

Pengatur Suhu dan Kelembapan Otomatis Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Mikrokontroler ATMega16

Anggi Triyanto¹ dan Nurwijayanti K. N.¹

Abstrak: Perkembangan budidaya jamur tiram mengalami peningkatan mengikuti banyaknya permintaan pasar. Budidaya jamur tiram pada area yang memiliki suhu tinggi memerlukan teknik perawatan secara khusus. Perkembangan teknologi sekarang ini memudahkan dalam melakukan perawatan budidaya jamur tiram. Yaitu dengan cara mengatur suhu dan kelembapan secara otomatis di dalam ruangan budidaya. Dengan pengatur suhu otomatis dapat memudahkan perawatan dan memperkecil kegagalan produksi jamur tiram. Dalam merealisikan pembuatan simulasi pengatur suhu dan kelembapan otomatis terdapat bagian-bagian perangkat keras yang dibutuhkan yaitu unit sensor suhu dan kelembapan, unit fan dc, unit penampil LCD, unit catu daya dan mikrokontroler ATMega16 sebagai pemprosesnya. yang kemudian digabungkan menjadi sebuah sistem. Bagian software dirancang menggunakan bahasa C sebagai bahasa pemrogramannya untuk mengatur suhu dan kelembapan otomatis berbasis Mikrokontroler ATMega16 terdiri dari 3 rangkaian utama yaitu rangkaian Input, rangkaian pemroses dan rangkaian Output. Rangkaian sensor suhu dan kelembapan sebagai input, mikrokontroler ATMega16 sebagai pemroses, fan dan alat pengkabut sebagai output. Selisih suhu rata-rata sensor Digital Humidity and Temperature (DHT) 11 sebesar 1,78 °C dan selisih kelembapan rata-rata 4,8 % dengan menggunakan pembanding dari termometer digital.

Kata Kunci: ATMega16, Sensor suhu, Fan, Catu daya.

Abstract: The development of oyster mushroom cultivation has increased to follow the market demand . Oyster mushroom cultivation in areas with high temperatures requires special treatment techniques . Technological development at now make it easier to perform maintenance oyster mushroom cultivation . That is by regulating the temperature and humidity are automatically in the room cultivation. Automatic temperature control can simplify maintenance and minimize failure of oyster mushroom production . For realize automatic temperature control and humidity there are the parts hardware required that are temperature and humidity sensor unit , dc fan unit , the LCD viewer unit , power supply unit and microcontroller ATMega16 as controller. Which are combined into a system . Software use C language for the programming. Automatic temperature control and humidity based Microcontroller ATMega16 consists of 3 main circuit there are input circuit , processing circuit and output circuit . Temperature and humidity sensor circuit as input , ATMega16 microcontroller as a processor , fan and humidifier as output . Difference in average Digital Humidity and Temperature (DHT) 11 sensor temperature by 1.78 °C and humidity by 4.8 % using the comparison of the digital thermometer .

Keywords: ATMega16, Temperature sensor, Fan, Power supply.

PENDAHULUAN

Budidaya jamur tiram (*oyster mushrooms*) saat ini sangat populer di dalam masyarakat pedesaan maupun perkotaan, baik dalam skala kecil, menengah maupun industri. Dalam industri skala kecil sangat mudah untuk dilakukan karena tidak memerlukan banyak modal dan peralatan. Modalnya hanya tempat budidaya jamur yang lebih dikenal dengan kumbung. Tempat bibit jamur tumbuh yang disebut dengan baglog. Perawatan yang teratur agar jamur dapat berkembang dengan baik. Untuk daerah yang rata-rata bersuhu panas mempunyai resiko kegagalan yang cukup tinggi daripada daerah yang beriklim dingin. Jamur tiram seperti jamur pada umumnya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada daerah yang mempunyai suhu dingin dan lembab. Untuk daerah yang kurang memenuhi syarat dalam hal perkembangan jamur seperti panas dan terlalu kering diperlukan perawatan yang lebih sering agar jamur dapat berkembang dengan baik. Penyiraman dilakukan agar dapat menjaga suhu dan kelembapan di dalam suatu kumbung/ ruangan budidaya.

Seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi saat ini, kemudahan dalam perawatan budidaya jamur tiram sangatlah diperlukan. Khususnya untuk budidaya dengan skala kecil. Perawatan budidaya jamur tiram yang cukup sering dilakukan adalah menyirami baglog. Penyiraman saat ini masih dilakukan masih secara manual yaitu dengan menggunakan tenaga manusia. Untuk menjaga kelembapan secara otomatis sangatlah diperlukan untuk menghemat waktu dan tenaga. Pengaturan otomatis untuk menjaga suhu dan kelembapan di suatu kumbung dapat menggunakan mikrokontroler dan alat pengkabutan yang cukup sederhana baik secara sistem kerja maupun rangkaianya. Ini dilakukan agar setiap masyarakat yang menggunakan dapat memahami dengan mudah.

Dengan pembuatan alat yang dapat mengontrol suhu dan kelembapan di suatu kumbung untuk budidaya jamur tiram dapat meningkatkan produksi jamur tiram dan memudahkan dalam perawatannya. Alat ini dapat diterapkan pada budidaya jamur tiram dengan skala kecil, dimana di sektor ini banyak sekali pembudidaya mengalami kegagalan dalam proses produksi karena banyak bibit yang tidak tumbuh dengan sempurna.

DASAR TEORI

Sensor Suhu dan Kelembapan

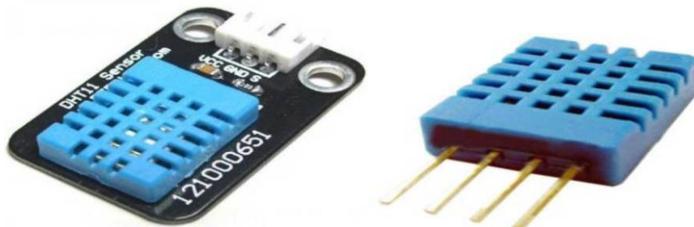
Sensor suhu menggunakan sensor DHT11. Sensor ini dapat berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sehingga hanya memerlukan 1 sensor DHT11 untuk peralatan yang digunakan.

Tentang Sensor DHT11

Sensor suhu dan kelembapan DHT11 ini memiliki sensor yang kompleks dengan kalibrasi output signal digital. Dengan menggunakan teknologi digital signal teknik dan suhu serta kelembapan. Memiliki kualitas tinggi dan tahan lama stabilitasnya. Sensor ini terdiri dari sebuah komponen untuk pengukuran kelembapan yang bertipe

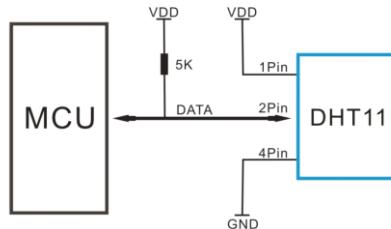
¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Suryadarma Jakarta

sensitive. Sebuah NTC komponen pengukuran suhu. Dan terhubung dengan mikrokontroller 8 bit berkualitas tinggi. Sehingga mempunyai kualitas yang baik, berespon cepat, anti terinterferensi dan harga yang efektif. Setiap elemen yang ada pada sensor DHT11 sudah terkalibrasi oleh laboratorium yang teruji akurat pada kalibrasi kelembapan. Kalibrasinya terprogram di OTP memory yang digunakan pada saat sensor mendeteksi sinyal internal. Ukuran yang kecil dan sedikit konsumsi powernya dan jangkauan sinyal transmisinya hingga 20 meter. Komponennya terdiri dari 4-pin yang berada dalam satu baris.



■ Gambar 1. Sensor Suhu dan kelembapan DHT11

Aplikasi Typical



■ Gambar 2. Aplikasi Typical DHT11

Jika kabel koneksi kurang dari 20 meter, direkomendasikan menggunakan sebuah resistor dengan ukuran 5K ohm, jika lebih dari 20 meter menggunakan resistor dengan tahanan yang diperlukan.

Karakteristik Elektrikal

Karakteristik elektrikal sensor DHT11 dapat dilihat pada tabel 1, sebagai berikut:

■ Tabel 1. Berdasarkan pada tegangan 5V dan suhu 25 °C

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3 V	5 V	5.5 V
Current Supply	Measuring	0.5 mA		2.5 mA
	Average	0.2 mA		1 mA
Sampling period	Standby	100 uA		150 uA
	Second	1		

Dapat digambarkan dari tabel di atas maka dengan tegangan masuk minimal 3 volt dan maximal 5,5 volt. Arus listrik pada saat digunakan baik minimum dan maksimum dengan waktu sampling 1 periode.

Fan

Fan yang digunakan adalah fan yang digunakan pada personal komputer. Fan berfungsi untuk mengatur aliran udara masuk atau keluar ruangan. Menghembuskan udara baik udara segar atau udara yang dikondisikan ke dalam ruangan dan menghembuskan udara panas keluar. Fan motor ini akan selalu berputar sesuai dengan kondisi suhu di dalam ruangan. Untuk mengendalikan suhu di dalam ruangan di atur dengan kecepatan putaran fan motor tersebut.



■ Gambar 3. Fan Motor

Alat Pengkabut (Mist Maker)

Alat untuk menjaga kelembapan menggunakan *mist maker* yang digunakan pada rumah burung walet. Karena sudah teruji kualitasnya, alat pengkabut ini juga biasa digunakan pada budidaya jamur. Pada saat kelembapan di ruangan kurang memenuhi kebutuhannya maka alat ini akan bekerja, tetapi pada saat kelembapan sudah sesuai dengan kondisi yang ditentukan maka alat ini tidak bekerja. Gambar dari alat pengkabut dapat dilihat sebagai berikut:



■ Gambar 4. Alat Pengkabut

Gambaran Umum Tentang Jamur Tiram

Jamur tiram disebut juga sebagai *shimeji* atau *oyster mushrooms*. Jamur tiram putih memiliki ciri khusus yaitu warnanya putih bersih, bentuk daun buahnya bulat pada media antara 3 cm-10 cm dan bertangkai. Jamur ini bisa tumbuh dengan baik pada media serbuk gergaji kayu sengon (*Albazia Procera*) atau kayu jeungling putih (*Paraserianthes Falcataria*) dengan tingkat kelembaban tinggi. Jamur tiram putih tidak beracun, selain mengandung nilai gizi yang tinggi, pembudidayaannya relatif mudah. Selain rasanya enak, jamur tiram putih juga mengandung sedikit tepung (pati). Oleh karena itu, jamur tiram putih merupakan makanan yang cocok bagi penderita diabetes dan orang yang ingin mengurangi berat badan, kandungan asam folatnya tinggi sehingga dapat mencegah dan menyembuhkan anemia (kekurangan darah). Jamur ini adalah salah satu jamur yang enak dimakan dan banyak digemari di berbagai negara. Secara umum jamur tiram memberikan banyak manfaat bagi kesehatan tubuh bahkan beberapa di antaranya yang bisa digunakan untuk mengobati berbagai macam penyakit. Jamur tiram merupakan jamur yang tumbuh di kayu sehingga orang-orang menyebutnya tanaman perusak kayu. Namun ternyata setelah diteliti jamur tiram memiliki kandungan tersendiri yang dapat membantu penyembuhan beberapa penyakit.

Tahapan Budidaya Jamur tiram

Tahapan budidaya jamur tiram berupa persiapan media (*substrat*), pencampuran media, pengantongan (*logging*), sterilisasi, inokulasi bibit, inkubasi, pemeliharaan tubuh buah, dan panen. Bagi pemula atau pengusaha skala kecil ada baiknya untuk sementara waktu bibit ataupun media tanam dapat membeli dari pembibit ataupun dari perusahaan yang telah memiliki skala usaha yang besar.

Dalam proses produksi diperlukan tahapan-tahapan agar dapat dengan mudah diketahui langkah-langkah maupun bahan-bahan yang harus dipersiapkan. Proses produksi dijelaskan dalam bagian sebagai berikut :

1. Persiapan Media (*Substrat*)

Formula media tanam untuk jamur tiram adalah serbuk gergajian kayu, dedak/katul, kapur, gypsum.

2. Pencampuran Media

Bahan-bahan media yang telah disiapkan diaduk sedemikian rupa sehingga mungkin agar pertumbuhan miselium dapat merata ke seluruh media. Pengadukan dapat dilakukan dengan cara mekanis ataupun manual. Apabila dilakukan secara manual upayakan pengadukan lebih lama sehingga diperoleh pencampuran yang merata terutama untuk bahan-bahan yang konsentrasi rendah. Media yang telah tercampur dengan baik biasanya menggumpal pada saat dikepal. Setelah proses pencampuran selesai lakukan pengomposan (*fermentasi*) selama 3-5 hari. Proses pengomposan dapat membantu mengurangi kontaminasi oleh mikroba liar dan juga membantu penguraian beberapa senyawa kompleks menjadi lebih sederhana sehingga lebih mudah diserap oleh jamur tiram. Lakukan pengadukan setiap hari agar proses pengomposan merata.

3. Pengantongan (*Logging*)

Pengantongan atau pembuatan baglog dilakukan dengan memasukkan media yang telah dikompos ke dalam plastik tahan panas (*polypropylene*). Upayakan pengisian tidak terlalu longgar dan juga tidak terlalu padat. Untuk memadatkan media dapat dilakukan dengan bantuan botol yang diisi dengan pasir. Setelah diisi media pada bagian atas lalu diberi ring bambu/pipa dan di tutup dengan kapas sebagai tempat memasukkan bibit atau tempat keluarnya jamur. setelah itu diikat dengan menggunakan tali ataupun karet.

4. Sterilisasi

Baglog yang telah siap selanjutnya disterilisasi melalui proses pasteurisasi dengan cara dikukus. Pasteurisasi yaitu proses pemanasan dengan suhu tidak lebih dari 100°C dengan waktu tidak kurang dari 5 jam. Pada umumnya para produsen melakukan pemanasan selama 8-12 jam. Pemanasan ini tergantung pada bahan dasar yang digunakan dan banyaknya log yang dipasteurisasi. Setelah selesai baglog didinginkan selama setengah sampai satu hari.

5. Inokulasi bibit

Inokulasi merupakan proses penanaman bibit ke dalam media tanam. Proses inokulasi dilakukan secara aseptis /steril. Usahakan ruangan sebersih mungkin. Bila memungkinkan peralatan maupun ruangan disemprot alkohol terlebih dahulu. Selama proses ini usahakan menutup mulut dengan masker atau minimal tidak berbicara berlebihan untuk menghindari kontaminasi yang berasal dari uap mulut. Inokulasi dilakukan dengan memasukkan bibit sebanyak 2-5 sendok makan ke dalam lubang yang telah diberi cincin bambu / pipa atau bisa juga dengan menebarkannya di atas permukaan media hingga merata kemudian menutup kembali lubang ring bambu dengan kapas/koran.

6. Inkubasi

Inkubasi merupakan masa pertumbuhan miselium hingga memenuhi media secara merata. Suhu yang dibutuhkan pada proses ini yaitu antara 22°C - 28°C. Upayakan suhu di ruangan inkubasi dijaga agar tetap stabil untuk menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Masa inkubasi akan berlangsung selama kurang lebih 40hari.

7. Pemeliharaan tubuh buah

Tahap ini merupakan masa setelah inkubasi hingga panen. Pada masa pemeliharaan penutup baglog dibuka hingga seperempat bagian log. Tahapan ini memerlukan suhu yang lebih rendah dibandingkan pada saat pertumbuhan miselium (tahap inkubasi) dan juga kelembapan yang optimal/berlimpah. Suhu yang diperlukan sekitar 20°C -26°C dengan kelembapan 80% - 90%. Pengaturan kelembapan dapat dilakukan dengan penyiraman sebanyak 2-3 kali setiap hari terutama ketika kelembapan di luar rendah biasanya pada saat siang hari. Selain kelembapan, kadar oksigen juga perlu diatur dengan membuka ventilasi ketika kelembapan di luar tinggi.

Panen

Setelah 7-10 hari penutup dibuka, tubuh buah biasanya sudah mulai tumbuh. Selang 3-4 hari setelah tunas tubuh buah tumbuh, jamur telah siap dipanen. Pemanenan harus dilakukan dengan hati-hati dengan cara mencabut seluruh rumpun tubuh buah jamur yang ada beserta akarnya. Akar yang tertinggal bisa menyebabkan pertumbuhan tubuh buah selanjutnya terganggu karena terjadi pembusukan media. Panen sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari pada saat jamur masih dalam kondisi segar. Panen kedua biasanya berlangsung dalam rentang waktu 1-2 minggu setelah panen pertama. Usia produktif berlangsung 3-4 bulan dengan produksi satu baglog sekitar 0,6 kg. Setelah dilakukan pemanenan, log dipelihara seperti awal penanaman yaitu dengan melakukan penyiraman, pengaturan suhu dan kelembapan . Kemudian melakukan Perawatan pasca panen dengan membersihkan sisa-sisa akar jamur yang telah dipetik dengan cara mengeruk log bekas tempat tumbuhnya jamur tersebut secara bersih agar segera terjadi pertumbuhan miselium/bakal jamur yang baru.

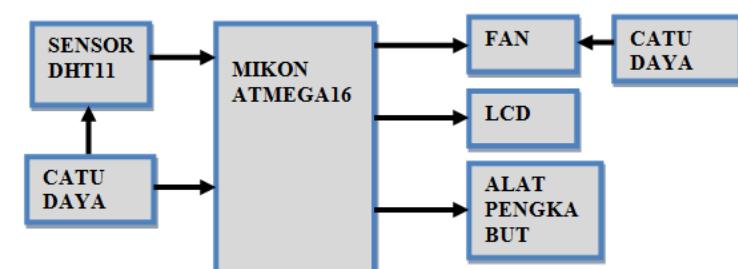
PERANCANGAN DAN PENGUJIAN

Perancangan Alat

Untuk perancangan alat yang digunakan pada pengatur suhu dan kelembapan otomatis memerlukan rangkaian – rangkaian di setiap komponennya hingga menjadi satu kesatuan yang membuat alat berfungsi dan bekerja dengan baik. Rangkaian-rangkaian tersebut terdiri dari : Sensor suhu dan kelembapan DHT11 , mikrokontroller, display, catu daya yang kemudian di gabungkan menjadi satu alat pengatur suhu dan kelembapan otomatis.

Blok Diagram Rangkaian

Blok diagram untuk Pengatur suhu otomatis dapat di lihat sebagai berikut:



■ Gambar 5. Blok Diagram Alat pengontrol suhu dan kelembapan

Dari gambar 5. dapat dijelaskan bahwa alur kerja dari rangkaian adalah dari rangkaian catu daya memberikan power kepada alat agar dapat berfungsi. Pada saat sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan maka data diteruskan ke mikrokontroller yang ditampilkan melalui LCD. Suhu dan kelembapan yang diatur dapat terlihat di LCD. Fan dan alat pengkabut akan berfungsi agar dapat menghasilkan suhu dan kelembapan yang telah diatur.



■ Gambar 6. Flowchart alat

Sistem kerja Alat :

Dimulai dengan menyalakan alat kemudian LCD Menampilkan kontrol rumah jamur. Selanjutnya melakukan pengaturan suhu dan kelembapan yang diinginkan. Jika suhu kurang dari yang diinginkan maka fan1 akan “ON” jika suhu sudah mendekati dengan settingan, maka fan motor akan melambat hingga tidak berputar. Jika kelembapan kurang dari setting maka Fan2 akan “ON” jika kelembapan sudah mendekati setting, maka Fan motor akan melambat hingga tidak berputar.

Pengujian mikrokontroller ATMega16

Pengujian rangkaian minimum pada mikrokontroller ATMega16 bertujuan untuk memastikan agar pada masing-masing port rangkaian minimum sistem ini telah teraliri tegangan yang nilainya sesuai dengan kebutuhan mikrokontroller, yaitu antara 2,7 v sampai dengan tegangan maksimal 5,5 v . Hasil pengukuran titik kerja mikrokontroller ditunjukkan pada tabel 2.

■ Tabel 2. Hasil pengukuran rangkaian minimum sistem ATmega16

No	Titik Pengukuran	Hasil (Vdc)
1	VCC	5
2	GND	0
3	VCC LCD	4.8
4	VCC DHT11	5

Pengujian Penampilan LCD 16x2

Pengujian LCD 16x2 dilakukan untuk mendapatkan parameter berupa tampilan karakter pada LCD sesuai dengan kebutuhan. Pengujian dilakukan dengan memprogram karakter atau tulisan yang ingin ditampilkan pada LCD melalui sebuah mikrokontroler. Gambar 7. menunjukkan hasil pengujian tampilan karakter yang ditampilkan pada LCD melalui pemrograman pada mikrokontroller ATMega16.

**■ Gambar 7.** Tampilan karakter pada LCD 16x2

Pengujian Catu Daya

Pengujian rangkaian catu daya ini bertujuan untuk mengecek apakah suplai tegangan yang diberikan ke beberapa rangkaian sesuai dengan kemampuan dari rangkaian yang diberi catu daya . Karena apabila melebihi akan berpotensi menimbulkan beberapa kerusakan seperti komponen yang terbakar, sistem yang tidak berjalan dan lain sebagainya. Pada sistem rangkaian catu daya akan mensuplai rangkaian Utama secara garis besar diantaranya rangkaian mikrokontroler dan rangkaian penggerak fan.

Pengujian catu daya LM317 untuk memastikan bahwa fan dapat berfungsi dengan baik yaitu mendapatkan tegangan $\pm 12V$. Pengujian catu daya LM317 untuk sumber power fan motor dapat dilihat pada tabel 3.

■ Tabel 3. Hasil pengukuran rangkaian catu daya LM317

No	Pengukuran	Titik pengukuran Vdc output (V)
1	1	12.58
2	2	12.57
3	3	12.56
4	4	12.56
5	5	12.57
Rata-rata		12.57

Rata-rata kesalahan dari 5 kali pengukuran masih kecil yaitu sebesar $+ 0.57$ dari tegangan yang dibutuhkan untuk menggerakkan fan motor sebesar 12V. Apabila Fan motor tidak mendapatkan input yang diinginkan maka kemungkinan terdapat kerusakan pada alat tersebut.

Pengujian Fan

Pengujian Fan ini untuk memastikan bahwa fan mendapat tegangan input sesuai spesifikasi dari fan motor personal computer yaitu 12 V. Pengukuran dilakukan dengan multimeter digital dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Multimeter difungsikan sebagai pengukuran tegangan.
2. Mengukur Tegangan pada titik input tegangan fan dari rangkaian LM317
3. Mencatat hasil yang diperoleh.
4. Mencatat rata-rata hasil pengukuran.

■ **Tabel 4.** Hasil pengukuran input tegangan Fan

No Pengukuran	Titik pengukuran (Vdc input)
1	12.58
2	12.57
3	12.56
4	12.56
5	12.57
Rata-rata	12.57

Rata-rata tegangan dari pengukuran yaitu sebesar 12.57 volt, tegangan dari rangkaian catu daya LM317 dapat membuat fan motor berfungsi.

Pengujian keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan alat dilakukan dengan menggunakan miniatur ruangan budidaya jamur atau disebut dengan kumbung dengan ukuran 26cm x 17cm x 26cm. Gambar 7 adalah gambar miniatur yang digunakan sebagai tempat pengujian. Miniature tersebut telah dipasangi alat-alat sistem kontrol otomatis pengatur suhu dan kelembapan.



■ **Gambar 8.** Miniatur kumbung-tampak atas



■ **Gambar 9.** Miniatur kumbung- tampak belakang

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan pada miniatur kumbung sebesar Panjang x Lebar x Tinggi : 26cm x 17cm x 26cm. Data yang dicatat adalah data aktifnya alat pengkabutan dan fan untuk mencapai kondisi suhu 26 °C - 28 °C dengan kelembapan yang sama yaitu 89%. Pengujian dilakukan pada 3 kondisi suhu yaitu, 26 °C, 27 °C & 28 °C , dengan kelembapan yang sama yaitu 89 % .

Pengujian seluruh sistem dengan setting suhu 26 °C

Hasil pengujian seluruh sistem dengan Setting Suhu 26°C, kelembapan 89% dapat dilihat pada tabel 5. Kondisi ruangan pada suhu kamar/ suhu awal 31 °C, kelembapan 81%.

■ **Tabel 5.** Hasil pengujian seluruh sistem dengan Setting Suhu 26°C, kelembapan 89%

waktu dimulai ketika alat dinyalakan	KONDISI		ALAT		
Waktu (menit)	SUHU (°C)	Kelembapan (%)	FAN 1	FAN 2	Alat Pengkabut
1.0	31	81	ON	ON	ON
1.8	30	82	ON	ON	ON
2.0	30	83	ON	ON	ON
2.5	29	84	ON	ON	ON
2.8	29	85	ON	ON	ON
3.0	29	86	ON	ON	ON

waktu dimulai ketika alat dinyalakan	KONDISI		ALAT		
Waktu (menit)	SUHU (°C)	Kelembapan (%)	FAN 1	FAN 2	Alat Pengkabut
3.2	29	87	ON	ON	ON
3.3	29	88	ON	ON	ON
5.0	28	89	ON	ON	ON
6.8	28	90	ON	ON	ON
7.0	28	91	ON	ON	ON
9.0	27	92	ON	ON	ON
12.2	26	92	ON	OFF	OFF

Pengujian seluruh sistem dengan setting suhu 27 °C

Hasil pengujian seluruh sistem dengan Setting Suhu 27 °C, kelembapan 89% dapat dilihat pada tabel 6. Kondisi ruangan pada suhu kamar/ suhu awal 31 °C, kelembapan 80%.

■ **Tabel 6.** Hasil pengujian seluruh sistem dengan Setting Suhu 27°C, kelembapan 89%

waktu dimulai ketika alat dinyalakan	KONDISI		ALAT		
Waktu (menit)	SUHU (°C)	Kelembapan (%)	FAN 1	FAN 2	Alat Pengkabut
1.0	31	80	ON	ON	ON
1.7	30	81	ON	ON	ON
1.8	30	82	ON	ON	ON
1.9	30	83	ON	ON	ON
2.0	30	84	ON	ON	ON
2.1	30	85	ON	ON	ON
2.2	30	86	ON	ON	ON
2.3	30	87	ON	ON	ON
2.6	29	88	ON	ON	ON
3.0	29	89	ON	ON	ON
4.3	29	90	ON	ON	ON
6.5	28	91	ON	ON	ON
8.3	28	92	ON	OFF	OFF
10.0	27	92	ON	OFF	OFF

Pengujian seluruh sistem dengan setting suhu 28 °C

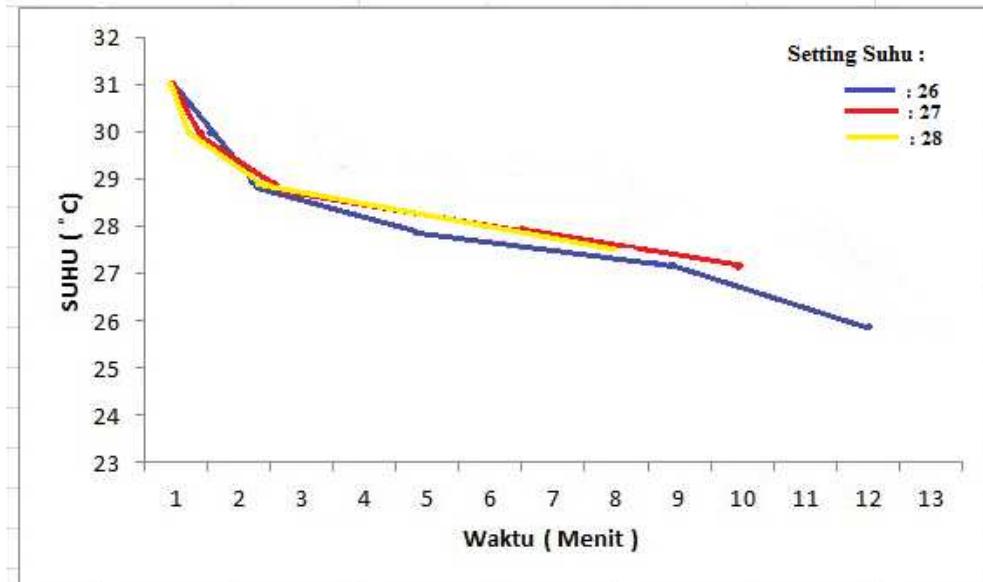
Hasil pengujian seluruh sistem dengan Setting Suhu 28°C, kelembapan 89% dapat dilihat pada tabel 7. Kondisi ruangan pada suhu kamar/ suhu awal 31 °C, kelembapan 80%.

■ **Tabel 7.** Hasil pengujian seluruh sistem dengan Setting Suhu 28°C, kelembapan 89%

waktu dimulai ketika alat dinyalakan	KONDISI		ALAT		
Waktu (menit)	SUHU (°C)	Kelembapan (%)	FAN 1	FAN 2	Alat Pengkabut
1.0	31	80	ON	ON	ON
1.5	30	81	ON	ON	ON
1.7	30	82	ON	ON	ON
1.8	30	83	ON	ON	ON
1.8	30	84	ON	ON	ON
1.9	30	85	ON	ON	ON
2.0	30	86	ON	ON	ON

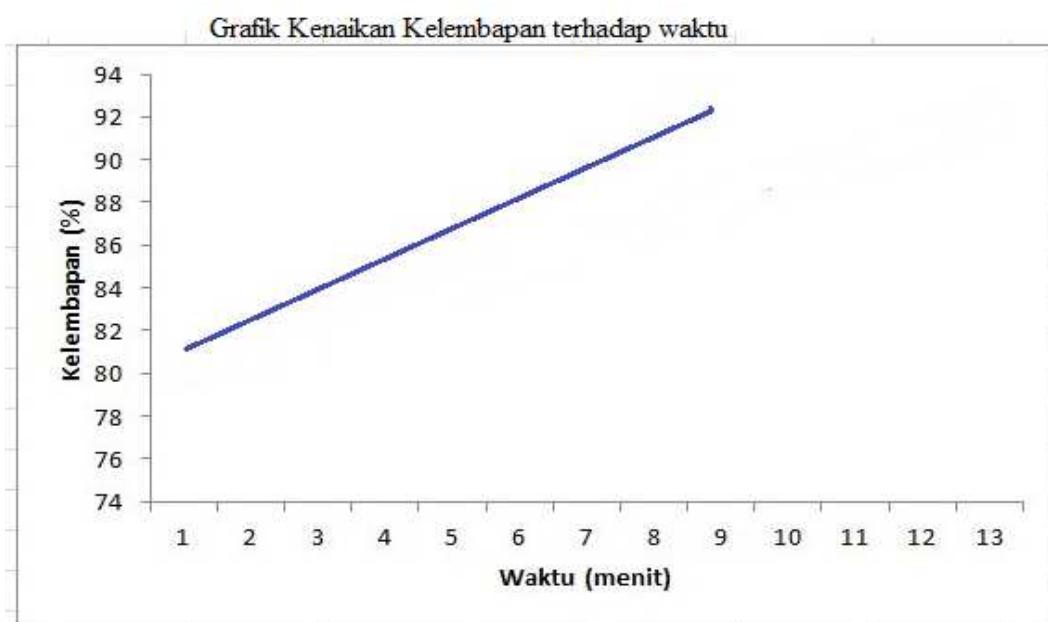
waktu dimulai ketika alat dinyalakan	KONDISI		ALAT		
	SUHU (°C)	Kelembapan (%)	FAN 1	FAN 2	Alat Pengkabut
Waktu (menit)					
2.2	30	87	ON	ON	ON
2.5	29	88	ON	ON	ON
3.0	29	89	ON	ON	ON
4.3	29	90	ON	ON	ON
6.0	28	91	ON	ON	ON
8.5	28	92	ON	OFF	OFF

Grafik Perbandingan penurunan suhu dengan setting : 26 °C, 27 °C dan 28 °C terhadap waktu.



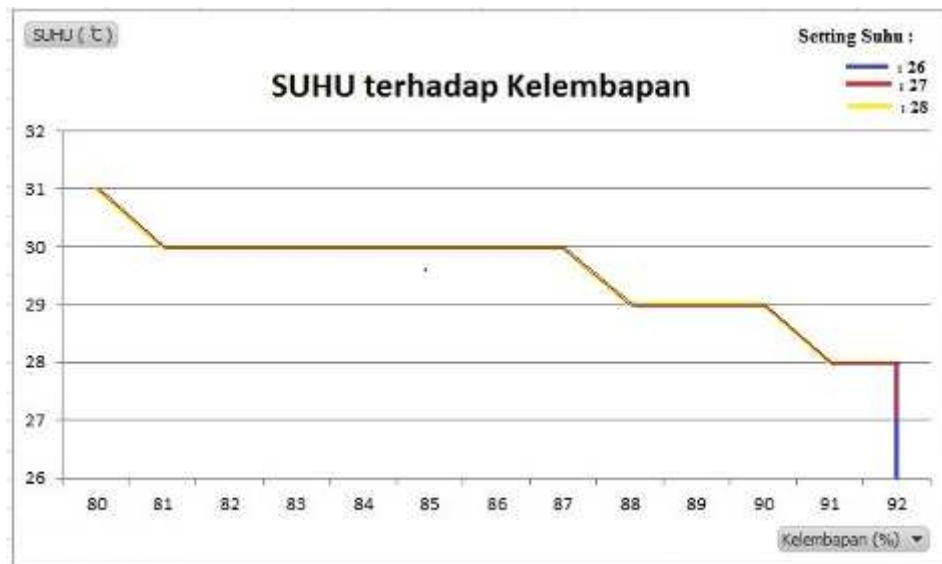
■ Gambar 10. Grafik Perbandingan penurunan suhu dengan setting : 26°C, 27°C dan 28°C terhadap waktu.

Dari pengujian ketiga kondisi suhu pada Gambar 10. didapatkan penurunan suhu dari suhu kamar/ awal 31°C hingga mencapai suhu 26°C memerlukan waktu kurang lebih 12,2 menit, penurunan suhu dari suhu kamar / awal 31°C hingga mencapai suhu 27°C memerlukan waktu kurang lebih 10 menit dan penurunan suhu dari suhu kamar / awal 31°C hingga mencapai suhu 28°C memerlukan waktu kurang lebih 8,5 menit. Ini menandakan bahwa semakin dingin suhu yang diinginkan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi tersebut.



■ Gambar 11. Grafik kenaikan kelembapan terhadap waktu

Dari ketiga hasil pengujian dimana setting kelembapan yang sama yaitu 89%. Maka dapat dibuat grafik seperti pada gambar 11. Untuk menaikkan kelembapan dari 81% menjadi 89% memerlukan waktu kurang lebih 8,5 menit. Pada saat kelembapan mencapai 92% kelembapan yang sudah sesuai dengan settingan yaitu disetting lebih dari 2 %, alat pengkabut sudah off , Fan motor off sehingga kelembapan tetap terjaga untuk waktu yang lama, sampai kemudian kelembapan kurang dari setting yaitu 89% maka alat pengkabut akan ON kembali, dan dapat disimpulkan bahwa sistem bekerja dimana output dari seluruh kondisi dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang ditentukan.



■ Gambar 12. Grafik suhu terhadap Kelembapan

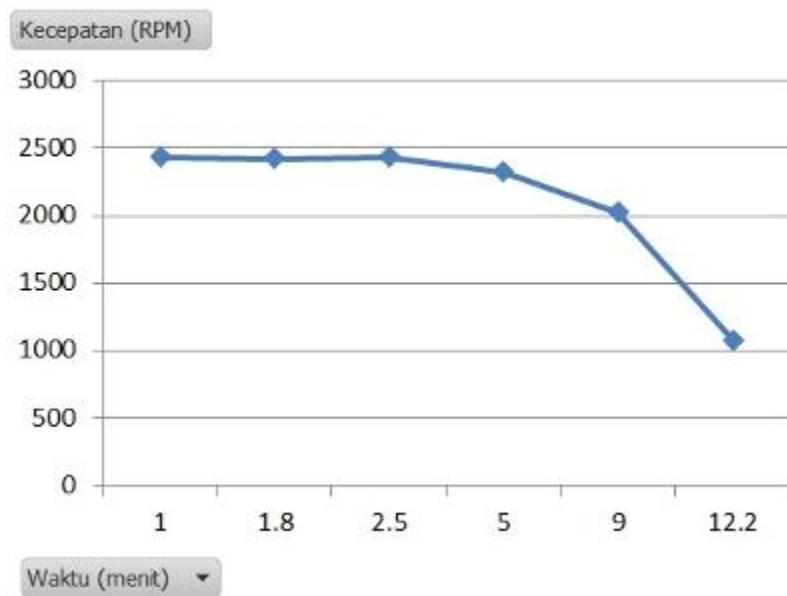
Dari ketiga pengujian dapat digambarkan perbandingan antara suhu dan kelembapan, dapat dilihat pada gambar 12. Penurunan suhu dari suhu kamar/ awal 31°C hingga mencapai suhu 26°C diikuti dengan kenaikan kelembapan dari kondisi awal 80% hingga mencapai 92%.

Selanjutnya pengujian dilakukan dengan mengukur kecepatan fan yang mengatur suhu terhadap waktu dimana waktu didapatkan setiap terjadi penurunan suhu dari suhu kamar 31°C hingga mencapai suhu 26 °C. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tachometer.

■ Tabel 8. Hasil pengujian Kecepatan Fan terhadap waktu dan suhu

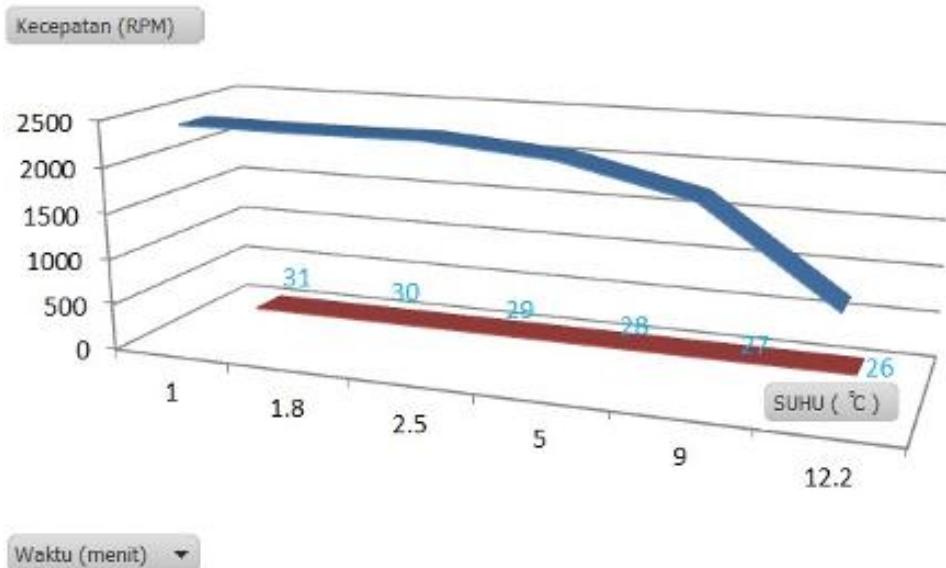
Kecepatan (RPM)	Waktu (menit)	Suhu (°C)
2433	1	31
2425	1.8	30
2435	2.5	29
2327	5	28
2025	9	27
1080	12.2	26

Dari tabel 8. dapat dijelaskan bahwa kecepatan fan akan menyesuaikan hingga mencapai suhu yang diinginkan. Fan berputar dari ± 2400 rpm hingga ± 1000 rpm. Dalam kondisi suhu sudah sesuai yang diinginkan fan akan tetap berputar, ini berguna agar suhu tetap terjaga dalam waktu cukup lama. Grafik kecepatan fan terhadap waktu dapat dilihat pada gambar 13. sebagai berikut:



■ Gambar 13. Grafik kecepatan fan terhadap waktu

Dari tabel 8. juga dapat dibuat grafik 3 dimensi , penurunan suhu dari suhu kamar 31°C hingga mencapai suhu 26°C . memerlukan waktu sekitar 12 menit dan kecepatan fan dari ± 2400 rpm hingga ± 1000 rpm sebagai berikut:



■ Gambar 14. Grafik kecepatan fan terhadap suhu dan waktu

KESIMPULAN

Hasil pengukuran sensor suhu menunjukkan bahwa sensor memiliki selisih suhu rata-rata $1,78^{\circ}\text{C}$ dan selisih kelembapan rata-rata $4,8\%$, dengan menggunakan pembanding dari thermometer digital, sehingga sensor berfungsi. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penurunan suhu dari suhu kamar / awal 31°C hingga mencapai suhu 26°C memerlukan waktu kurang lebih 12,2 menit, penurunan suhu dari suhu kamar / awal 31°C hingga mencapai suhu 27°C memerlukan waktu kurang lebih 10 menit dan penurunan suhu dari suhu kamar / awal 31°C hingga mencapai suhu 28°C memerlukan waktu kurang lebih 8,5 menit. Maka semakin rendah suhu yang diinginkan semakin lama juga waktu yang diperlukan untuk menurunkan suhu. Alat pengatur suhu otomatis untuk budidaya jamur tiram pada miniatur kumbung dapat menurunkan kelembapan dalam waktu $\pm 8,5$ menit dari saat awal alat dioperasikan yaitu Kelembapan dari suhu normal 81% sampai dengan yang diinginkan 92% (lebih 2 % dari setting)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardi winoto. (2010). *Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung : Informatika
- [2] B Arifianto ST. (2013). *Modul Training MICROCONTROLLER FOR BEGINER* : max-tron.com.
- [3] Joe Pardue. (2005). *C Programming for Microcontrollers*. Knoxville: Smiley Micros , Tennese.
- [4] Owen Bishop (2004). *Dasar-dasar elektronika*. Jakarta : Erlangga
- [5] Raharjo Budi (2008). *Pemrograman C dan Implementasinya*. Bandung : Infomatika Bandung.
- [6] Tatang Nugraha S.Si. (2015). *Kiat sukses Budidaya Jamur Tiram*. Bandung: YRAMA WIDYA.

- [7] Toni Supriatna (2014). *Belajar Mudah Merangkai Rangkaian Elektronika*. Kata Pena
- [8] <https://66fadli.wordpress.com/2012/06/10/makalah-pembuatan-alat-catu-daya/> 25 september 2015
- [9] <http://www.slideshare.net/rena94/humid-and-temp-sensor-dht11-with-arduino>. 13 september 2015
- [10] [https://batamelektronika.wordpress.com/pendidikan/arduino-uno-dan-sensor-dht11-dengan-tampilan-lcd-16-x-2.](https://batamelektronika.wordpress.com/pendidikan/arduino-uno-dan-sensor-dht11-dengan-tampilan-lcd-16-x-2/) 13 september 2015