

Implementasi Kontrol Proportional Integral Derivative (PID) Untuk Pengendalian Dan Monitoring Pada Kumbung Jamur Tiram

Robby Ghfirly Pramudyo N.S.¹, Sungkono², Hariyadi Singgih³

[Submission: 5-5-2021, Accepted: 27-5-2021]

Abstract – Oyster mushroom is a type of plant that can be consumed and has a high enough nutrition for humans. The process of cultivating oyster mushrooms in the mushroom kumbung owned by Mrs. Dyah Ratnawati is still done by manual methods. Oyster mushroom cultivation process requires temperatures between 23°C - 30°C and humidity 80% - 95%. In order to produce a good quality baglog oyster mushrooms, controlling the temperature and humidity according to the required range. The PID control method is expected to control temperature and humidity, so that the temperature and humidity become stable in accordance with the set point. With the Ziegler-Nichols tuning method, values of $K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$ can be obtained. Based on testing, the response time required from 32°C temperature and 73% Humidity to setpoint temperature 28°C and 92% humidity is 3.11 minutes. So that the process of harvesting oyster mushrooms is fast from the initial 36 hours using the manual method to 22 hours using the PID method, as well as getting good quality oyster mushroom results. This tool can also be monitored for temperature and humidity through the internet network or IoT.

Keywords – Mushroom Kumbung, Temperature Humidity, PID, IoT.

Intisari – Jamur Tiram merupakan jenis tanaman yang dapat di konsumsi dan memiliki nutrisi cukup tinggi bagi manusia. Proses budidaya jamur tiram pada kumbung Jamur milik Ibu Dyah Ratnawati masih dilakukan dengan metode manual. Proses budidaya jamur tiram di butuhkan suhu antara 23°C - 30°C dan kelembaban 80% - 95%. Agar baglog dapat menghasilkan jamur tiram yang berkualitas bagus, di perlukan pengontrolan suhu dan kelembaban sesuai range yang di butuhkan. Dengan metode kontrol PID di harapkan dapat mengontrol suhu dan kelembaban, sehingga suhu dan kelembaban menjadi stabil sesuai dengan set point. Dengan metode tuning Ziegler-Nichols dapat diperoleh nilai $K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$. Berdasarkan pengujian, respon waktu yang dibutuhkan dari suhu 32°C dan Kelembaban 73% menuju setpoint suhu 28°C dan kelembaban 92% adalah 3,11 menit. Sehingga proses pemanenan jamur tiram menjadi cepat dari yang awalnya 36 jam menggunakan metode manual menjadi 22 jam menggunakan metode PID, serta memperoleh hasil jamur tiram yang berkualitas bagus. Alat ini juga dapat ter-monitor suhu dan kelembabannya melalui Jaringan internet atau IoT.

Kata Kunci – Kumbung Jamur, Suhu Kelembaban, PID, IoT.

I. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan pangan, manusia terus berupaya mengembangkan dan meneliti jenis sumber makanan baru. Jamur yang dulunya berupa tanaman liar kini menjadi sumber nutrisi yang tinggi bagi manusia[1].

Jamur tiram ditemukan di hutan dibawah pohon berdaun lebar atau di bawah tanaman berkayu yang memiliki suhu lingkungan sekitar 23 - 30°C dan kelembaban 80 – 95%[2].

Untuk melakukan budidaya jamur tiram di daerah dataran rendah yakni di Kabupaten Jombang (suhu $\pm 36^\circ\text{C}$ dan kelembaban $\pm 70\%$), diperlukan perlakuan khusus terhadap kumbung jamur yaitu dilakukan pengontrolan suhu dan kelembaban pada ruang penanaman sehingga kondisi ideal untuk pertumbuhan jamur dapat terpenuhi. Jika pada kumbung dilakukan pengaturan suhu dan kelembaban maka hasil panen yang diperoleh diharapkan akan sebanding walaupun terjadi perubahan suhu dan kelembaban yang akan mempengaruhi suhu dan kelembaban pada kumbung, sehingga hasil produktifitas meningkat.

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat merancang serta mengontrol kecepatan *fan exhaust* dan blower pada alat kontrol suhu dan kelembaban agar tetap dalam kecepatan yang stabil sesuai dengan nilai *setpoint* yang diberikan dengan metode *Proportional Integral Derivative* (PID) serta dapat memonitor suhu dan kelembaban *kumbung* via IoT.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur Tiram

Secara alami, jamur tiram ditemukan di hutan dibawah pohon berdaun lebar atau di bawah tanaman berkayu yang memiliki suhu lingkungan sekitar 23 - 30°C dan kelembaban 80 – 95%[3]. Jamur tiram di jumpai hampir sepanjang tahun di hutan pegunungan daerah yang sejuk. Untuk itu, saat ingin membudidayakan jamur ini, substrat yang dibuat harus memperhatikan habitat alaminya. Media yang umum dipakai untuk membiakkan jamur tiram adalah serbuk gergaji kayu yang merupakan limbah dari penggergajian kayu.

2.2 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi kelembaban. DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

¹Robby Ghfirly adalah mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, e-mail: robbighfirly@gmail.com

²Sungkono adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, e-mail: sungkono@polinema.ac.id.

³Hariyadi Singgih adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, e-mail: hariyadi.singgih@polinema.ac.id.



kalibrasi ini disimpan dalam OTP program memory, sehingga ketika internal sensor mendeteksi suatu kelembaban, maka module ini membaca koefisien sensor tersebut. Ukurannya yang kecil, dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, 6 membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi[4].



Gambar 1 : Sensor DHT11 [4]

2.3 Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu yang memiliki keluaran digital. DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu 0,5°C pada rentang suhu -10°C sampai +85°C. DS18B20 ini tidak membutuhkan ADC agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. Data yang dikeluarkan berupa data digital dengan nilai ketelitian 0,5°C[5].

2.4 Exhaust Fan

Exhaust fan berfungsi untuk menghisap udara di dalam ruangan untuk dibuang ke luar untuk mengurangi kadar kelembaban udara, exhaust fan dipasang pada ruangan yang sirkulasi udara alaminya dianggap kurang memadai. Jadi, pemasangan di lakukan agar dapat mengurangi kelembaban.

2.5 Blower

Blower di gunakan untuk mensirkulasikan udara dari luar kedalam *kumbung* jamur tiram di karenakan *kumbung* jamur tiram ini tertutup, serta suhu bisa saja menjadi lebih panas dari kondisi udara di sekitar, maka blower di perlukan untuk mensirkulasikan udara dari luar kedalam *kumbung* jamur.

2.6 Mist Maker

Sebuah alat pengembun air yang biasa kita kenal dengan alat penghasil kabut air. Pengembun air tersebut akan dimanfaatkan untuk memberikan kelembaban pada *kumbung* jamur tiram, alat ini cukup baik untuk pengkabutan dengan tujuan menaikkan kelembaban. Ultrasonic Mist Maker adalah alat yang dapat merubah air biasa menjadi awan kabut.

2.7 Lampu

Lampu adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Pada perancangan alat ini lampu pijar digunakan sebagai pemanas ruangan pada *kumbung*.

2.8 Arduino Mega 2560

Arduino Mega merupakan sebuah papan sirkuit yang berbasis mikrokontroler Atmega2560. Pada modul IC

(Integrated Circuit) ini memiliki 54 pin input/output digital dimana 15 pin output untuk PWM, kemudian 16 pin analog input dengan resonator kristal keramik 16 Mhz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan sebuah tombol reset. Bentuk dari mikrokontroler yang sedemikian rupa memudahkan untuk men-support modul tersebut terhubung ke kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC dan DC atau juga battery[6].

TABEL I
 SPESIFIKASI ARDUINO MEGA 2560

Mikrokontroler	ATMega2560
Tegangan Operasi	5 volt
Input Voltage (Disarankan)	7 - 12 volt
Output Voltage (Batas Akhir)	6 - 20 volt
Digital I/O Pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan pwm output
Analog Input Pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC untuk pin 3,3V	50 mA
Flash Memory	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB (Atmega2560)
EEPROM	4 KB (Atmega2560)
Clock Speed	16 MHz

2.9 NodeMCU ESP8266

ESP8266 merupakan sebuah chips yang lengkap, di dalam ESP8266 sudah terdapat processor, akses ke GPIO dan juga memori. ESP8266 bisa menggantikan Arduino, selain itu juga dapat mensupport koneksi Wi-Fi secara langsung. Chip ini sangat membantu menyelesaikan masalah dalam networking Wi-Fi yang menyatu, dan dapat digunakan untuk membagi semua fungsi networking Wi-Fi kedalam suatu proses aplikasi lainnya[7]. ESP8266 berkomunikasi dengan Arduino Mega untuk mengirimkan data suhu dan kelembaban secara *real time*.

2.10 Modul RTC DS3231

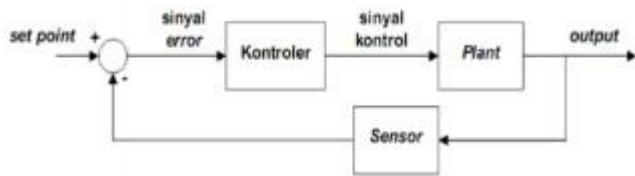
Modul RTC merupakan sistem pengingat Waktu dan Tanggal yang menggunakan baterai sebagai pemasok power agar modul ini tetap berjalan. Modul ini mengupdate Tanggal dan Waktu secara berkala, sehingga kita dapat menerima Tanggal dan Waktu yang akurat dari Modul RTC kapanpun kita butuhkan.

2.11 Metode Proportional Integral Derivative (PID)

PID (*Proportional integral Derivative*) adalah controller untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu Proportional, Integratif dan Derivatif. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon



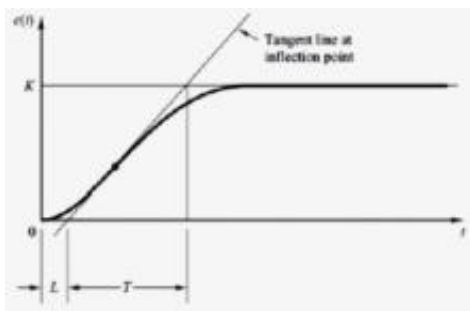
yang kita inginkan terhadap suatu plant. Aksi kendali proporsional mempunyai keunggulan untuk memperkecil kesalahan, dan aksi kendali integral mempunyai keunggulan untuk memperkecil kesalahan, dan aksi kendali differensial memiliki keunggulan meredam kekurangan tanggapan atau kelebihan tanggapan[8].



Gambar 2 : Blok Aksi Kontrol PID [8]

Metode PID Ziegler-Nichols I

Pada metode pertama respon motor dari plant didapatkan secara eksperimental dengan masukan unit-step seperti pada Gambar 8. Tipe dari respon tersebut adalah orde satu dengan transportation delay. Karakteristik dari respon adalah time delay (L) dan time constant (T) yang dapat diketahui dengan menggambar garis singgung pada titik belok dari kurva, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3[9].



Gambar 3 : Kurva Respon Garis Singgung [9]

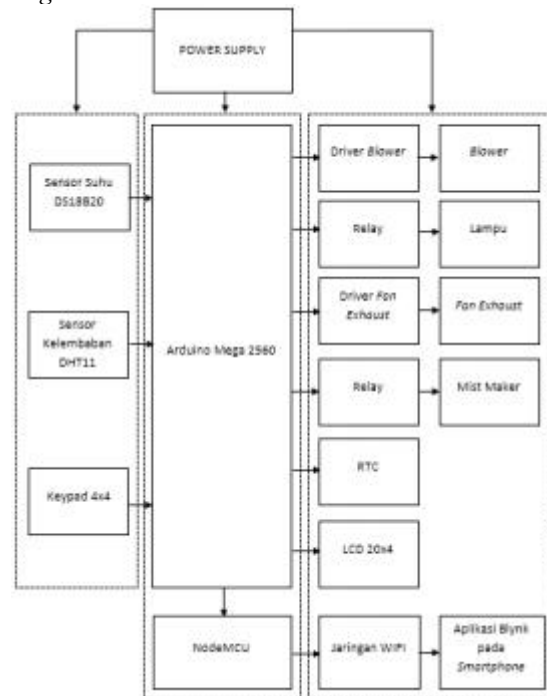
Cara menentukan garis singgung adalah membuat garis lurus dan menghimpit pada respon yang memiliki nilai linier paling banyak dan harus melalui nilai waktu yang diperlukan oleh respon untuk mencapai 63,2% dari nilai steady state respon. Respon ini didapatkan dari plant yang diberi masukan berupa unit-step. berikut adalah aturan Ziegler-Nichols I yang ditunjukkan pada Tabel II[10].

TABEL II
 ATURAN ZIEGLER-NICHOLS I [10]

Tipe Kontroler	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	~	0
PI	$0,9 \frac{T}{L}$	$L/0,3$	0
PID	$1,2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0,5L$

III. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja sistem kontrol suhu dan kelembaban menggunakan metode PID ini adalah mengontrol suhu dan kelembaban di dalam Kumbung Jamur, untuk menjaga suhu dan kelembaban agar selalu steady state sesuai dengan input yang di butuhkan untuk budidaya jamur tiram yakni dengan range kelembaban 80% - 95% dan Suhu 23°C - 30°C, sedangkan sistem kontrolnya memanfaatkan metode PID sehingga dapat mengurangi error steady state. Pertama alat di hubungkan pada tegangan 220V untuk menghidupkan system, kemudian keypad digunakan untuk mengatur nilai setpoint (Suhu dan Kelembaban) juga berapa lama sistem akan bekerja yang akan di atur oleh RTC.

Setelah menentukan setpoint suhu dan kelembaban yang di inginkan, maka Arduino Mega akan mengolah data dengan membandingkan pembacaan suhu oleh sensor DS18B20 dan pembacaan kelembaban oleh sensor DHT11 dengan set-point yang telah ditentukan. Perbandingan antara suhu dan kelembaban aktual dengan setpoint suhu dan kelembaban akan menghasilkan error. Error akan di minimalisir dengan kontrol PID yang di tanamkan pada Arduino Mega. Keluaran PID bekerja mengatur mengatur tegangan pada power supply melalui masukan error dari selisih antara set-point dengan suhu yang terbaca oleh sensor DS18B20 sebagai sensor suhu dan sensor DHT11 sebagai sensor kelembaban.

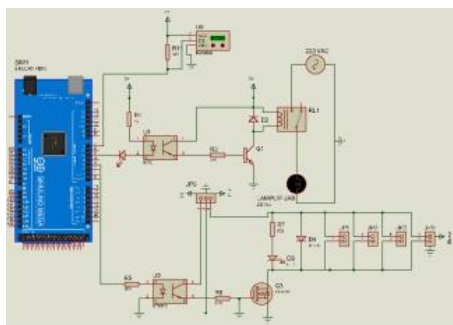
Keluaran PID disini adalah sinyal PWM. PWM di atur di dalam Driver Blower dan Driver Fan Exhaust yang



terdapat mosfet IRF3205. Blower digunakan untuk mensirkulasikan udara di dalam *kumbung* apabila suhu di dalam terlalu panas, *fan exhaust* digunakan apabila keadaan *kumbung* jamur terlalu lembab. Mist maker diatur dengan menggunakan *relay* apabila kelembaban kurang dari nilai *setpoint*, maka mist maker akan bekerja hingga mencapai *setpoint* yang di inginkan, apabila suhu yang terbaca oleh DS18B20 terlalu rendah yakni $\leq 22,5^{\circ}\text{C}$ maka relay mengatur agar lampu otomatis hidup hingga mencapai suhu 23°C lampu akan mati.

Apabila semua proses sudah berjalan sesuai dengan *setpoint* yang di inginkan, baglog dimasuk kan agar masa panen dapat lebih cepat. LCD digunakan untuk menampilkan nilai suhu dan kelembaban di dalam *kumbung* jamur, juga lama nya sistem bekerja. *Monitoring* nilai suhu dan kelembaban di dalam *kumbung* jamur selain menggunakan LCD dapat juga di lakukan via internet Arduino mega berkomunikasi dengan NodeMCU agar dapat mengirimkan data suhu dan kelembaban pada *kumbung* secara *realtime* ke *smartphone* melalui jaringan wifi menggunakan aplikasi Blynk sehingga kita dapat memantau suhu dan kelembaban *kumbung*.

3.2 Perancangan Rangkaian Kontrol Suhu



Gambar 5 : Rangkaian Kontrol Suhu

Rangkaian ini menggunakan sensor suhu DS18B20 sebagai komponen dalam pembacaan suhu. DS18B20 menggunakan pin Vcc terhubung pada power sebesar 5 V dan pin DQ terhubung pada pin 7 Arduino Mega 2560. Pin DQ dan Vcc pada DS18B20 di hubungkan dengan resistor sebesar $4,7\text{k}\ \Omega$, lalu untuk pin GND di hubungkan dengan ground. Lampu digunakan untuk menaikkan suhu *kumbung* jamur apabila kelembaban di bawah 23°C . Lampu yang di gunakan adalah lampu pijar ber daya sebesar 5 watt dengan tegangan 220 Vac. pin pada Arduino Mega 2560 yang di gunakan oleh lampu adalah pin 5 yang terhubung pada pin Signal pada relay, selanjutnya untuk power relay sebesar 5Vdc. Relay menggunakan aktif LOW, artinya ketika input LOW maka relay akan aktif atau menyala. Driver blower (Gambar 5) menggunakan MOSFET IRF3205. Pada kaki optocoupler CT817C disambungkan dengan Arduino Mega masukan PWM pin 6. Optocoupler terdiri dari infrared (LED) yang dikopel dengan phototransistor. Phototransistor akan aktif apabila terkena cahaya. Saat pada pin 6 berlogika 1 ada

tegangan yang melewati R1 Led aktif (di dalam optocoupler) sehingga arus akan mengalir dari Collector ke Emitter. Optocoupler jenis CT817C digunakan pada driver blower ini sebagai komponen yang berfungsi men-trigger MOSFET IRF3205. Mosfet ini adalah tipe NPN atau MOSFET aktif apabila diberi logika "1" (high) maka pada Gate MOSFET IRF3205 diberikan pulldown resistor agar logika yang terdapat pada MOSFET tidak mengambang. nilai R memiliki *range* agar *optocoupler* dapat berfungsi dengan baik, sehingga untuk mencari nilai yang dibutuhkan R pada rangkaian *driver* berikut adalah perhitungannya :

Menentukan nilai R1

$$V_f \text{ CT817C} = 1,4 \text{ (Max) datasheet}$$

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f} = \frac{5\text{V} - 1,4\text{V}}{10\text{mA}} = \frac{3,6\text{V}}{0,01\text{A}} = 360\ \Omega$$

$$V_f \text{ CT817C} = 1,2 \text{ (Typ) datasheet}$$

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f} = \frac{5\text{V} - 1,2\text{V}}{10\text{mA}} = \frac{3,8\text{V}}{0,01\text{A}} = 380\ \Omega$$

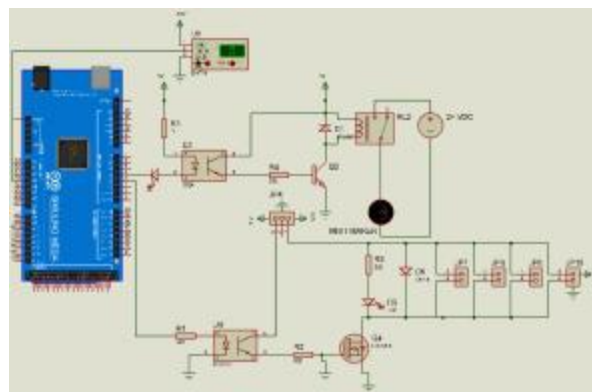
Dikarenakan range resitor antara $360\ \Omega$ - $380\ \Omega$ maka memilih resistor sebesar $390\ \Omega$ untuk di pasang pada R1. Pada CT817C nilai CTR 200%, jadi arus Ic pada CT817C = 200% dari If. Maka dari itu untuk mendapatkan nilai R2 dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$R_2 = \frac{10\text{V}}{14\text{mA}}$$

$$R_2 = 714\ \Omega$$

Dikarenakan nilai resistor diantara $714\ \Omega$ maka menggunakan nilai resistor sebesar $820\ \Omega$ yang tersedia di pasaran untuk di pasang pada R2.

3.3 Perancangan Rangkaian Kontrol Kelembaban



Gambar 6 : Rangkaian Kontrol Kelembaban

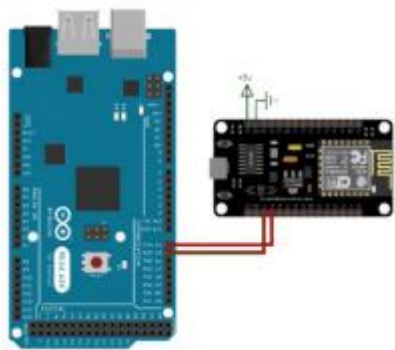
DHT11 yang memiliki 3 kaki pin yakni pin 1 atau VDD terhubung ke Vcc, pin 2 atau DATA tehubung pada Arduino Mega 2560 pin A3, dan pin 3 atau GND terhubung dengan Ground. DHT11 digunakan sebagai sensor kelembaban pada *kumbung* jamur. Mist maker atau pengkabut, di gunakan untuk



menambah kelembaban pada *kumbung* jamur apabila kelembaban di bawah *setpoint*, pin pada Arduino Mega 2560 yang di gunakan oleh *mist maker* adalah pin 4 yang terhubung pada pin Signal pada relay, Vcc *mist maker* menggunakan tegangan sebesar 24Vdc. Untuk power relay terhubung pada tegangan sebesar 5V. Relay menggunakan aktif LOW, artinya ketika input LOW maka relay akan aktif atau menyala. Driver exhaust fan (Gambar 6) menggunakan MOSFET IRF3205. Pada kaki optocoupler CT817C disambungkan dengan Arduino Mega masukan PWM pin 3. Optocoupler terdiri dari infrared (LED) yang dikopel dengan phototransistor. Phototransistor akan aktif apabila terkena cahaya. Saat pada pin 3 berlogika 1 ada tegangan yang melewati R1 Led aktif (di dalam optocoupler) sehingga arus akan mengalir dari Collector ke Emitter. Optocoupler jenis CT817C digunakan pada driver *fan exhaust* ini sebagai komponen yang berfungsi men-trigger MOSFET IRF3205. Berdasarkan arus dan tegangan maksimal yang mengalir pada rangkaian sehingga dibutuhkan MOSFET dengan spesifikasi $V_{DS} > V_{MAX}$ dan $I_{DS} > I_{MAX}$. Untuk jenis MOSFET dapat menggunakan jenis N. Maka MOSFET yang di gunakan adalah IRF3205 tipe N dengan spesifikasi ($V_{DS} = 55 V$, $I_{DS} = 110A$).

3.4 Rangkaian Monitoring Via IoT

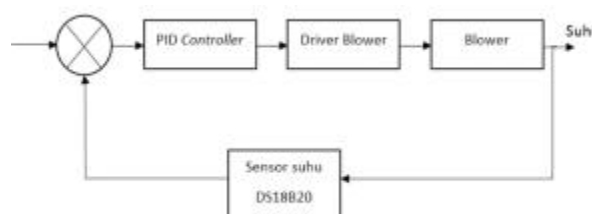
NodeMCU mengirim data secara serial yaitu data suhu dan kelembaban. Agar dapat berkomunikasi dengan Arduino Mega 2560, maka Pin RX NodeMCU terhubung pada pin TX Arduino Mega 2560, Pin TX NodeMCU terhubung pada pin RX Arduino Mega 2560, untuk power NodeMCU menggunakan tegangan sebesar 5 Vdc dan pin GND terhubung pada Ground, NodeMCU sendiri nantinya akan terhubung dengan aplikasi *Blynk* yang telah di instal pada *smartphone* melalui jaringan wifi yang telah di masukkan melalui program pada NodeMCU.



Gambar 7 : Rangkaian monitoring via IoT

3.5 Perancangan PID

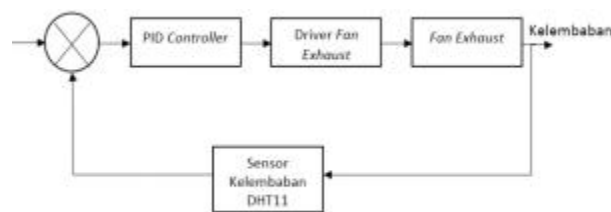
Sistem kontrol suhu menggunakan metode PID. ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 : Diagram Blok Kontroller Suhu

Input Kontroller PID berupa error yang merupakan selisih antara *Setpoint* dan suhu aktual yang terukur oleh sensor DS18B20. PID ini tertanamkan pada kontroller Arduino Mega. Keluaran dari PID berupa PWM yang diatur tegangannya kemudian masuk ke driver blower, driver blower tersambung pada pin 6 pada Arduino Mega yang kemudian mengalirkan tegangan pada blower. Pada Pin 7 tersambung sensor suhu. Suhu yang terukur oleh sensor DS18B20 masuk kembali menjadi *error* antara *set point* dan suhu aktual pengukuran yang dilakukan oleh sensor DS18B20. *Error* inilah yang dikurangi oleh kontrol PID.

Sistem kontrol kelembaban menggunakan metode PID. ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 : Diagram Blok Kontroller Kelembaban

Input Kontroller PID berupa error yang merupakan selisih antara *Setpoint* dan kelembaban aktual yang terukur oleh sensor DHT11. PID ini tertanamkan pada kontroller Arduino Mega. Keluaran dari PID berupa PWM yang diatur tegangannya kemudian masuk ke driver *fan*, driver *fan* tersambung pada pin 3 pada Arduino Mega yang kemudian mengalirkan tegangan pada *fan*. Pada Pin A3 tersambung sensor kelembaban. kelembaban yang terukur oleh sensor DHT11 masuk kembali menjadi *error* antara *set point* dan kelembaban aktual pengukuran yang dilakukan oleh sensor DHT11. *Error* inilah yang dikurangi oleh kontrol PID.

Perancangan PID dilakukan untuk menentukan nilai K_p , K_i dan K_d dari *plan* yang terkontrol dalam hal ini adalah suhu. Perancangan dilakukan dengan memberi masukan berupa unit *step* pada *plan* sehingga didapatkan respon. Dari respon tersebut dapat dilihat kurva respon berupa kurva S atau osilasi. Apabila respon berupa kurva S maka digunakan metode *Ziegler Nichlos I*. Setelah mendapatkan respon, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk *Ziegler Nichlos I* menggunakan perhitungan seperti yang ditunjukkan Tabel III.



TABEL III
 TUNING PID ZIEGLER-NICHOLS 1

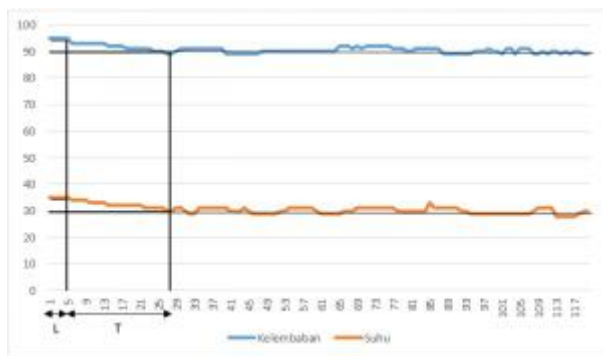
Tipe Kontroler	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	\sim	0
PI	$0,9 \frac{T}{L}$	$L/0,3$	0
PID	$1,2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0,5L$

L adalah delay time dan T adalah konstanta waktu tunda. Nilai-nilai tersebut kemudian dimasukkan pada rumus dibawah ini untuk mendapatkan nilai K_p , K_i dan K_d :

$$K_p = K_p$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i}$$

$$K_d = K_p \cdot T_d$$



Gambar 10 : Grafik respon suhu dan kelembaban

Dari gambar 10, dapat diketahui bahwa respon *plant* berupa kurva S, sehingga dalam perancangan ini digunakan metode *Ziegler Nichols*. Nilai $L = 5$ Detik dan $T = 23$ Detik. Setelah mendapatkan nilai L dan T maka selanjutnya dilakukan perhitungan seperti berikut:

$$K_p = 1,2 \times \frac{T}{L}$$

$$= 1,2 \times \frac{23}{5}$$

$$= 5,52$$

$$T_i = 2 \times L$$

$$= 2 \times 5 = 10$$

$$K_i = K_p / T_i$$

$$= 5,52 / 10$$

$$= 0,552$$

$$K_d = K_p \times T_d$$

$$= 5,52 \times 2,5$$

$$= 13,8$$

Maka nilai K_p , K_i dan K_d adalah:

$$K_p = 5,52$$

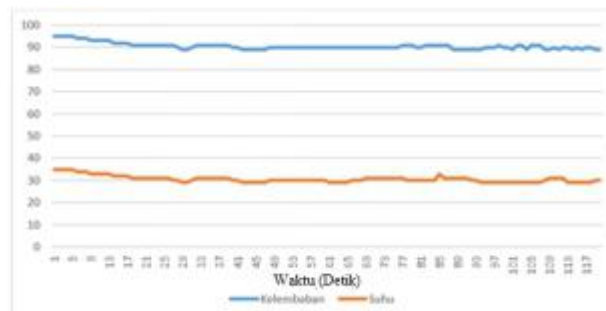
$$K_i = 0,552$$

$$K_d = 13,8$$

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Respon Sistem Sebelum dikontrol

Dalam pengujian sistem tanpa controller, pengambilan data dilakukan dengan cara memasukkan nilai $K_p = 0$, $K_i = 0$, dan $K_d = 0$. Terhadap *setpoint* suhu sebesar 30°C . Dan *setpoint* kelembaban sebesar 90% pada kondisi suhu awal. Hasil respon sistem tanpa controller dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 : Grafik respon sistem tanpa controller

Setelah di peroleh grafik respon sistem, maka dapat dilihat ketika *plant* tidak di kontrol menunjukkan bahwa respon sistem tanpa controller memiliki spesifikasi berikut :

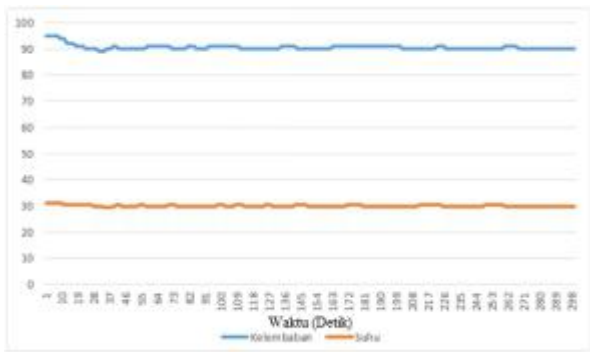
TABEL IV.
 SPESIFIKASI RESPON SISTEM SEBELUM DI KONTROL

Spesifikasi	Hasil Suhu	Hasil Kelembaban
<i>Delay Time (td)</i>	13,5 detik	14 detik
<i>Rise Time (tr)</i>	27,8 detik	28 detik
<i>Peak Time (tp)</i>	28,8 detik	29 detik
<i>Maximum Overshoot (Mp)</i>	5%	1,44%
<i>Settling Time (ts)</i>	41 detik	40 detik
<i>Error Steady State (Ess)</i>	3,33%	2,44%

4.2 Respon Sistem Setelah di Kontrol PID

Dalam pengujian controller PID ini menggunakan nilai parameter berdasarkan hasil *tuning* menggunakan metode *Ziegler-Nichols*. Pengambilan data dilakukan dengan cara memasukkan nilai $K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$ terhadap *setpoint* suhu 30°C dan kelembaban 90%, Hasil respon sistem dapat dilihat pada gambar 12





Gambar 12 : Grafik respon sistem dengan controller

Setelah di peroleh grafik respon sistem, maka dapat dilihat ketika *plant* di kontrol dengan nilai $K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$ menunjukkan respon memiliki spesifikasi sebagai berikut,

TABEL V
 SPESIFIKASI RESPON SISTEM $K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$

Spesifikasi	Hasil Suhu	Hasil Kelembaban
Delay Time (<i>td</i>)	11 detik	12,5 detik
Rise Time (<i>tr</i>)	32 detik	23 detik
Peak Time (<i>tp</i>)	23 detik	31 detik
Maximum Overshoot (<i>Mp</i>)	1,66%	1,11%
Settling Time (<i>ts</i>)	32 detik	42 detik
Error Steady State (<i>Ess</i>)	1,33%	0,77%

Berdasarkan spesifikasi tabel V, bahwa nilai parameter $K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$ mampu menstabilkan *plant* dengan baik, terbukti dengan maksimum *overshoot* hanya 1,66 % untuk suhu dan 1,11% untuk kelembaban. Sangat berbeda dengan respon sistem tanpa controller yang maksimum *overshoot* untuk suhu nya mencapai 5%. Dari segi hasil grafik pada gambar 12 terlihat sistem lebih stabil daripada gambar 11.

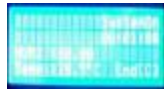
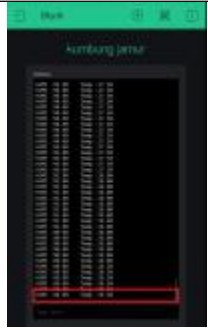
4.3 Monitoring Via Internet of Things

Untuk mengetahui kinerja *monitoring* suhu dan kelembaban pada *kumbung* via internet dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian sistem alat secara keseluruhan keseluruhan dilakukan pengujian sebanyak 5 kali. Hasil pengujian system *monitoring* seperti yang ditunjukkan pada tabel VI.

TABEL VI
 HASIL PENGUJIAN *MONITORING*

Uji	Tampilan LCD	Tampilan Blynk	Nilai aktual
1	 Suhu : 26°C Kelembaban : 95%		Suhu : 26°C Kelembaban : 95%
2	 Suhu : 26,5°C Kelembaban : 95%		Suhu : 26,5°C Kelembaban : 95%
3	 Suhu : 28°C Kelembaban : 92%		Suhu : 28°C Kelembaban : 92%
4	 Suhu : 28°C Kelembaban : 90%		Suhu : 28°C Kelembaban : 90%





5	 Suhu : 28,5°C Kelembaban : 88%		Suhu : 28,5°C Kelembaban : 88%
---	--	---	---

Berdasarkan Tabel VI hasil pengujian *monitoring* pada *kumbung* jamur tiram tidak ada *error* sama sekali hal tersebut di lihat pada selisih tampilan LCD dengan tampilan pada *blynk* mempunyai selisih *error* 0%. Tampilan LCD pada alat dengan aplikasi *blynk* selalu sama nilainya.

4.4 Hasil Panen Jamur Tiram

Total waktu pemanenan seluruh jamur adalah 22 jam, sedangkan pertumbuhan jamur yang tidak terkontrol suhu dan kelembabannya adalah 36 jam, maka menggunakan alat ini proses pemanenan jamur lebih cepat sekitar 14 jam. Hasil panen jamur terlihat berbeda antara jamur yang suhu dan kelembabannya terkontrol dan jamur tidak terkontrol suhu dan kelembabannya. Berikut hasil perbedaan jamur dapat dilihat pada tabel VII

TABEL VII
 PERBEDAAN JAMUR YANG TERKONTROL DAN YANG TIDAK TERKONTROL

Hasil Jamur terkontrol	Hasil Jamur Tidak Terkontrol
	

Jamur yang terkontrol suhu dan kelembabannya terlihat lebih segar dan mempunyai tudung putih bersih berbeda dengan hasil jamur yang tidak terkontrol baik suhu maupun kelembabannya, terlihat layu, beberapa bagian tudung jamur ada yang menghitam dan keriput.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Tingkat efisien dari alat kumbung jamur ini adalah dengan

- range suhu 26°C – 30°C dan range kelembaban 80%-95%.
2. Untuk mencapai nilai setpoint suhu dan kelembaban diperoleh parameter kontrol stabil pada : ($K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$).
3. Parameter $K_p = 5.52$, $K_i = 0.552$, $K_d = 13.8$ sudah mampu menstabilkan plant dengan baik, terbukti dengan maksimum overshoot hanya 1,66 % untuk suhu dan 1,11% untuk kelembaban untuk setpoint 30°C dan 90%.
4. Dengan menggunakan alat ini masa panen jamur tiram dapat lebih cepat 14 jam dari pada yang tidak menggunakan alat ini.

5.2 Saran

Rancangan yang dibuat ini masih perlu adanya perbaikan agar bekerja secara optimal. Ada beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut diantaranya:

1. Penambahan elemen pendingin untuk proses penurunan suhu agar dapat lebih cepat untuk mencapai *setpoint*.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam pengaturan suhu dan kelembaban sebaiknya dilakukan lebih banyak uji coba menggunakan sistem kendali PID itu sendiri atau sistem kendali lain.

REFERENSI

- [1] Cahyana, Muchroji, M. Bakrun. (1999). "Jamur Tiram: Pembibitan, Pembudidayaan, Analisis Usaha". Jakarta : Pustakakarya Grafikatama.
- [2] Cahyana dan Muchroji. (2000). "Budidaya Jamur Tiram". Penebar Swadaya, Jakarta. Hal 6-7.
- [3] Rahmat. (2011). "Budidaya Jamur Tiram". CV. Kreatifindo, Jakarta. Hal 15.
- [4] Aditya, M. Y., & Wibawanto, H. (2013). "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8".
- [5] R. Pratiwi (2009), "Penentuan Sumber Panas dengan Metode Tomografi Menggunakan Sensor Termometer Digital DS18B20".
- [6] Arga Yulianto. (2018). "Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Pemakaian Air Rumah Berbasis Arduino Mega 2560". Skripsi, Universitas Lampung, Bandarlampung.
- [7] Febriadi Andi, Nopriyadi. (2016). Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Berbasis WebRTC dengan Modul ESP8266. Tugas Akhir. STMIK MDP..
- [8] Rangga Surya. (2018). "Rancang Bangun Sistem Kontrol Kelembaban Pada Miniatur Rumah Jamur Tiram Menggunakan Kontroler PID". Skripsi. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya..
- [9] Ulfah Mediaty Arief. 2014. *Aplikasi Kontrol PID Untuk Kontrol Suhu dan Humidity Pada Sistem Pengering Seledri..*
- [10] Desgraha, Gosi. 2015. *Pengendalian Suhu dan Kelembaban Proses Pematangan Keju Menggunakan Kontroler PID Berbasis PLC* Malang: Universitas Brawijaya..

