara menghubungkan nodeMCU dengan aplikasi IFTTT.

Kata Kunci: IFTTT, jamur tiram putih, monitoring, nodemcu, sensor, sistem otomasi.

Abstract – The demand for oyster mushroom farming is increasing day by day so that it has an effect on the number of farmers who have begun to expand the mushroom planting business manually. Mushroom planting has different growth criteria than other plants, so it will be difficult if cultivated manually. The purpose of this study is to create a monitoring and automation system for the growth of white oyster mushrooms so that every parameter needed for mushrooms to grow can be met easily. The system equipment consists of two parts, namely the automation system and the monitoring / monitoring system. In the automation system there are 3 sensors namely temperature, light and humidity sensors. These sensors serve as a reference for fan drive, mist maker, heater, and buzzer in the automation system. In testing the error between measured data (hygrometer) with actual data (DHT11) produces the lowest temperature error of 0 ° C and the largest is 1.8 ° C, while for the percentage of the largest humidity error is 8.5% and the smallest error is 0.2%. The monitoring system functions as a condition monitor on the mushroom box. This system output is in the form of a display on the LCD and also an SMS which contains the status of the temperature and humidity that is read on the mushroom box by connecting the nodeMCU with the IFTTT application.

Keywords: automation system, IFTTT, oyster mushroom, monitoring, nodemcu, sensor.

SENTER 2019, 23 - 24 November 2019, pp. 601-610

ISBN: 978-602-60581-1-9

■ 601

1. Pendahuluan

Ketahanan pangan menjadi salah satu elemen penting dalam kehidupan manusia maka dari itu keilmuan tentang pangan terus berkembang, salah satu contohnya adalah jamur yang dulunya banyak dihindari karena banyaknya jamur yang mengandung racun dan dianggap sebagai tanaman liar kini menjadi bahan pangan yang banyak dicari oleh pebisnis untuk diolah menjadi makanan yang mempunyai daya jual yang tinggi serta menjadi incaran masyarakat hanya untuk sekedar menjadi pangan konsumsi untuk kehidupan sehari-hari

Sesuai perkembangan teknologi, kemudahan dalam perawatan budidaya jamur tiram sangat diperlukan, khususnya untuk budidaya dengan skala kecil. Suhu dan kelembapan merupakan salah satu parameter utama dalam budidaya jamur tiram. Untuk menjaga suhu dan kelembapan di suatu kumbung jarum bisa menggunakan mikrokontroler dan system aktuator yang sederhana baik secara sistem kerja maupun rangkaiannya. Dengan pembuatan alat yang dapat mengontrol suhu dan kelembapan di suatu kumbung jamur tiram, diharapkan dapat meningkatkan produksi jamur tiram karena memudahkan dalam perawatannya. Alat ini dapat diterapkan pada budidaya jamur tiram dengan skala kecil, karena di sektor ini banyak petani jamur tiram mengalami kegagalan dalam proses produksi.

Budidaya jamur tiram ditentukan oleh suhu ruangan (kumbung), kelembapan, nutrisi, Konsentrasi karbondioksida cahaya dan jenis jamur. Pada budidaya jamur tiram suhu udara memegang peran penting untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal. Jamur tiram optimal tumbuh pada kisaran suhu 28-30 ° C dan kelembaban 80-90%. Jadi untuk parameter suhu, Indonesia sebagai negara tropis dengan suhu rata-rata 25-32 ° C sangat cocok untuk budidaya jamur tiram, tetapi untuk kelembapan harus tetap dikontrol agar kelembabannya terpenuhi optimal[1]. Suhu yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram dibedakan dalam dua fase yaitu fase inkubasi yang memerlukan suhu udara antara 28-30 °C dengan kelembaban 60-70 % dan fase pembentukan tubuh buah yang memerlukan suhu udara antara 22 - 28 °C dengan kelembaban 70-90 %. Penelitian [2] menghasilkan kontrol sistem umpan balik secara *real-time* yang memantau dan mengontrol semua aktivitas sistem kumbung budidaya jamur tiram secara efisien. Sistem yang dipantau adalah status kelembapan tanah, sehingga petani bisa mengontrol aliran air dan mengurangi pemborosan. Pada pemantauan system budidaya jamur tiram penggunaan sensor yang biasa digunakan adalah sensor LDR untuk sensor cahaya dan DHT 11 untuk kelembapan. Selain itu penggunaan SHT10 dengan mikrokontroler AT89S52 juga bisa digunakan untuk pengukuran suhu di lingkungan[3]. Sebagai mikrokontrolernya penggunaan DHT11 bisa dikombinasikan dengan ATmega16 [4]. Penggunaan mikrokontroler Arduino Mega 2560 R3, sensor DHT22 (AM2032), *Real Time Clock* (RTC), *Liquid Crystal Display* (LCD) dilakukan oleh [5] untuk membuat sebuah sistem kendali temperatur dalam kumbung jamur. Indikator perancangan adalah sistem kendali mampu menjaga temperatur di dalam kumbung berada pada kisaran 28 - 30 °C, dan kelembaban tidak di bawah 80%.

Penggunaan metode logika *fuzzy* merupakan metode yang umum dilakukan dalam sebuah system kendali. Logika *fuzzy* adalah teori matematika yang berhubungan dengan ketidakpastian. Pendekatan ini banyak digunakan dalam pemodelan sistem nonlinear dengan kompleksitas tinggi, dinamika pabrik yang tidak diketahui atau dapat berubah dengan cepat. Pendekatan ini intuitif, variabel input dan output dijelaskan secara linguistik, dan desain algoritma kontrol terutama didasarkan pada aturan if-then-else[6]. Penggunaan *Fuzzy* sudah banyak dilakukan dalam berbagai pengendalian dan otomasi system kendali, seperti dalam teknologi *smart home*, *green house*, teknologi pengolahan gambar dan sebagainya [7][8][9]. Dalam paper ini, dilakukan karakterisasi empiris dari IFTTT (*IF This Then That*), *platform* otomasi tugas untuk IoT dan layanan web. Melalui IFTTT, pengguna akhir dapat dengan mudah membuat kebijakan yang menghubungkan perangkat IoT atau menjembatani perangkat IoT dengan layanan web. IFTTT merupakan yang paling populer di antara kebanyakan *platform* otomasi tugas komersial. Pada awal 2017, IFTTT memiliki lebih dari 320.000 skrip otomasi (disebut "*applet*") yang ditawarkan oleh lebih dari 400 penyedia layanan. Tidak seperti *platform* otomasi tugas lain yang terutama didedikasikan untuk layanan web, lebih dari setengah layanan IFTTT terkait

dengan perangkat IoT. Ini membuat IFTTT menjadi *platform* yang sempurna untuk profil interaksi antara layanan web dan perangkat IoT[10].

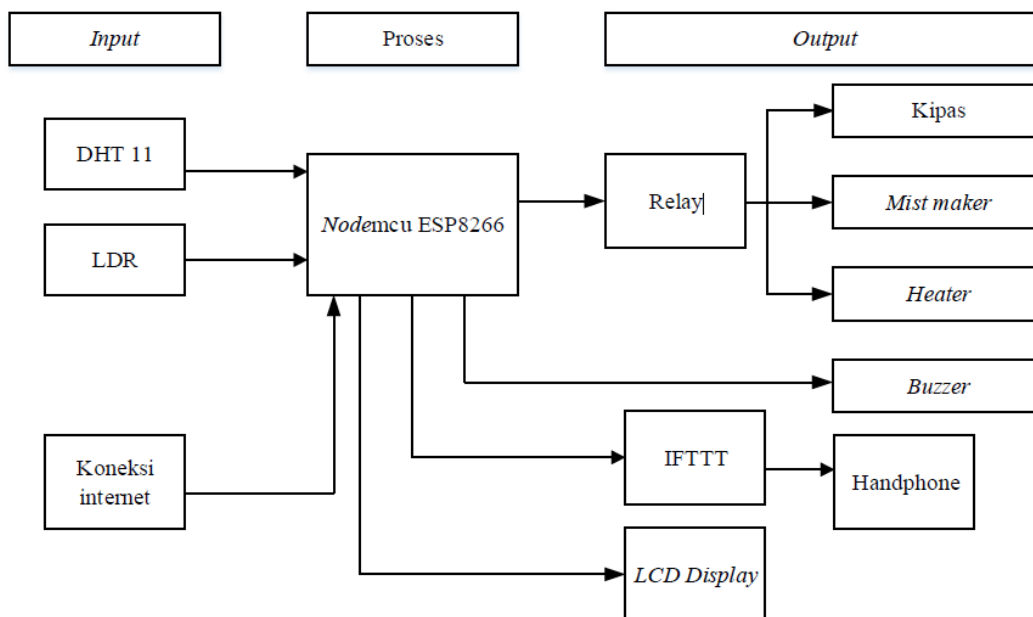
Rangkaian penelitian tersebut dijadikan acuan dalam perancangan alat dalam penelitian pengendalian suhu dan kelembaban di kumbung jamur merang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem kendali otomatis untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur tiram berdasarkan perubahan nilai temperatur dan kelembaban ruang berbasis mikrokontroler. Pengambilan data dilakukan mulai dari awal pertumbuhan miselium jamur hingga pemanenan jamur. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi petani untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban dalam kumbung jamur secara efektif dan efisien.

2. Metode Penelitian

Kebutuhan perangkat keras yang digunakan pada penelitian yaitu:

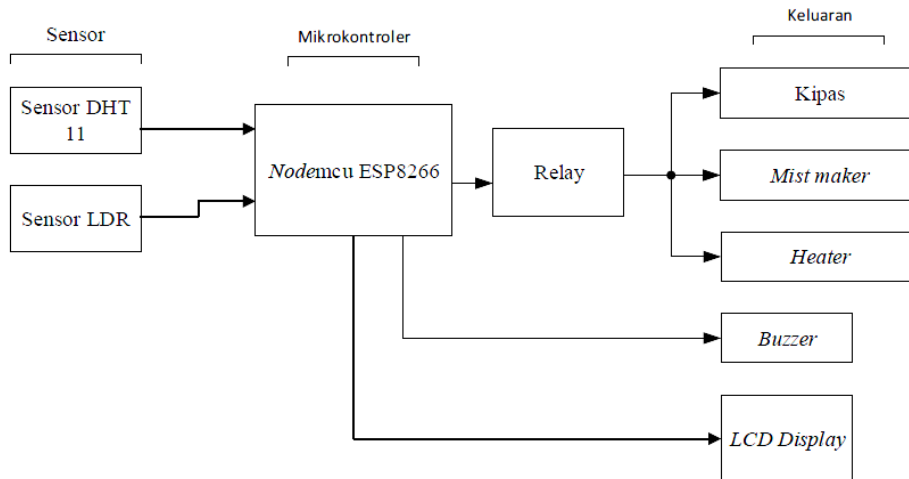
1. Komputer atau PC (*Personal Computer*) yang berfungsi sebagai perangkat yang dapat menjalankan perangkat lunak sehingga dapat dihubungkan dengan perangkat keras
2. *Smartphone*, digunakan sebagai perangkat pengatur IoT yang terkoneksi dengan NodeMCU yang memberikan data berupa pesan singkat/SMS nilai suhu dan kelembaban sehingga nilai keluaran dapat diketahui dan di monitoring oleh pengguna.
3. Modul Nodemcu ESP8266, berfungsi sebagai perangkat mikrokontroler yang dapat terhubung dengan internet sehingga hasil keluaran data yang telah terhasil pada Arduino dapat di unggah pada *smartphone* pengguna.
4. Sensor suhu dan kelembaban udara. Sensor suhu dan kelembaban udara yang dipakai adalah sensor DHT11.
5. Sensor cahaya yang digunakan adalah resistor dengan tipe *Light Dependent Resistor* (LDR).
6. Modul relay digunakan untuk menghubungkan maupun mematikan aliran listrik secara otomatis sesuai dengan kendali/perintah yang diberikan.
7. LCD, Sebagai penampil hasil data yang didapat dari pembacaan sensor.
8. Catu daya sebagai pemberi suplai tegangan listrik pada perangkat keras kelistrikan.
9. Mesin pengkabut atau *mist maker* , adalah alat yang digunakan untuk memberikan kelembaban berupa kabut.
10. Kipas dan pemanas sebagai komponen yang dapat mengubah suhu.

Perancangan blok diagram ditampilkan pada Gambar 1.

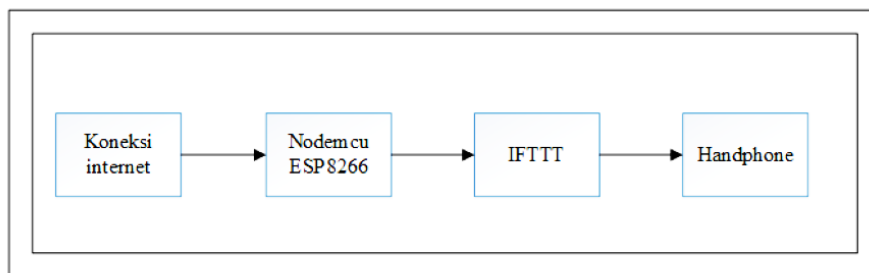


Gambar 1. Blok diagram penelitian.

Prosedur yang dikerjakan pada proses pembuatan monitoring dan otomasi parameter pertumbuhan jamur tiram putih terdapat dua prosedur pengerjaannya yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Pada bagian perancangan perangkat keras dibedakan menjadi dua pembahasan yaitu perancangan perangkat keras otomasi dan monitoring alat sedangkan yang kedua tentang perangkat keras yang terkoneksi kepada internet sehingga data dapat terbaca melalui metode IoT. Gaambar 2 dan 3 merupakan blok diagram masing masing sistem.



Gambar 2. Blok perancangan monitoring dan otomasi.



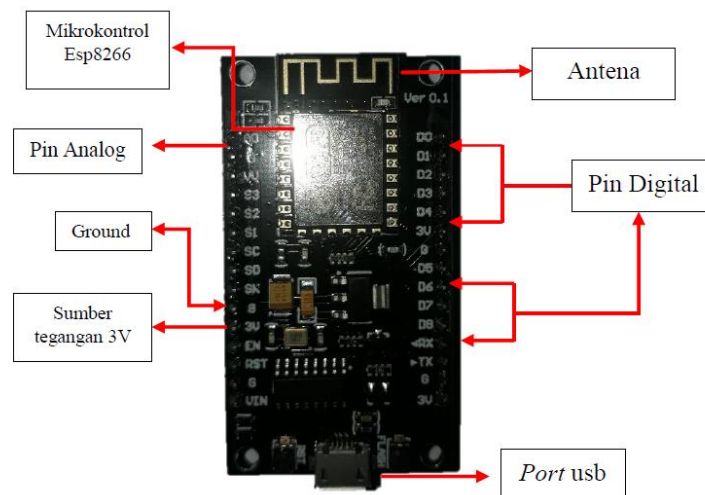
Gambar 3. Blok diagram IoT.

Pada sistem IoT mikrokontroler memprogram serta mengatur koneksi kepada esp8266 agar data yang didapat dari sensor dapat dimasukkan atau diunggah kepada aplikasi IFTTT dengan syarat terdapat koneksi internet yang diterima oleh esp8266. Setelah data diunggah kepada IFTTT. Maka hasil keluaran secara otomatis IFTTT akan mengirim sebuah pemberitahuan berupa SMS kepada nomor pengguna yang telah didaftarkan.

3. Hasil dan Pembahasan

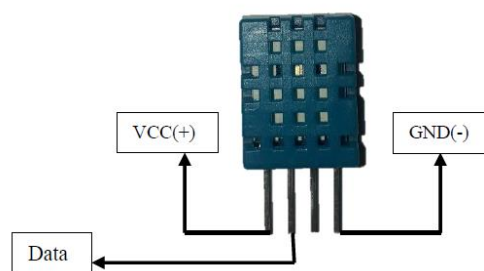
3.1. Hasil Penelitian

Seperti yang telah dijelaskan pada perancangan perangkat keras yang dipakaiterdiri dari mikrokontroller, modul wifi dan juga sensor Arduino berperan sebagai mikrokontroller sedangkan sensor yang digunakan terdiri dari sensor DHT 11, dan sensor LDR, sedangkan untuk modul wifi menggunakan ESP8266 yang sudah menjadi satu dalam Nodemcu V3. Nodemcu V3 dipilih sebagai mikrokontroler karena dirancang satu paket dengan esp8266 sehingga ketika mikrokontroakan melakukan pengiriman data via internet tidak membutuhkan lagi suatu modul wifi. Mempunyai pin digital yang cukup banyak sehingga dapat menghubungkan beberapa masukan data digital yang dapat diprogram dan juga mempunyai satu input data analog, dan Nodemcu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nodemcu V3.

Sensor utama yang dipakai untuk mendeteksi suhu dan kelembapan adalah sensor DHT 11 yang mempunyai 4 pin berbeda-beda dengan fungsinya masing-masing yaitu pin Vcc: sebagai masukan tegangan positif, gnd: sebagai masukan tegangan negatif, data: sebagai pin pembacaan data yang dihubungkan pada arduino, sedangkan pin NC tidak digunakan dan gambar per pin DHT 11 dapat dilihat pada Gambar 5.



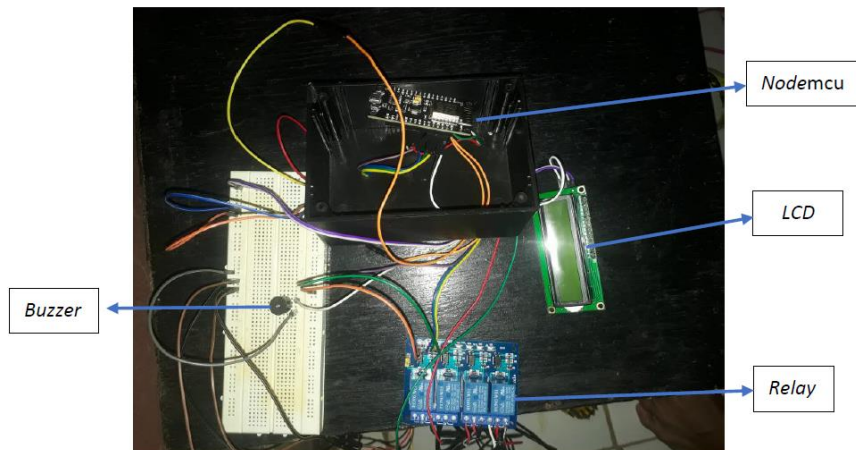
Gambar 5.8 Bagian-bagian sensor DHT 11.

Esp8266 adalah suatu modul wifi yang dapat membaca sinyal wifi dan dapat menghubungkan sistem arduino dengan internet sehingga sistem IoT dapat dilakukan dan dapat terhubung pada IFTTT yang akan mengirimkan pemberitahuan melalui media SMS. Board nodemcu adalah board yang didalamnya sudah ditanamkan esp8266 sehingga efisien dalam komponen.

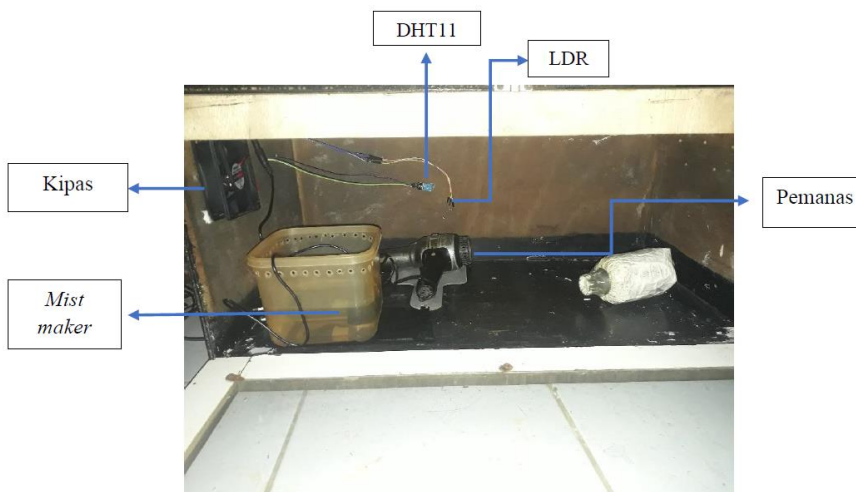
NodeMCU dihubungkan catu daya bertegangan 5V dengan menggunakan charger *handphone* berjenis kabel *microUSB*, sedangkan untuk pencatu daya pada *mist maker* menggunakan daptor 25 VDC, kipas menggunakan adaptor 12 V.

Sensor LDR adalah sensor yang dipakai sebagai pendeteksi cahaya yang masuk atau tersorot pada bagian atas sensor. Sensor yang tampak pada Gambar 4.19 merupakan jenis resistor yang mempunyai 2 pin dan mempunyai data secara analog sehingga pembacaan data pada sensor ini dilakukan konversi terlebih dahulu menjadi digital oleh mikrokontroler agar dapat diberlakukan sistem otomasi pada buzzer ketika LDR mendeteksi suatu cahaya.

Penempatan masing-masing sensor diletakkan di dalam satu kotak berukuran panjang 1 m dan lebar 30 cm dan berada dekat dengan baglog jamur sehingga keadaan suhu, kelembapan, dan cahaya yang diterima oleh jamur sama dengan keadaan yang terukur oleh sensor. Implementasi keseluruhan system ini ditampilkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Instalasi sistem bagian luar.



Gambar 7. Instalasi sistem bagian dalam.

3.2. Pembahasan

Perancangan dan implementasi baik dari sisi perangkat keras maupun sisi perangkat lunak pada perangkat monitoring dan otomasi parameter pertumbuhan jamur tiram putih telah dilakukan, selanjutnya dilakukan tahap pengujian. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah perangkat yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak.

Pengujian dilakukan pada bagian masukan atau sensor terlebih dahulu kemudian setelah itu dilanjutkan pada pengujian bagian monitoring dan otomasi. Pengujian pertama dilakukan pada bagian sensor suhu dan kelembapan pada DHT11 dengan cara membandingkan data hasil pengukuran dengan data pengukuran oleh alat hygrometer yaitu alat pengukur suhu dan kelembapan. Perbandingan hasil dilakukan dengan alat ukur sehingga keakuratan pengambilan data dapat terlihat nilainya, Data pengukuran diambil pada hari dan waktu yang berbeda-beda, untuk sistem tata letak sensor DHT11 dan *hygrometer* diletakan berdekatan satu sama lain. Setelah terhasil data perbandingan, maka dilakukan perhitungan pada persentase kesalahan sehingga dapat diketahui ke akuratan antara data terukur(*hygrometer*) dengan data sebenarnya (DHT11).

Hasil perhitungan galat pada pengujian sensor DHT11 untuk suhu terdapat pada Tabel 1, sedangkan pengujian galat kelembapan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan galat suhu antara hygrometer dengan DHT11.

No.	Suhu (°C)		Persentase Galat (%)
	hygrometer	DHT 11	
1	27.80	27.80	0
2	27.70	27.20	1.8
3	26.60	26.20	1.5
4	25.30	25.30	0
5	24.10	24.30	0.8
6	25.30	25.30	0
7	23.80	23.10	2.9
8	24.70	26.10	5.6
9	25.00	26.20	4.8
10	26.60	26.60	0
Rata-rata galat			1.74

Tabel 2 Hasil persentase galat suhu.

No.	Kelembapan (%)		Persentase Galat (%)
	hygrometer	DHT 11	
1	72	71.6	0.5
2	68	72	5.8
3	70	76	8.5
4	79	81	2.5
5	75	74.8	0.2
6	76	75	1.3
7	93	95	2.1
8	80	77	3.7
9	76	76	0
10	67	70	4.4
Rata-rata galat			2.9

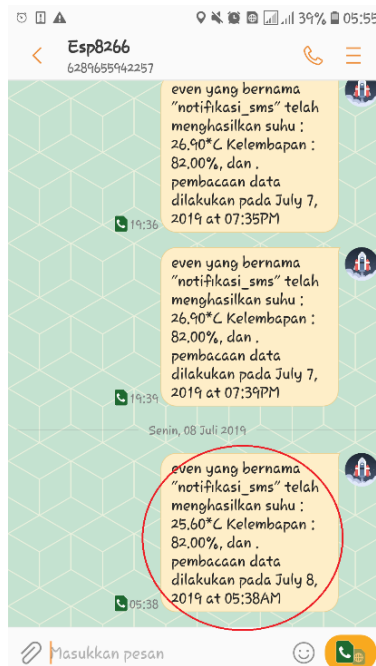
Setelah dilakukan pengujian sistem otomasi selanjutnya akan dilakukan pengujian pada sistem monitoring. Pada pengujian sistem pengiriman data, pengujian akan dilakukan pada beberapa tahapan.

Tabel 3. Hasil pengujian platform dan nomor handphone yang berbeda.

Platform (sistem operasi)	Nomor	Hasil Pengujian
Android	089xxx9xx257	Diterima
Android	088xx7xx372	Diterima
Symbian	089xx463xx818	Diterima
TouchWiz Lite UI	089xxx9xx257	Diterima

Pengujian yang kedua adalah melakukan perbandingan antara hasil yang dikirim pada handphone via pesansingkat/SMS dengan hasil yang tertampil di serial monitor aplikasi Arduino IDE. Setelah dilakukan pengiriman, hasil dari SMS dapat dilihat pada Gambar 8.

Pengujian kinerja sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja dari masing-masing sistem pada berbagai skenario dan kondisi lingkungan yang berbeda ketika digabungkan baik pada sistem otomasi maupun pada sistem monitoring via SMS. Pengujian dilakukan dengan cara pemberian beberapa kondisi kerja sistem yang berbeda-beda. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 8. Hasil nilai terkirim via SMS.

Tabel 4. Pengujian sistem otomasi.

No.	Suhu (°c)	Kelembapan (%)	Perangkat aktif	Suhu (set point) (°c)	Kelembapan (set point) (%)	Waktu Hingga set point
1	26.20	63	Pemanas, Mist maker	28.19	80	29.7 detik (Pemanas) 271 detik (Mist maker)
2	23.70	83	Pemanas	28.19	82	46.3 detik
3	24.80	88	Pemanas	28.05	88	41.2 detik
4	25.20	71	Mist maker, pemanas	28.15	81	153 detik (Mist maker) 39.4 detik (Pemanas)
5	27.10	81	Pemanas	28.03	81	14.9detik
6	29.50	89	Kipas	28.90	88	318 detik
7	25.00	83	Pemanas	28.19	83	40.9 detik
8	29.20	76	Mist maker, Kipas	28.90	81	58 detik (mist maker) 200 detik (kipas)
9	28.5	77	Mist maker	28.35	80	46 detik
10	24.00	90	Pemanas	28.10	90	45 detik

Pada pelayanan menggunakan aplikasi IFTTT terkendala beberapa hal, yaitu fitur tidak dapat menggunakan lebih dari 2 perintah dalam satu program sehingga fungsinya cenderung terbatas dan harus dibuat secara manual. Kemudian fitur SMS gratis pada IFTTT sudah tidak diberlakukan sehingga fitur SMS yang ada akan diberlakukan pembayaran, kecuali pada fitur Android SMS yang mengirimkan SMS otomatis oleh IFTTT dengan nomor pengirim yang telah didaftarkan sehingga nomor pengirim tidak akan bisa mengirimkan SMS secara otomatis oleh IFTTT jika terdapat kendala pada nomor pengirim, contohnya adalah jaringan yang buruk ataupun tidak adanya pulsa untuk mengirim SMS.

Pada pengujian respon waktu dari suhu awal hingga suhu stabil maka terlihat bahwa pemanas dengan *hairdryer* memiliki waktu kerja yang cepat dalam hal memanaskan hanya saja pada

pengoperasiannya menimbulkan suara yang bising dan mengkonsumsi listrik yang cukup besar, sedangkan untuk proses pelembapan kotak lebih cepat naik ketika kipas menyala dibandingkan ketika tanpa dibantu kipas, karena kabut yang dihasilkan dapat tertiuap angin. Untuk proses pendinginan oleh kipas bekerja relatif lambat karena ukuran kipas yang kecil dengan tegangan 12 Volt.

Pada bagian monitoring dengan sensor LDR dan *buzzer* berfungsi dengan baik, setelah ditentukan setpoint sebesar 0.00 lux maka cahaya yang masuk secara langsung pada jamur sedikitpun dapat mengaktifkan *buzzer*, akan tetapi sensitivitas LDR pada saat diterapkan dengan nilai lux tidak seakurat pada saat pengaturan point dengan serial monitor pada penerimaan cahaya.

Jika cahaya yang masuk pada kotak jamur menunjukkan nilai diatas 0.00 maka keadaan *buzzer* akan aktif sebagai peringatan. Hasil peringatan pada *buzzer* bersuara ketika cahaya berada diatas 0.00 dan hal ini telah sesuai dengan kondisi yang diatur pada program. namun peringatan pada *buzzer* terkendala oleh suara yang kecil disebabkan oleh nilai masukan listrik pada *buzzer* dibawah 5V. Karena listrik keluaran pada pin digital nodeMCU adalah sebesar 3.3V, maka *buzzer* yang menghubungkan kaki positif pada pin D7 nodeMCU sebagai pin output program tidak dapat menerima listrik sebesar 5V, dan jika kaki *buzzer* dihubungkan pada listrik kutub positif dengan tegangan 5V suara yang dihasilkan akan lebih kencang akan tetapi *buzzer* tidak akan mendapatkan program pada keluaran sensor LDR sehingga tidak dapat dioperasikan secara otomatis.

4. Kesimpulan

Sistem monitoring dan otomasi jamur tiram putih melakukan pengambilan data dari sensor DHT11 dan sensor LDR dengan hasil pengujian DHT11 yang dapat mengukur suhu dan kelembapan terendah sebesar 24.30°C dan 62% kelembapan, suhu dan kelembapan tertinggi yaitu sebesar 31°C dan 95% kelembapan, sedangkan pada sensor LDR poin tegangan cahaya terendah yaitu 117 dan cahaya tertinggi adalah sebesar 1011, sedangkan untuk nilai cahaya lux tertinggi adalah 531 dan cahaya terendah sebesar 2.95. Dengan penggunaan sistem otomasi pada jamur tiram yang telah diaplikasikan selama kurang lebih 12 hari, pertumbuhan miselium jamur dapat dilihat hampir menutupi ¼ bagian baglog jamur. Pertumbuhan miselium dapat tumbuh optimal hingga 100% ketika diinkubasi dalam kurun waktu kurang lebih 3 minggu, pada sisi aktuator pemanas dengan *hairdryer* bekerja cepat menaikkan suhu, *mist maker* dapat lebih cepat menaikkan kelembapan ketika kipas menyala, dan kipas relatif lambat dalam menurunkan suhu jika dibandingkan dengan pengkabut atau pemanas. Pada sistem keluaran hasil data terdapat dua cara yaitu menampilkan data berupa hasil pengukuran sensor dengan LCD dan cara kedua dengan keluaran berupa SMS. Cara kerja dari sistem pengiriman SMS yaitu melalui aplikasi yang bernama IFTTT yang dapat menghubungkan nodeMCU dengan *applet* khusus yang dihubungkan dengan program pada aplikasi Arduino IDE.

Referensi

- [1] G. P. Cikarge and F. Arifin, "Oyster Mushrooms Humidity Control Based on Fuzzy Logic by Using Arduino ATmega238 Microcontroller," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1140, no. 1, 2018.
- [2] D. Rahmawati, M. Ulum, and H. Setiawan, "Design of Smart Fuzzy Green House Automation For Oyster Mushroom Cultivation," in *2nd International Joint Conference On Science and Technology*, 2017, pp. 390–396.
- [3] A. Marzuki and S. Y. Ying, "Environmental Monitoring and Controlling System for Mushroom Farm with Online Interface," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 9, no. 4, pp. 17–28, 2017.
- [4] A. Triyanto and N. Nurwijayanti, "Pengatur Suhu dan Kelembapan Otomatis Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Mikrokontroler ATmega16," *J. Kaji. Tek. Elektro Univ. Suryadarma Jakarta*, vol. 18, no. 1, pp. 25–36, 2016.
- [5] S. Waluyo, R. E. Wahyono, B. Lanya, and M. Telaumbanua, "Pengendalian Temperatur dan Kelembaban dalam Kumbung Jamur Tiram (*Pleurotus sp*) Secara Otomatis Berbasis

- Mikrokontroler,” *agriTECH*, vol. 38, no. 3, pp. 282–288, 2019.
- [6] S. Revathi and N. Sivakumaran, “Fuzzy Based Temperature Control of Greenhouse,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 1, pp. 549–554, 2016.
- [7] K. Kumar, N. Sen, S. Azid, and U. Mehta, “A Fuzzy Decision in Smart Fire and Home Security System,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 105, no. December 2016, pp. 93–98, 2017.
- [8] A. Jemal, M. Hachicha, R. Ben Halima, A. H. Kacem, K. Drira, and M. Jmaiel, “Energy Saving in WSN Using Monitoring Values Prediction,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 32, pp. 1154–1159, 2014.
- [9] D. M. Atia and H. T. El-madany, “Analysis and Design of Greenhouse Temperature Control Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System,” *J. Electr. Syst. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 34–48, 2016.
- [10] X. Mi, F. Qian, Y. Zhang, and X. Wang, “An Empirical Characterization of IFTTT,” in *ACM Internet Measurement Conference*, 2017, pp. 398–404.