

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALI PADA *PROTOTYPE* RUMAH JAMUR MENGGUNAKAN PLC OMRON CPM1A

Achmad Adi Sulistiono^{*)}, Sumardi, and Munawar Agus R.

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: *achmad.adi08@gmail.com*

Abstrak

Pembudidayaan jamur saat ini mengalami perkembangan yang pesat. Jamur yang dahulu memiliki habitat alami di hutan, sekarang dapat dibudidayakan pada rumah jamur daerah dataran rendah. Dalam pertumbuhan jamur, lingkungan menjadi faktor terpenting karena kondisi lingkungan akan mempengaruhi keberhasilan kualitas dan kuantitas produksi. Faktor yang mempengaruhi kondisi tumbuh jamur antara lain adalah suhu, kelembaban relatif udara, dan kelembaban media tanam jamur. Tugas akhir ini menggunakan kombinasi kipas dan pompa yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengatursuhu, kelembaban relatif udara, dan kelembaban media tanam, yang mana sensor yang digunakan adalah SHT-11 sebagai sensor pembaca suhu dan kelembaban udara dan YL-69 sebagai sensor pembaca media tanam jamur. Berdasarkan suhu, kelembaban relatif, dan kelembaban media yang dibaca tersebut nantinya akan diolah oleh mikrokontroler dan dikonversikan menjadi data yang dapat dibaca oleh PLC. Berdasarkan masukan tersebut nantinya PLC yang mengontrol agar sistem dapat sesuai dengan referensi. Dari berbagai perbandingan pengujian yang dilakukan secara keseluruhan dapat dihasilkan waktu panen yang lebih cepat jika dibandingkan dengan penanaman jamur tanpa menggunakan pengendalian.

Kata Kunci : Suhu, kelembaban relatif, kelembaban media, SHT-11, YL-69, PLC.

Abstract

The mushrooms cultivation has been developed rapidly. Mushroom, that lives in the forest, now can be cultivated in mushroom house. Mushroom growth can be optimized by keeping the temperature and humidity of mushroom house as the normal condition. The environment is the important factor for mushroom growth because it influences the quantity and quality of the product. The influence factors of mushroom growth are temperature, relative humidity, and moisture content. This final assignment be set to get optimal condition, so the quality and quantity of product can improve. This system use the combination of fan and pump that design to set temperature, relative humidity, and moisture content. It use SHT-11 sensor to scan temperature and humidity. It also use YL-69 sensor to scan moisture content. All the factors will be analyzed by microcontroller. Then, it will be convert, so the PLC can read it. Based on data, PLC will control the system, so the condition can be fitted in. This system can make production more quickly than the conventional method.

Keywords : temperature, relative humidity, moisture content, SHT-11, YL-69, PLC

1. Pendahuluan

Berkembangnya teknologi terutama pada bidang pertanian menuntut adanya sistem kendali yang baik supaya dapat menunjang proses sekaligus untuk dapat meningkatkan efisiensi dalam menghasilkan produk yang unggul.

Salah satu budidaya pertanian yang saat ini sedang berkembang adalah budidaya jamur. Sebagai bahan pangan dan herbal, jamur semakin banyak dikonsumsi masyarakat. Namun ada beberapa kendala dalam proses

pertumbuhan jamur yang dialami oleh petani, seperti faktor suhu dan kelembaban ruang rumah tumbuh jamur, dan juga penggunaan plastik sebagai wadah *baglog* yang menyebabkan meningkatkan harga produksi dan sampah plastik yang tidak dapat dimanfaatkan kembali. Penulisan didasari tugas akhir sebelumnya seperti perancang bangun pengendali suhu dan kelembaban [1], dimana hanya ada suhu dan kelembaban yang diatur tanpa melihat moisture content pada sistem. Begitu juga dengan perancangan *green house* dengan PID menggunakan jaringan saraf tiruan [2] dimana sistem kontrol PID dan JST digunakan untuk mengontrol suhu lingkungan.

Tugas Akhir ini merancang aplikasi kontrol pada *plant prototype* rumah jamur menggunakan PLC CPM1A sebagai kontroller dan mikrokontroller ATmega 8535 sebagai pembaca data sensor, sedangkan metode kontrol yang digunakan adalah kontrol On/Off.

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah dapat mengatur suhu, kelembaban, dan kelembaban media tanam jamur pada *prototype* rumah jamur sesuai dengan masa tumbuh jamur.

2. Metode

2.1. Klasifikasi Jamur Tiram

Jamur adalah salah satu kelompok fungi dan tidak mempunyai klorofil sehingga tidak dapat berfotosintesis. Jamur biasanya tumbuh di tempat yang memiliki kelembaban tinggi seperti pada kayu yang lapuk, atau kotoran hewan. Karena morfologinya yang unik oleh sebab itu jamur di tempatkan di kingdom berbeda. Klasifikasi yang lazim digunakan adalah seperti berikut. Jamur tiram sendiri merupakan jamur yang cukup populer dibudidayakan masyarakat. umumnya, para pembudidaya menggunakan serbuk kayu gergaji sebagai bahan utama media dicampur dengan bekatul dan CaCO_3 . Dalam penanaman biasanya, bahan campuran tersebut di komposkan sebelum nantinya di kemas kedalam *baglog* (media tanam yang dimasukkan dalam kantong plastik). Untuk pemeliharaan jamur sendiri diusahakan agar jamur hidup pada suhu 25-28°C dengan kelembaban ruang 80-90% [3]. Sedangkan untuk kelembaban media tanam jamur menggunakan hasil pengukuran langsung di lapangan dimana diperoleh range data antara 75% -85%.

2.2 Kelembaban Relatif (RH)

Kelembaban relatif adalah rasio jumlah uap air yang berada udara dibandingkan dengan jumlah maksimum uap air yang diperlukan untuk mencapai titik jenuh pada suhu tertentu.

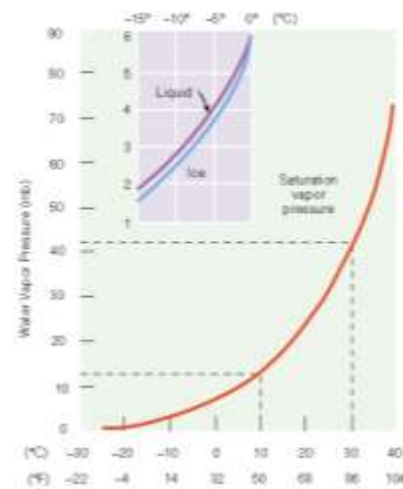
$$RH = \frac{\text{Tekanan Uap Aktual}}{\text{Tekanan Uap Saturasi}} \times 100\% \quad (1)$$

Nilai untuk menentukan kelembaban relatif dapat menggunakan persamaan 1 dimana tekanan uap sebenarnya di udara dibandingkan nilai tekanan uap saturasi yang merupakan ukuran kapasitas uap air sebelum menjadi jenuh. Perubahan dalam kelembaban relatif dapat dibawa dalam dua cara utama.

1. Dengan mengubah jumlah uap air di udara
2. Dengan mengubah suhu udara

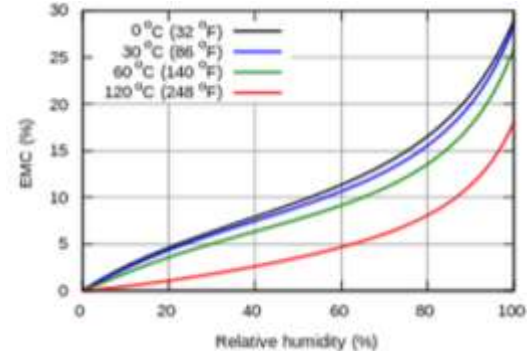
Dew point atau titik pengembunan adalah titik jenuh tekanan uap air sebelum berubah menjadi cair [4]. Titik

ini biasanya dinyatakan dalam dua parameter, yaitu temperature dan tekanan.



Gambar 1. Grafik dew point

2.3. Moisture Content



Gambar 2. Grafik Equilibrium Moisture Content (EMC) Untuk Kayu

Moisture content adalah jumlah air yang terkandung dalam bahan seperti tanah, batu, buah, atau kayu. Kadar air ini digunakan dalam berbagai bidang ilmiah dan teknis dan dinyatakan dengan rasio kering atau 0% hingga benar-benar basah 100% [5]. Untuk menentukan moisture content (mc) dapat menggunakan rumus 2.

$$MC = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

- MC = Moisture content (%)
- A = massa sebelum dikeringkan (gram)
- B = Massa setelah dikeringkan (gram)

Equilibrium Moisture Content (EMC) adalah kadar air suatu padatan yang berada dalam keseimbangan dengan udara pada suhu dan kelembaban tertentu. EMC biasanya digunakan untuk memperkirakan nilai kadar air didalam suatu jenis barang tertentu dengan hanya mengetahui nilai relative humidity (RH) dan suhu. Berikut adalah gambar

grafik menentukan EMC berdasarkan nilai relative humidity (RH) dan suhu.

2.4. Programmable Logic Control (PLC)

PLC adalah sebuah perangkat keras yang terdiri dari banyak *relay* dengan pengontrolan logika yang dapat diprogram. Awalnya PLC memiliki fungsi sebagai peralatan pengontrolan sederhana dengan dasar pengontrolan dua keadaan yaitu *On/Off* saja atau pada sistem dengan variabel yang saling berkelanjutan. Namun seiring dengan perkembangannya fungsi dari PLC semakin meluas diantaranya kemampuan proses dengan metode pengontrolan selain *On/Off* misal PID atau *fuzzy*, fungsi komunikasi dengan perangkat lain dan sebagainya.

2.5. SHT 11

SHT 11 adalah sensor suhu dan kelembaban relatif yang mempunyai banyak sensor modul yang outputnya telah dikalibrasikan secara digital [6]. Dibagian dalamnya terdapat kapasitif polimer sebagai elemen untuk sensor kelembaban relative dan sebuah pita regangan yang digunakan sebagai sensor temperatur. Sensor ini menghasilkan sinyal keluaran yang baik dengan waktu respon yang cepat.

2.7. Sensor YL-69

Sensor YL-69 merupakan sensor air sederhana yang dapat digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah dan tingkat kejernihan air. Sensor ini menggunakan moisture probe tipe YL-69 yang diproses IC pembanding offset rendah LM393. Tegangan oprasional dari sensor ini adalah 3,3V sampai 5 V, dengan 2 keluaran, yaitu analog dan digital. Keluaran digital dapat diatur dengan memutar VR yang terdapat pada sensor sesuai dengan nilai yang dikehendaki.

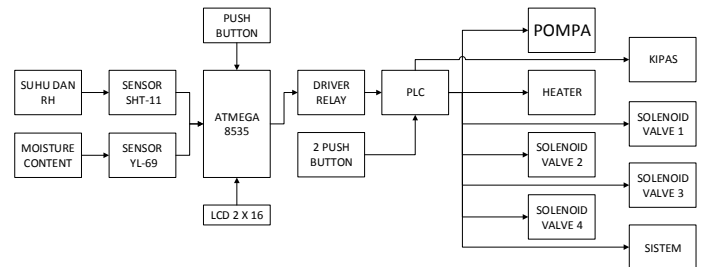
2.8. Perancangan Sistem

Perancangan perangkat keras (*hardware*) terdiri atas perancangan setiap blok yang menyusun sistem kontrol secara keseluruhan sesuai gambar 3 dan halsi prototype pada gambar 4. Perancangan perangkat lunak (*software*) yaitu pembuatan program dan kalibrasi sensor, program *driver* relay, serta *ladder diagram* untuk PLC sebagai pusat kontrol untuk mengatur *plant* rumah jamur.

Penjelasan secara umum dari blok sistem rumah jamur dengan PLC diatas adalah sebagai berikut:

1. Suhu dan kelembaban ruang akan dibaca oleh sensor SHT11, karena sensor sudah dapat membaca ADC maka data yang dikirimkan ke mikrokontroler adalah berupa data digital.

2. Nilai kelembaban media tumbuh jamur sendiri nantinya akan dibaca oleh sensor YL-69 dan dikeluarkan menuji mikrokontroler melalui kaki Analog Output (AO) berupa tegangan (V) antara 5-0 VDC.
3. Tiga *push button* (kuning) digunakan sebagai input mikrokontroler digunakan untuk mengatur tampilan dan *set poin* awal.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem



Gambar 4. Prototype Rumah Jamur

4. LCD (*Liquid Crystal Display*) dan *driver* LCD berfungsi sebagai media tampilan selama proses pengendalian berlangsung.
5. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 yang berfungsi sebagai pembaca dan penampil data dari sensor dan memberikan *input* ke *driver* relay.
6. *Driver* relay berfungsi sebagai masukan ke PLC dimana referensinya berasal dari sensor SHT 11 dan YL-69.
7. Dua *push button* (merah dan hijau) merupakan salah satu input PLC yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan sistem secara keseluruhan.

8. PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan pusat pengendalian kerja masukan dan keluaran sistem berfungsi mengatur kinerja sistem secara keseluruhan.
9. Pompa air digunakan sebagai mengalirkan air dan memberikannya tekana agar *sprinkler* yang terdapat didalam rumah dapat menghasilkan efek penyiraman berupa kabut.
10. Kipas (*fan*) AC berfungsi agar terjadi perputaran udara yang dapat menurunkan suhu udara dan mengurangi kelembaban udara didalam rumah.
11. *Heater blower (Hair Dryer)* berfungsi untuk menghasilkan udara panas kedalam ruangan untuk menaikkan suhu.
12. *Solenoid valve* 1-4 sebagai pengatur penyiraman di 4 blok yang ada didalam ruangan rumah jamur.
13. Sistem disini berupa relay yang berfungsi mengaktifkan dan menonaktifkan seluruh sitem secara keseluruhan baik itu PLC sebagai pusat kendali dan mikrokontroler sebagai pusat pembacaan sensor.

26.9	27.0	0.1
27.4	27.7	0.3
27.8	28.0	0.2
28.2	28.1	0.1
28.6	28.5	0.1
28.9	30.1	0.2
29.8	30.2	0.4
Error rata-rata		0.2

Tabel 3. Hasil Perbandingan Kelembaban Moisture Meter Dengan Pembacaan Sensor YL-69

Moisture Meter (%)	Pengukuran Kelembaban Media (%)	Error(%)
37	37	0
38	37	1
39	39	0
40	39	1
41	41	0
42	41	1
Error rata-rata		0.5

Table 2 merupakan data perbandingan nilai pembacaan suhu SHT-11 dengan thermometer dimana didapatkan selisih rata-rata sebesar 0,2 °C. Besarnya nilai ini sudah masuk dari nilai akurasi sensor SHT11 sebesar ±0,5 °C. Sehingga dapat dikatakan pembacaan sensor untuk mendeteksi besarnya suhu ruangan *prototype* kumbung jamur akurat dimana presentase kesalahan pembacaan sensor SHT11 adalah 0,2 °C dari alat ukur pembanding.

Table 3 merupakan data perbandingan nilai pembacaan Kelembaban media antara pembacaan sensor YL-69 dengan moisture meter didapatkan selisih rata-rata sebesar 0.5 %. Sehingga dapat dikatakan pembacaan sensor untuk mendeteksi besarnya kelembaban media tanam jamur pada *prototype* kumbung jamur cukup baik dimana presentase kesalahan pembacaan sensor YL-69 adalah 0.5% dari alat ukur pembanding.

Gambar 5 adalah grafik analisa respon sistem dengan referensi 25°-28°C dan kondisi awal 23,9°C, dimana sistem memerlukan 64 detik dihitung dari mulainya PLC memulai merespon. Gambar 6 merupakan data yang menunjukkan waktu yang diperlukan sistem untuk menurunkan suhu. Terlihat bahwa respon sistem memerlukan waktu 46 menit untuk mendinginkan sistem. Lamanya waktu yang digunakan untuk mendinginkan sistem disebabkan karena pengaruh suhu luar yang masuk, dimana suhu luar saat pengujian sebesar 30,6°C. Perbandingan respon sistem terhadap faktor suhu dapat dilihat pada table 4.

Gambar 7 adalah grafik analisa respon sistem dengan referensi 80%-90% dan kondisi awal 51%. Didalam grafik pengujian dapat diketahui bahwa sistem memerlukan waktu sebesar 112 detik yang digunakan untuk mengembalikan kondisi kelembaban kereferensi masukan. Gambar 8 adalah grafik analisa respon sistem dengan referensi 80%-90% dan kondisi awal 100%. Didalam grafik pengujian dapat diketahui bahwa sistem tidak dapat mencapai target referensi setpoint yang diberikan. Nilai terendah yang dicapai dari pengujian

3. Hasil dan Analisa

Pengujian pembacaan sensor dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembaban relative pada sensor SHT dan kelembaban media dengan menggunakan YL-69.

Table 1 merupakan data perbandingan nilai pembacaan kelembaban relatif SHT11 dengan higrometer didapatkan selisih rata-rata sebesar 1.1 %. Besarnya nilai ini sudah masuk dari nilai akurasi sensor SHT11 sebesar ±3.5%. Sehingga dapat dikatakan pembacaan sensor untuk mendeteksi besarnya kelembaban ruangan *prototype* kumbung jamur akurat dimana presentase kesalahan pembacaan sensor SHT11 adalah 1.1% dari alat ukur pembanding.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Kelembaban Higrometer Dengan Pembacaan Sensor SHT11

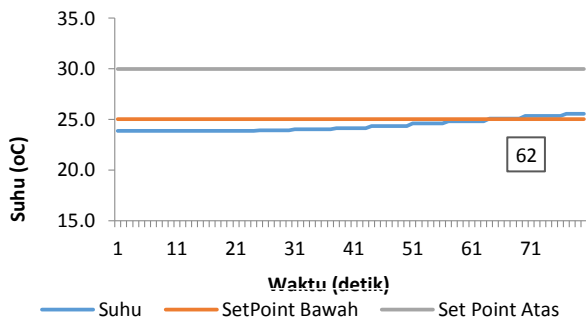
Higrometer (%)	Pengukuran Kelembaban (%)	Error(%)
78	78	0
79	80	1
81	80	1
82	82	0
84	85	1
85	87	2
86	88	2
87	89	2
88	90	2
90	90	0
Error rata-rata		1.1

Tabel 2. Hasil Perbandingan Suhu Termometer Dengan Pembacaan Sensor SHT11

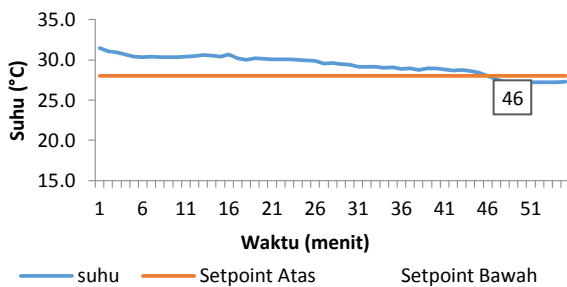
Termometer (°C)	Pengukuran Suhu (°C)	Error (°C)
26.3	26.1	0.2

adalah 91% pada waktu 26 menit sejak sistem merespon gangguan dan kemudian konstan dikisaran nilai 91% tanpa dapat menyentuh batas atas set point sebesar 90%. Perbandingan respon sistem terhadap faktor suhu dapat dilihat pada table 5.

Gambar 9 adalah grafik analisa respon sistem dengan referensi 75%-85% dan kondisi awal 70%. Didalam grafik pengujian dapat diketahui bahwa sistem memerlukan waktu selama 42 detik untuk mengembalikan kondisi kelembaban media tumbuh jamur kereferensi masukan. Gambar 10 adalah grafik analisa respon sistem dengan referensi 75%-85% dan kondisi awal 90%. Didalam grafik pengujian dapat diketahui bahwa sistem memerlukan waktu selama 12 menit untuk mengembalikan kondisi kelembaban media tumbuh jamur kereferensi masukan. Perbandingan respon sistem terhadap faktor suhu dapat dilihat pada table 6.



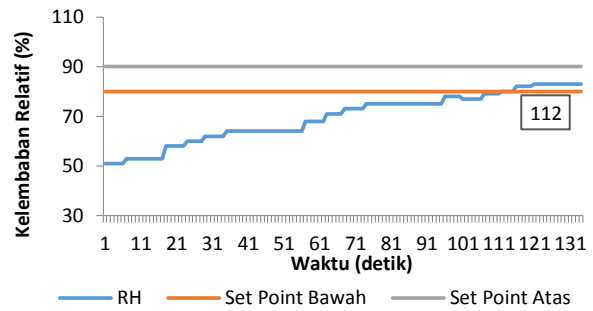
Gambar 5. Analisis Respon Sistem Terhadap Gangguan Masukan Suhu Dibawah Referensi



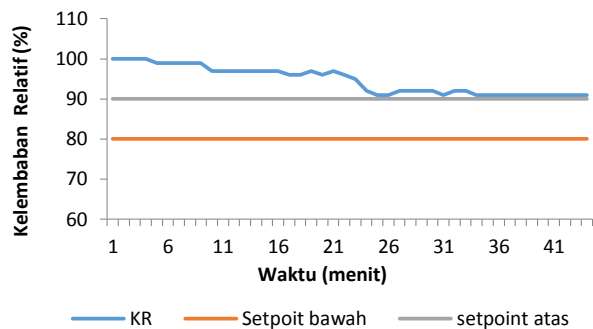
Gambar 6. Analisis Respon Sistem Terhadap Gangguan Masukan Suhu Diatas Referensi

Tabel 4. Perbandingan Respon Sistem Terhadap Masukan Suhu

Jenis Pengujian	Masukan Suhu (°C)	Target Suhu (°C)	Waktu
Respon Naik	23,9	25-28	64 detik
Respon Turun	31,5	25-28	46 menit



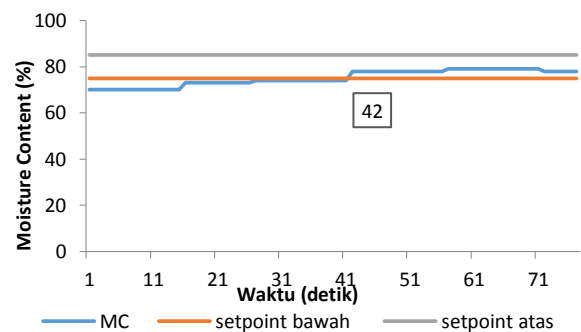
Gambar 7. Analisis Respon Sistem Terhadap Gangguan Masukan Kelembaban Dibawah Referensi



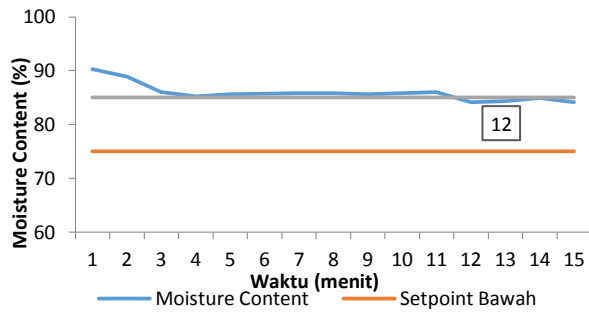
Gambar 8. Analisis Respon Sistem Terhadap Gangguan Masukan Kelembaban Diatas Referensi

Tabel 5. Perbandingan Respon Sistem Terhadap Masukan Kelembaban Relative

Jenis Pengujian	Masukan RH (%)	Target RH (%)	Waktu
Respon Naik	51	80-90	112 detik
Respon Turun	100	80-90	-



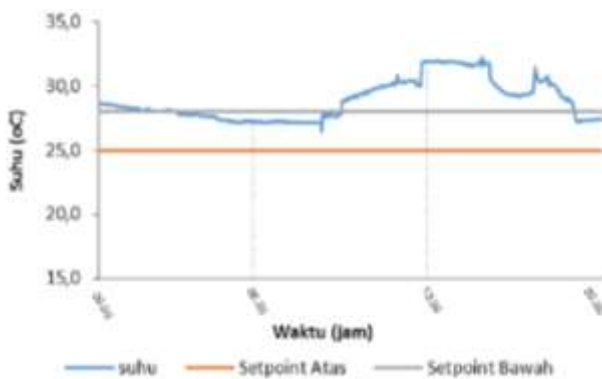
Gambar 9. Analisis Respon Sistem Terhadap Gangguan Masukan Kelembaban Dibawah Referensi



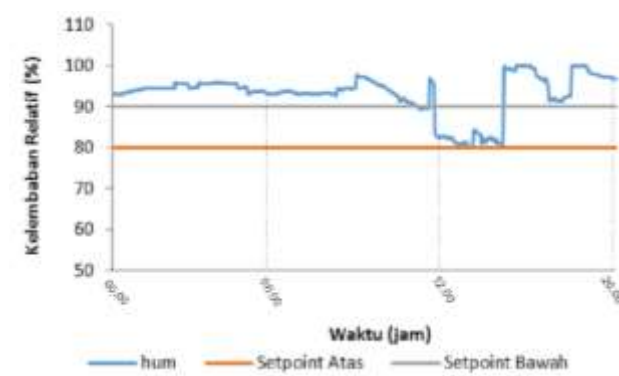
Gambar 10. Analisis Respon Sistem Terhadap Gangguan Masukan Kelembaban Diatas Referensi

Tabel 6. Perbandingan Respon Sistem Terhadap Masukan Kelembaban Media Tumbuh Jamur

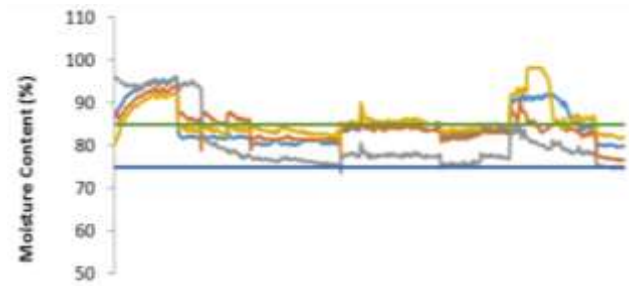
Jenis Pengujian	Masukan MC (%)	Target MC (%)	Waktu
Respon Naik	70	75-85	42 detik
Respon Turun	90	75-85	12 menit



Gambar 11. Pengujian Ketahanan Sistem Untuk Nilai Suhu



Gambar 12. Pengujian Ketahanan Sistem Untuk Nilai Kelembaban Relatif



Gambar 13. Pengujian Ketahanan Sistem Untuk Nilai Moisture Content

Gambar 11 merupakan pengujian sistem terhadap suhu, didapat nilai rata-rata suhu atas antara jam 8 sampai dengan jam 4 sore sebesar 30,3°C. Nilai ini jika dibandingkan dengan referensi 25°C-28°C tentu saja tidak sesuai. Hal ini disebabkan kurang baiknya kinerja sistem pendingin pada sistem sedangkan saat itu suhu lingkungan terukur adalah 30,2 °C pukul 10 pagi, untuk siang hari 32,2 °C, sedang untuk jam 3 sore adalah 30,6 °C. Sehingga jika dibandingkan dengan rata-rata suhu atasnya dapat ketahui kemampuan sistem maksimal menurunkan suhu adalah 1,9°C.

Gambar 12 merupakan pengujian sistem terhadap kelembaban relatif didapat nilai rata-rata kelembaban relatif selama pengujian sebesar 93%. Nilai ini jika dibandingkan dengan referensi 80%-90% tentu saja tidak sesuai. Hal ini disebabkan karena kinerja penurun kelembaban yang kurang maksimal dan juga faktor kelembaban relatif di lingkungan luar *prototype* yang cukup tinggi antara 84%-89% sehingga tidak berpengaruh banyak terhadap sistem secara keseluruhan. Selain itu adanya faktor EMC yang terjadi antara media kayu dengan lingkungan tempat sistem beradaserta suhu udara. Gambar 13 merupakan pengujian sistem terhadap kelembaban media tanam jamur data didapat nilai rata-rata kelembaban relatif selama pengujian sebesar 86% untuk bagian A, 85% untuk bagian B, 84% untuk bagian C dan 81% untuk bagian D. Nilai ini jika dibandingkan dengan referensi 75%-85% tentu saja sudah sesuai kecuali untuk bagian A. Hal ini disebabkan karena pada bagian tersebut sempat diberi penyiraman berlebih untuk menguji ketahanan sistem.

Pengujian hasil pada penelitian kali ini menggunakan 2 sudut pandang, pertama dari hasil berat jamur yang dihasilkan dan kedua dari sisi waktu pemanenan. Hasil jamur dari *prototype* rumah jamur didapatkan berat rata-rata sebesar 94.6 gram yang perhitungannya dapat dilihat pada table 7. Berat ini jika dibandingkan dengan berat rata-rata yang dihasilkan oleh petani jamur sebesar 80-100 gram menunjukkan bahwa hasil jamur dari sistem sudah sesuai dengan rata-rata hasil jamur yang diperoleh petani.

Table 8 menunjukkan bahwa hasil panen jamur pada sistem diperoleh waktu pemanenan antara 6-10 hari. Nilai ini jika dibandingkan dengan kondisi hasil dari para petani yang memerlukan waktu antara 10-14 hari menunjukkan bahwa ada peningkatan dari segi waktu panen.

Tabel 7. Hasil Penimbangan Jamur

Sempel Jamur Tiram	Berat/media (gram)
1	102
2	90
3	98
4	90
5	93
Rata-rata	94.6

Tabel 8. Waktu Panen Jamur

Sempel Tiram	Jamur	Panen Pertama	Panen Kedua
A		8 April	16 April
B		12 April	23 April

4. Kesimpulan

Telah berhasil dibuat *prototype* rumah jamur dengan volume 0,36 m³ dengan menggunakan sensor SHT-11 sebagai pembaca suhu dan kelembaban relatif dan YL-69 sebagai pembaca kelembaban media tanam jamur. sedangkan untuk data pertumbuhan menggunakan jamur tiram sebagai model, dengan referensi suhu 25°C-30°C, kelembaban 80%-90% dan kelembaban media tanam sebesar 75%-85%. Hasil uji terhadap suhu pada sensor SHT-11 dibandingkan dengan termometer pada range 26°C - 30°C. didapatkan nilai error sebesar 0.2°C. hal ini cukup baik jika dilihat dari nilai akurasi sensor suhu untuk SHT-11 menurut data sheet sebesar ±0.5 °C. Hasil uji terhadap kelembaban relatif pembacaan SHT dibandingkan dengan higrometer pada *range* kelembaban 78% - 90%. didapatkan nilai error rata-rata sebesar 1.1%. hal ini jika dibandingkan dengan nilai error untuk kelembaban SHT 11 yang mencapai ±3.5% pada data sheet bisa dikatakan kinerja pembacaan sensor cukup baik. Pengujian pembacaan sensor YL-69 dengan range antara 37%- 42% didapatkan nilai error sebesar 0.5% dari alat ukur pembanding MD-4G. Dimana dalam pengukuran kali ini terdapat batas terkecil dimana sensor dapat membaca nilai kelembaban yaitu sebesar 37%. Hasil uji sistem untuk respon suhu didapat nilai 64 detik untuk masukan dibawah referensi dengan suhu awal pengujian 23,9°C dan 46 menit untuk suhu masukan diatas referensi dengan suhu awal pengujian 31,5°C. Hasil uji sistem untuk respon kelembaban relatif, didapat nilai 112 detik untuk masukan dibawah referensi dengan kelembaban awal pengujian 51%. Sedangkan untuk masukan diatas referensi dengan kelembaban awal pengujian 100%, tidak dapat mencapai nilai *setpoint*. Nilai maksimum yang

dapat dicapai oleh sistem hanya 91% dalam kurun waktu 26menit. Hasil uji sistem untuk respon kelembaban media tanam, didapat nilai 12 menit untuk kelembaban media diatas referensi dengan kelembaban awal pengujian 90% dan 42 detik untuk kelembaban media dibawah referensi dengan kelembaban awal pengujian 70%.

Referensi

Journal:

- [1] Budiawan, Fandi, "Pengaturan Suhu dan Kelembaban Pada Miniatur Kumbung Untuk Meningkatkan Produktifitas Jamur Tiram", Jurusan Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2011.
- [2] Abdurrachman, Ajib. "Perancangan Sistem Pengendali Suhu pada *Prototype green house* dengan metode *tuning* PID Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan", Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang, 2014.

Texbooks:

- [3] Nurorohmah, Febrian Ai, "Jamur Info Lengkap dan Kiat Sukses Agribisnis". Agriflo, Jakarta, 2012
- [4] Ahrens, C.Donald, "Essentials of Meteorology : An Invitation to the Atmosphere". Cole Puclishing Co, America, 2000.

Standards:

- [5] American Society for Testing and Materials Standart. Test Method for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Based,. 20 Oktober 2014.

Internet:

- [6] ---, *SHT-11 Data Sheet*, [http:// www.Sensirion.com/SHT-11.pdf](http://www.Sensirion.com/SHT-11.pdf), Januari 2015.