

# Implementasi Pengaturan Suhu Menggunakan Mikrokontroler ESP32

Rizki Rohmatul Hidayah<sup>1\*</sup>, Sidik Nurcahyo<sup>2</sup>, Denda Dewatama<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Negeri Malang, Malang

\*Penulis Korespondensi, email: [rizkirohmatul20@gmail.com](mailto:rizkirohmatul20@gmail.com)

Received: 15/08/2024

Revised: 20/08/2024

Accepted: 24/08/2024

**Abstract.** Temperature regulation in incubators is an important element in various fields such as medicine, biological research and poultry farming. Incubators are intended to provide a stable, controlled environment to support the growth and development of organisms and specimens that are sensitive to changes in temperature. This article explains the basic principles of temperature regulation in an incubator, the techniques used, and the factors that influence the effectiveness of temperature regulation. The temperature control method in this research uses the PID method with Ziegler-Nichols. In this research, the set point was also determined at a temperature of 33°C. So with the set point that has been determined and using the PID method, the values  $K_p=14$ ,  $K_i=0.117$  and  $K_d=420$  are obtained. So with this control system the temperature can be controlled according to needs and can be stable if it is at the set point value.

**Keywords:** Suhu, Inkubator, ESP32, PID

**Abstrak.** Pengaturan suhu dalam inkubator merupakan elemen penting dalam berbagai bidang seperti kedokteran, penelitian biologi, dan peternakan unggas. Inkubator dimaksudkan untuk menyediakan lingkungan yang stabil dan terkendali untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan organisme dan spesimen yang sensitif terhadap perubahan suhu. Artikel ini menjelaskan prinsip dasar pengaturan suhu dalam inkubator, teknik yang digunakan, dan faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas pengaturan suhu. Metode pengendalian suhu pada penelitian ini menggunakan metode PID dengan Ziegler-Nichols. Pada penelitian ini juga *set point* yang telah ditentukan pada suhu 33°C. Sehingga dengan *set point* yang telah ditentukan serta menggunakan metode PID, maka didapatkan nilai  $K_p=14$ ,  $K_i=0.117$  dan  $K_d=420$ . Sehingga dengan sistem tersebut control suhu dapat dikendalikan sesuai kebutuhan serta dapat stabil jika pada nilai *set point*.

**Kata Kunci:** Suhu, Inkubator, ESP32, PID

## I. PENDAHULUAN

Pengaturan suhu merupakan aspek yang sangat penting dalam berbagai konteks, termasuk lingkungan rumah tangga, industri, pertanian, dan laboratorium. Pada umumnya, suhu sangat berpengaruh pada proses produksi, menjaga suatu peralatan ataupun pertumbuhan tanaman. Sehingga banyak orang yang memanfaatkan suhu untuk membantu pekerjaan mereka diberbagai bidang. Oleh karena itu, pengembangan sistem yang efisien dan dapat diandalkan untuk memantau dan mengontrol suhu menjadi pusat utama dalam berbagai bidang. Karena pada umumnya masyarakat menggantungkan suhu dari cuaca alam saja. Sehingga banyak masyarakat yang masih mengalami beberapa kendala jika cara tradisional tersebut masih dilakukan. Akibatnya pekerjaan yang seharusnya selesai menjadi terundur waktu

dengan yang telah ditargetnya. Hal ini pun juga akan berdampak kerugian dari secara materi, waktu dan tenaga.

Seiring majunya perkembangan teknologi dan informasi menghadirkan banyaknya aplikasi teknologi yang dapat digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Pekerjaan yang dahulu dilakukan secara konvensional beralih ke sistem otomatis. Salah satu sistem tersebut menggunakan mikrokontroler [1].

Dalam beberapa tahun terakhir, *Internet of Things* (IoT) telah menjadi trend utama dalam teknologi yang mengubah cara berinteraksi dengan lingkungan sekitar. IoT sendiri memiliki konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat yang tersambung dalam koneksi internet secara terus menerus [2]. Selain itu IoT merupakan sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai

bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet [3]. Salah satu aplikasi utama IoT adalah dalam pengaturan suhu, di mana sensor-sensor dan mikrokontroler dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol suhu secara otomatis, bahkan dari jarak jauh. Sehingga, tanpa disadari Internet pun telah menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya pada bidang pendidikan, kesehatan dan lain-lain. Sehingga dengan adanya Internet yang dapat membantu berbagai kegiatan maka dengan itu dapat dijadikan sebuah tumpuan dalam suatu sistem.

Dengan demikian untuk memudahkan kegiatan manusia dalam proses pengeringan dapat dilakukan penggabungan antara mikrokontroler dengan Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini akan digunakan sebagai pusat pengendalian dalam sistem yang akan bekerja. Mikrokontroler yang akan digunakan disini merupakan ESP32. ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* sehingga dapat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things* (IoT)[4].

Tujuan dari penelitian ini untuk memaparkan metode yang digunakan dalam pengaturan suhu pada sebuah inkubasi. Dengan efektivitas yang ada menggunakan ESP32 sebagai kontroler utama dalam sistem sebagai penyokong utama berjalannya sebuah proses pengaturan suhu. Keefisienan dalam penggunaan mikrokontroler ESP32 dalam sistem ini di buktikan bahwa mikrokontroler ini memiliki pin input yang banyak dan penyimpanan memory yang cukup besar dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain. Sehingga penggunaan ESP32 digunakan sebagai kontrol utama sistem sangat cocok dengan kondisi yang dibutuhkan.

Manfaat penelitian ini bagi masyarakat dapat membantu berbagai pekerjaan pengeringan, terutama pada bidang produksi. Sehingga meskipun mengalami suhu yang berubah-ubah, setidaknya masyarakat dapat mengatasi kendala tersebut. Dalam perancangannya di gunakan beberapa komponen seperti modul *step-down* LM2596,

ESP32, dioda, resistor, LCD, led, relay 5v, transistor BC547.

#### A. Modul Stepdown LM2596

Modul step-down LM25965 digunakan untuk regulator switching step-down DC to DC yang memiliki rangkaian terintegrasi LM2596 sebagai komponen utamanya. IC LM2596 merupakan rangkaian terintegrasi dengan yang berfungsi sebagai konverter *step-down* DC dengan arus pengenal 3A [5][6].

#### B. ESP32

Mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai pusat kendali seluruh pekerjaan komponen. ESP32 bertindak sebagai bagian control atau pemrosesan dan hasil pengukuran diterima dan diproses oleh ESP32. Setelah data diproses, ESP 32 mengirimkan data dan menampilkannya di aplikasi monitoring [7][8].

#### C. LCD

LCD (*liquid crystal display*) adalah jenis layar elektronik yang dibuat dengan teknologi logika CMOS, yang tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang dipantulkan ke sekeliling menuju garis depan atau cahaya latar. LCD 16x2 Pengertian LCD (*liquid*) dan prinsip kerja LCD atau layar adalah jenis media tampilan (*display*) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) sehingga menghasilkan gambar tampak [9][10].

#### D. Dioda

Dioda adalah komponen elektronik dengan dua elektroda: anoda dan katoda. Anoda memiliki polaritas positif dan katoda memiliki polaritas negatif. Di dalam dioda terdapat persimpangan tempat pertemuan semikonduktor tipe-p dan semikonduktor tipe-n [11].

#### E. Resistor

Resistor sama dengan penghalang, artinya merupakan komponen elektronik yang dapat menghalangi pergerakan arus listrik. Resistor adalah suatu komponen peralatan elektronika pasif yang mempunyai nilai hambatan atau resistansi tertentu sebesar. Peran utama resistor adalah untuk mengontrol dan membatasi aliran arus dalam rangkaian elektronik [12][13].

#### F. Light Emitting Diode (Led)

LED merupakan komponen elektronik yang memancarkan cahaya monokrom ketika tegangan maju diterapkan. LED adalah keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Karakteristik chip LED umumnya sama dengan dioda dan hanya memerlukan tegangan tertentu untuk beroperasi. Namun pemberian tegangan yang terlalu besar, bahkan tegangan maju sekalipun, dapat merusak (terbakar) LED [14][15].

#### G. Relay 5V

Relay merupakan suatu komponen elektronika berupa saklar elektronik yang dioperasikan dengan arus listrik. Pada prinsipnya relay menggunakan elektromagnet untuk menggerakkan kontak *switching* sehingga memungkinkan arus tegangan tinggi mengalir dengan arus yang kecil (daya rendah). Ketika arus dialirkan melalui magnet, gaya magnet yang bekerja pada magnet menarik tuas dan menutup kontak saklar. Ketika arus dihentikan, gaya magnet dihilangkan, tuas kembali ke posisi semula, dan kontak saklar terbuka Kembali [16][17].

#### H. Transistor

Transistor merupakan salah satu komponen elektronika yang memegang peranan penting dalam perkembangan teknologi. Tanpa transistor, komputer tidak mungkin ada, dan tanpa transistor, radio masih bisa sebesar meja. Sebuah transistor memiliki tiga kaki atau pin: kolektor (C), emitor (E), dan basis (B). Posisi kaki-kaki ini bervariasi dari transistor hingga transistor namun ada pula yang sama [18].

## II. METODOLOGI

Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi serangkaian tahapan, mencakup perancangan desain, persiapan peralatan dan komponen, pembuatan perangkat, memprogram perangkat menggunakan Arduino IDE.

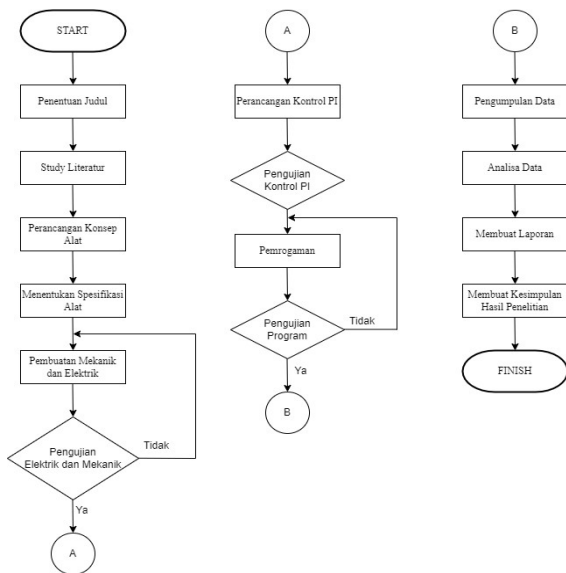
#### A. Tahap persiapan alat dan komponen

Dalam proses perancangan, tahap perancangan ini merupakan bagian proses yang mencakup pembuatan model rangkaian yang sederhana. Rangkaian sistem dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Sensor DHT 22 digunakan untuk mendeteksi suhu yang ada di dalam ruang inkubator.
2. ESP32 dalam sistem digunakan sebagai pembaca data suhu yang diberikan oleh sensor DHT 22. Sehingga mikrokontroler ini juga dikatakan sebagai sistem utama dalam berjalannya sebuah proses.
3. Modul LM2596 digunakan untuk stepdown tegangan yang masuk ke mikrokontroler yang digunakan.
4. LCD 16 x 2 dalam sistem digunakan sebagai monitor suhu yang terbaca. Sehingga mengetahui berapa suhu yang ada di dalam inkubator.
5. *Dimmer* AC digunakan sebagai control lampu keramik yang digunakan sebagai pemanas dalam inkubator.
6. Relay 5V digunakan untuk mengontrol kipas DC.
7. Lampu AC keramik digunakan sebagai pemanas dalam inkubator. Lampu ini menghasilkan panas tanpa menghasilkan cahaya. Sehingga fokus dari lampu ini menghasilkan panas saja. Ketika suhu dalam inkubator di bawah *set point* maka lampu akan menyala secara berkala.
8. Kipas DC digunakan sebagai pendingin. Ketika suhu dalam inkubator terdeteksi di atas *set point* yang telah ditentukan maka kipas DC akan menyala secara on-off.

#### B. Tahap perancangan dan desain

Tahapan perancangan dan desain merupakan tahap awal dalam pengerjaan suatu sistem dengan mempelajari berbagai literatur dan sumber sumber terdahulu. Pada tahapan perancangan ini ditunjukkan bahwa pada kedua inkubator ini memiliki sistem kerja yang sama dalam mempertahankan suhu pada *set point* dengan pengontrolan PID pada *web server* serta dapat termonitoring secara jarak jauh. Dengan keunggulan pada monitoring serta setting parameter nilai PID yang dapat dilakukan secara jauh, hal ini bisa mempermudah disetiap prosesnya. Perancangan dan desain dalam sistem ini pun terbentuk dalam sebuah *flowchart* seperti berikut:



**Gambar 1.** Flowchart perancangan dan desain

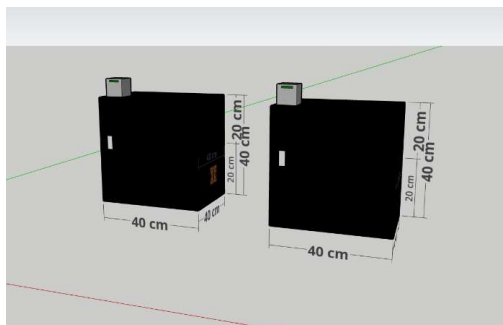
### C. Variabel

Dalam suatu penelitian tentunya tidak luput dari suatu variabel, yaitu variable bebas dan variabel terikat. Variabel sendiri merupakan salah satu tahap penting dan tidak bisa ditinggalkan, bahkan harus dilakukan secara tepat dalam kegiatan penelitian.

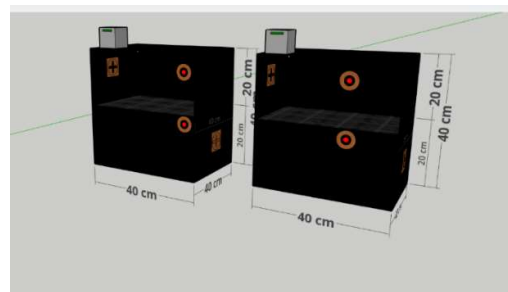
Dalam penelitian ini pun juga ada varibael bebas dan juga variabel terikat. Variable bebas dalam penelitian ini yaitu parameter parameter PID. Sedangkan untuk variabel terikatnya yaitu suhu dalam inkubator.

### D. Perancangan Mekanik

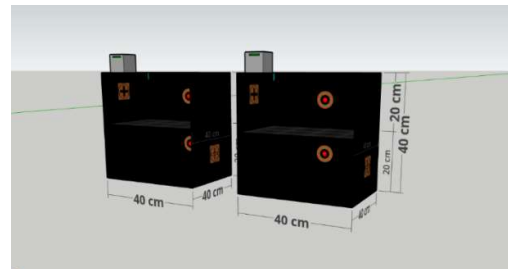
Perancangan mekanik dalam penelitian ini menjelaskan fisik dari suatu sistem seperti berikut:



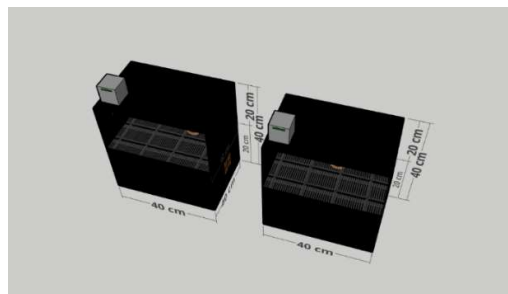
**Gambar 2.** Desain tampak depan



**Gambar 3.** Desain tampak dalam



**Gambar 4.** Desain tampak samping dalam



**Gambar 5.** Desain tampak atas

Dari penggambaran desain ini dapat diberikan keterangan sebagai berikut:

#### 1. Spesifik Mekanik

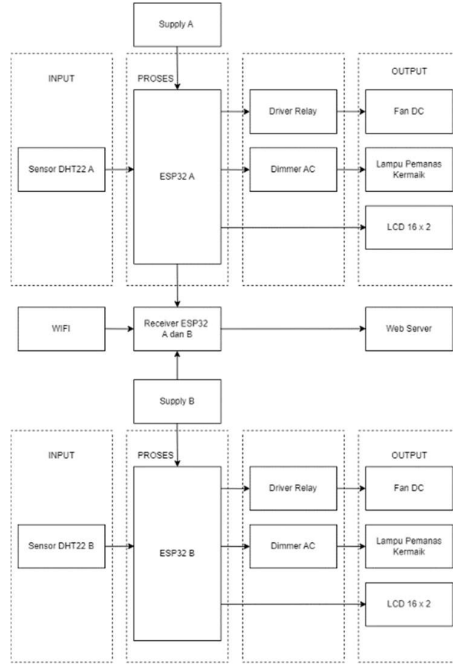
- Panjang : 40 cm
- Lebar : 40 cm
- Tinggi : 40 cm
- Jarak antar rak : 20 cm
- Panjang rak : 40 cm
- Lebar rak : 40 cm

#### 2. Spesifik Elektrik

- Sensor : Sensor DHT22
- Prosesor : Mikrokontroler ESP32
- Aktuator : Kipas DC 12 Volt dan Lampu pemanas
- Display : LCD 16x2
- Tegangan Kerja : 220 Volt
- Daya per box inkubator:  $\approx 32.038$ Watt
- Pemanas : Lampu pemanas keramik 25 watt

- h. Pemanas : Atas, bawah
- i. Pendingin : Kipas DC
- j. Pendingin : Kanan bawah, kiri bawah

#### E. Diagram Blok Sistem



**Gambar 6.** Blok diagram sistem

Dari blok diagram sistem diatas menjelaskan bahwa terjadi bagan input, proses dan output.

Bagan input ini meliputi sensor suhu DHT22, bagan proses meliputi ESP32 dan bagan output meliputi bagan seperti *driver* relay, *dimmer* AC, *Fan* DC, Lampu pemanas dan LCD 16x2.

##### 1. Input

Sensor DHT22 melakukan pendeteksian ruangan inkubator sehingga pembacaan dari sensor DHT22 dilanjutkan ke ESP32.

##### 2. Proses

- a. ESP32 digunakan sebagai prosesor alat tersebut, ESP32 ini bisa dikatakan sebagai pusat atau otak dari berjalannya sistem yang digunakan. Sehingga perintah yang akan dikerjakan merupakan olahan data dari ESP32.
- b. *Driver* Relay pada sistem ini nantinya akan tersambung dengan *load* kipas DC. Pada sistem ini relay juga berfungsi seperti saklar. Me-nonaktifkan *load* beban kipas DC. Sehingga dengan demikian *load* kipas DC ini

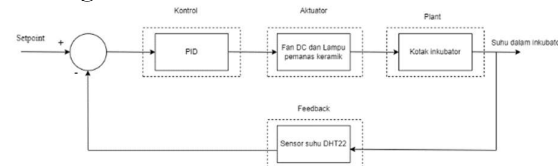
nantinya akan aktif secara HIGH atau LOW sesuai sinyal yang dikirimkan melalui basis transistor.

- c. *Dimmer* AC pada sistem ini nantinya akan tersambung dengan *load* lampu pemanas keramik AC. *Dimmer* ini diberikan pada lampu pemanas AC dengan tujuan dapat mengontrol suhu panas yang dihasilkan oleh lampu pemanas itu sendiri. Panas tidaknya lampu ini, nantinya akan dikontrol juga dengan metode PID.

#### 3. Output

- a. LCD 16x2 sebagai layar monitor suhu dari alat tersebut. Digunakan I2C sebagai komunikasi antara LCD dan ESP32. Menggunakan pin SDA dan SCL yang disambungkan ke ESP32. Sehingga pada LCD 16x2 ini akan menampilkan sebuah *display* yang sesuai dengan perintah dari ESP32 berikan.
- b. *Fan* DC berfungsi sebagai pendingin dalam proses inkubasi jika suhu terdeteksi tinggi. Secara intinya *fan* DC ini sebagai pendingin di dalam inkubator.
- c. Lampu pemanas berfungsi sebagai pemanas dalam proses inkubasi jika suhu terdeteksi rendah. Sehingga ketika suhu yang ada di dalam inkubator ini terdeteksi terjadi penurunan suhu.

#### F. Diagram Blok Kontrol



**Gambar 7.** Diagram blok kontrol

Dalam blok kontrol di atas dimulai dari *set point* dan melalui PID sebagai kontrol, kemudian masuk ke *fan* DC dan Lampu Penghangat sebagai aktuator yang selanjutnya masuk ke *plant* lalu masuk ke *feedback*.

Sistem dimulai dengan *set point* dengan maksud memiliki target untuk suhu yang diinginkan. Perbedaan antara *set point* dan suhu aktual diukur dan dikontrol PID, yang memiliki komponen

proportional dan integral untuk merespon dengan tepat terhadap perubahan suhu.

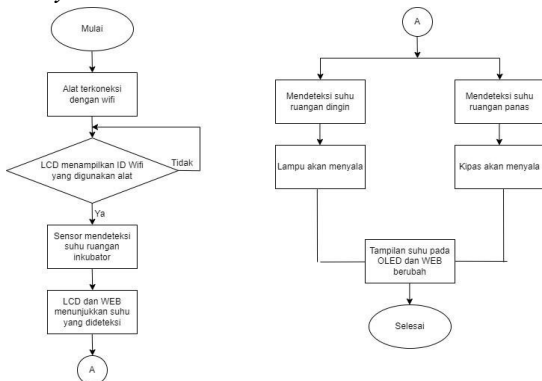
Sinyal kontrol dari PID kemudian diteruskan ke aktuator *fan* DC dan Lampu Penghangat. *Fan* digunakan sebagai pendingin ketika suhu terdeteksi panas dan lampu penghangat digunakan sebagai pemanas.

Selanjutnya dari aktuator ini akan diteruskan masuk ke *plant*. Maksud dari *plant* ini merupakan suatu area yang perlu diatur suhunya. Dalam sistem ini yang akan diatur ialah inkubator. Kemudian *plant* memberikan respon terhadap sinyal yang diterima dari aktuator.

Kemudian untuk memastikan suhu sistem yang sesuai dengan *set point*, terdapat sensor suhu DHT22 sebagai *feedback*. Sensor ini mendeteksi suhu aktual dari lingkungan atau *plant* dan memberikan informasi umpan balik ke kontrol PID. Dengan demikian, sistem akan secara terus menerus bekerja secara *close loop* untuk menjaga suhu sesuai dengan nilai yang diinginkan.

#### G. Perancangan Software

Pada perancangan software menjelaskan alur dari pembuatan program yang digunakan untuk mengontrol lampu keramik pemanas AC dengan menggunakan kontrol PID. Dimana penentuan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  berdasarkan metode *Ziegler-Nichole* dan *try and error*.



**Gambar 8.** Flowchart perancangan software

Flowchart dari perancangan software ini memberikan bagaimana alur kerja sistem secara program. Dari flowchart di atas memberikan penjelasan bahwa mikrokontroler ESP32 bekerja sebagai pembacaan dari output sensor suhu. Dari pembacaan ini nantinya akan memberikan perintah

program bagaimana sistem berjalan sesuai dengan perintah yang diberikan. Program dari mikrokontroler ini akan memberikan perintah ke dalam sistem dengan menggunakan metode PID *Ziegler-Nichole*. Dengan metode ini nantinya perubahan suhu dapat dikontrol dengan menetapkan nilai *set point* yang telah ditetapkan.

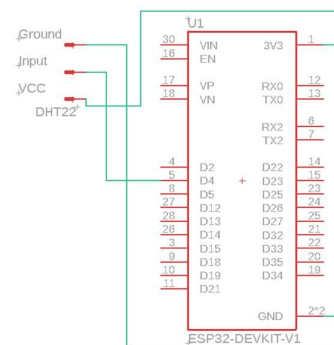
Dari penetapan metode serta penetapan nilai *set point*, maka suhu yang telah terdeteksi tersebut nantinya dapat di tampilkan secara dual monitoring dengan menggunakan LCD 16x2 serta secara *web server*. Sehingga sistem dapat dimonitoring secara jarak dekat serta dapat dimonitoring secara jarak jauh. Sehingga mempermudah proses berlangsungnya pemantauan proses inkubasi.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pembuatan rangkaian

Pembuatan rangkaian ini dilakukan untuk perangkaian disetiap bloknya, perakitan sensor DHT22, driver relay dan display 16x2.

Sensor DHT22 pada sistem ini digunakan untuk mendeteksi suhu yang ada di dalam inkubator. DHT22 ini memiliki pin tiga kaki yang diantaranya input, output serta pin menuju ke ground. Pada penelitian ini kaki output dari DHT22 akan tersambung ke mikrokontroler ESP32 GPIO 4, kaki input dari DHT22 akan tersambung ke mikrokontroler ESP32 pada pin 3.3V sedangkan untuk pin negatifnya akan disambungkan ke ground pada mikrokontroler ESP32.



**Gambar 9.** Perakitan rangkaian sensor DHT22

Untuk perakitan driver relay perlu diperhatikan nilai nilai komponen yang akan digunakan. relay dengan tipe merk yang digunakan songle dengan

karakteristik mempunyai pin 5 dengan tegangan koil 5Vdc. Pada relay ini memiliki resistansi koil sebesar 70Ω. Sehingga untuk mengetahui berapa arus yang digunakan dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Tegangan : 5Vdc  
Resistansi : 70Ω (datasheet)  
Ditanya : Arus (I)?  
Jawab :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{70} = 0,071 A = 71mA \quad (1)$$

Selanjutnya dari dioda ini nantinya akan tersambung dengan led sebagai indikator relaynya. Namun sebelum disambungkan dengan led, maka disambungkan dengan resistor untuk mengatur arus yang akan masuk ke led. Dikarenan led sangat sensitif terhadap arus, jika arus yang masuk besar maka dapat merusak led. Dengan itu diperlukan perhitungan untuk mengetahui berapa resistor yang digunakan untuk melindungi led. Led yang digunakan led berwarna kuning dengan dimensi 3mm serta tegangan yang diperlukan sebesar 2V.

Diketahui: V led : 2V  
I led : 20mA = 0,02A  
Ditanya: R Led ?  
Jawab:

$$V_{total} - V_{led} = 5V - 2V = 3V \quad (2)$$

$$VR_{led} = \frac{V_{total}}{I_{led}} = \frac{3}{0,02} = 150\Omega \quad (3)$$

Sehingga berdasarkan (2) maka tegangan yang ada pada Led berkisar pada 3V, sehingga dari tegangan ini diperlukan resistansi resistor. Setelah mengetahui tegangan yang ada pada Led maka didapatkan perhitungan resistansi (3) sehingga dari resistansi yang didapatkan akan membatasi tegangan yang akan masuk pada Led untuk terhindar dari kerusakan pada Led. Dari transistor ini pun juga akan diatur berapa arus dan berapa tegangan yang masuk pada kaki basis transistor. Dengan demikian dapat dicari berapa arus basis yang masuk dengan menggunakan rumus tersebut:

Diketahui: Hfe : 110 (datasheet)  
I relay : 71mA  
Ditanya: I basis ?  
Jawab:

$$I_b = \frac{I_{relay}}{H_{fe}} = \frac{71mA}{110} = 0,64 mA \quad (4)$$

Maka langkah selanjutnya ialah menghitung berapa resistansi yang digunakan pada basis.

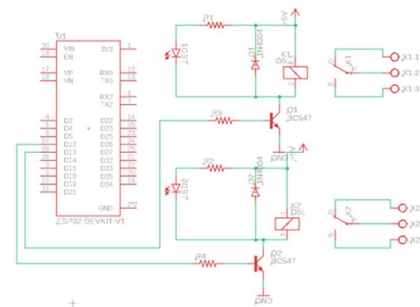
Diketahui: Vin : 5Vdc  
Ib : 1mA  
 $V_{be} = V_{in} - 0,7$   
 $= 5 - 0,7 = 4,3V$  (5)

Ditanya: Resistansi basis

Jawab:

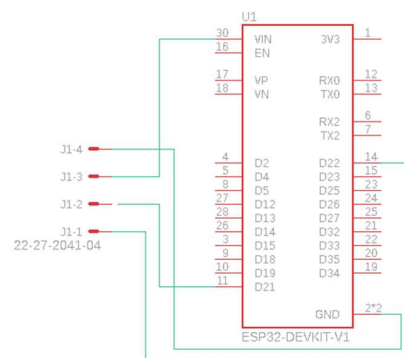
$$R_b = \frac{V_{be}}{I_b} = \frac{4,3V}{1mA} = 4,3K\Omega \quad (6)$$

Dari (6) didapatkan kesimpulan bahwa untuk melindungi basis pada transistor memerlukan resistansi sebesar 4,3 KΩ dikarenakan kaki basis pada transistor memiliki karakteristik yang sensitif pada tegangan berlebih. Sehingga untuk kaki basis transistor akan tersambung dengan resistor dengan resistansi 4,3KΩ.



Gambar 10. Rangkaian driver relay

LCD yang digunakan pada sistem ini yaitu LCD 16x2. LCD ini dapat diisi dengan 16 karakter dan 2 baris.



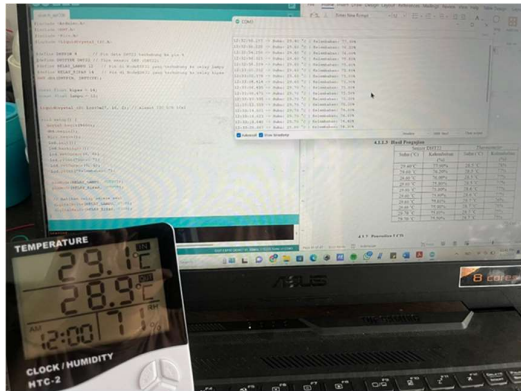
Gambar 11. Rangkaian LCD



### B. Pengujian sensor DHT22

**Tabel 1.** Data sensor DHT22

Sensor DHT22		Thermometer	
Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
29.40 °C	77.90%	28.5 °C	78%
29.60 °C	76.20%	28.5 °C	77%
29.60 °C	76.00%	28.5 °C	77%
29.60 °C	75.80%	28.5 °C	77%
29.60 °C	75.80%	28.6 °C	76%
29.60 °C	75.80%	28.6 °C	75%
29.60 °C	75.80%	28.7 °C	74%
29.60 °C	75.90%	28.7 °C	73%
29.70 °C	75.80%	28.7 °C	72%
29.70 °C	75.50%	29.1 °C	71%



**Gambar 12.** Program sensor DHT22

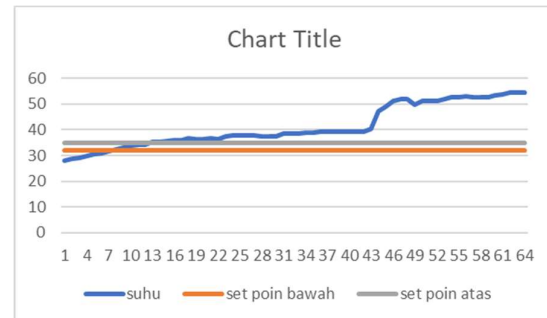
### C. Perancangan sistem kontrol PID

Perancangan parameter kontrol PID bertujuan untuk menentukan nilai Kp, Ki dan Kd yang cocok dengan sistem dengan melihat grafik respon sistem. Kontrol PID digunakan agar alat dapat mencapai *set point* control suhu di dalam kotak inkubator.

**Tabel 2.** Respon suhu tanpa kontroler

Waktu (menit)	Suhu (°C)	Set point bawah (°C)	Set point atas (°C)
0	28.1	32	35
1	28.6	32	35
2	29.1	32	35
3	29.7	32	35
4	30.5	32	35
5	31	32	35
6	31.6	32	35
7	32.2	32	35
8	33.1	32	35
9	33.7	32	35
10	34.1	32	35
11	34.1	32	35
12	35.1	32	35
13	35.1	32	35
14	35.8	32	35
15	36	32	35
16	36.1	32	35
17	36.7	32	35
18	36.5	32	35

19	36.5	32	35
20	36.7	32	35
21	36.5	32	35
22	37.5	32	35
23	37.7	32	35
24	37.7	32	35
25	37.7	32	35
26	37.9	32	35
27	37.3	32	35
28	37.3	32	35
29	37.3	32	35
30	38.4	32	35
31	38.4	32	35
32	38.4	32	35
33	38.9	32	35
34	38.9	32	35
35	39.3	32	35
36	39.3	32	35
37	39.3	32	35
38	39.3	32	35
39	39.3	32	35



**Grafik 1.** Grafik respon suhu tanpa kontrol

Dari data yang diperoleh, maka dari data tersebut akan diolah ke metode PID dengan menggunakan metode *Ziegler-Nichols*. Setelah mendapatkan respon, perhitungan selanjutnya untuk metode *Ziegler-Nichols* menggunakan perhitungan seperti pada table berikut.

**Tabel 3.** Tabel Tuning PID *Ziegler-Nichols*

Tipe Kontrol	Kp	Ti	Td
P	T/L	-	0
PI	0,9 T/L	L/0.3	0
PID	1,2 T/L	2L	0.5L

Berdasarkan hasil percobaan, dapat diperoleh nilai T yaitu 8,5 menit atau dalam second yaitu 840s dan nilai L yang diperoleh sekitar 1 menit atau pada second 60s dengan *set point* 35 derajat. Berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan nilai Kp, Ti, dan Td:

$$Kp = 1,2 \times \frac{T}{L} \quad (7)$$

$$Kp = 1,2 \times \frac{840}{60}$$

$$Kp = 14$$



Setelah nilai  $K_p$  telah ditemukan, maka selanjutnya mencari nilai  $T_i$  dan juga nilai  $T_d$  dengan perhitungan seperti berikut:

$$T_i = 2L \quad (8)$$

$$T_i = 2 \times 60 = 120$$

$$T_d = \frac{L}{2} \quad (9)$$

$$T_d = \frac{60}{2} = 30$$

Nilai  $K_p$ ,  $T_i$  dan  $T_d$  telah ditemukan, maka selanjutnya menentukan nilai  $K_i$  dan  $K_d$  dengan perhitungan seperti berikut:

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \quad (10)$$

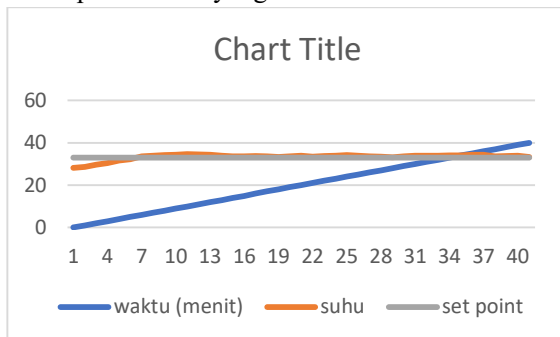
$$K_i = \frac{14}{120} = 0,117$$

$$K_d = K_p \times T_d \quad (11)$$

$$K_d = 14 \times 30 = 420$$

Sehingga dari perhitungan diatas telah didapatkan nilai  $K_p = 14$ ,  $K_i = 0.117$  dan nilai  $K_d = 420$ . Dari nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  yang telah didapatkan, nilai nilai tersebut dapat dijadikan acuan dari penentuan metode PID yang stabil dan state error mendekati 0.

Setelah mendapatkan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  maka grafik suhu yang dihasilkan setidaknya mendapatkan nilai yang stabil.

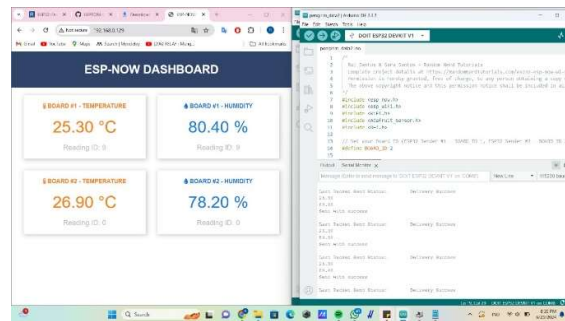


Grafik 2. Grafik respon suhu dengan kontrol

Sistem ini bekerja dengan menggunakan dual monitoring. Monitoring jarak dekat dengan menampilkan suhu pada LCD 16x2 serta monitoring jarak jauh dengan menggunakan *web server*. Sehingga dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 13. Monitoring suhu pada LCD



Gambar 14. Monitoring suhu web server

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pengontrol suhu pada inkubator dengan *load* lampu dan kipas dapat disimpulkan bahwa sensor DHT22 dapat melakukan pendeteksian suhu cukup akurat dengan penambahan pembacaan menggunakan mikrokontroler ESP32. Dari pembacaan ESP32 ini nantinya akan diolah menjadi output yang akan diteruskan ke sistem selanjutnya.

Output data pembacaan dari ESP32 ini akan dibaca sehingga menghasilkan perintah untuk menggerakkan aktuator selanjutnya. Aktuator ini perlu kontrol sebagai penggerakannya. Penggerak aktuator ini menggunakan relay yang akan mengaktifkan kipas secara on-off. Selain itu adapun penggerak lain aktuator yaitu *dimmer* AC untuk mengaktifkan lampu pemanas dengan menggunakan metode PID serta telah menetapkan nilai *set point*.

Dari penetapan nilai *set point* ini nantinya akan mendapatkan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  untuk mengontrol perubahan suhu dalam proses inkubasi. Sehingga suhu yang ada di dalam inkubator dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan.

Saran dari penelitian yang telah dilakukan adalah penambahan sensor secara atas bawah jika ruang inkubator dibuat secara bersap. Sehingga

setiap sap dari inkubator dapat terdeteksi berapa suhu yang diperoleh.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih atas dukungan, arahan, maupun bantuan yang telah diberikan oleh dosen pembimbing Bapak Sidik Nurcahyo, S.T., M.T dan Bapak Denda Dewatama, S.T., M.T. Selain itu, ucapan terimakasih kepada orang tua serta teman teman yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

#### REFERENSI

- [1] F. Nuariz, "SISTEM KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN PADA PROTOTIPE LEMARI," 2022.
- [2] F. Panduardi, S. Haq, P. Studi, T. Informatika, dan P. N. Banyuwangi, "WIRELESS SMART HOME SYSTEM MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS ANDROID," 2016.
- [3] Y. Efendi, "INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [4] A. Imran dan M. Rasul, "PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32," 2020.
- [5] F. A. Giawa, Z. Siambaton, dan T. Haramaini, "E-Monitoring pada Alat Penyortiran Buah Jeruk Nipis Otomatis Berdasarkan Ukuran dan Jenis Warna Berbasis Internet of Things," *sudo Jurnal Teknik Informatika*, vol. 3, no. 1, hlm. 41–59, Mei 2024, doi: 10.56211/sudo.v3i1.406.
- [6] M. A. M. Sidiq, M. R. Ulvan, dan A. Melvi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Muka Air Laut Menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266," *Jurnal Teknologi Riset Terapan (Jatra)*, vol. 1, no. 1, hlm. 25–35, 2023, doi: 10.35912/jatra.v1i1.1794.
- [7] A. Ridho'i, K. Setyadjit, dan B. Era Yordhan, "Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan ESP32," *Jurnal FORTECH*, vol. 4, no. 1, hlm. 20–26, Jan 2023, doi: 10.56795/fortech.v4i1.4103.
- [8] Subono, A. Hidayat, V. Arief Wardhany, dan K. Pratama Agustin, "Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban pada Inkubator Tempe Berbasis Mikrokontroler ESP32," *ISAS Publishing*, vol. 6, no. 1, hlm. 1103–1110, 2020.
- [9] M. F. Ishomyl, Waluyo, dan L. Diana Mustafa, "IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK PADA SIMULASI PERINGATAN GEMPA BUMI MENGGUNAKAN SENSOR SW-420," *Jurnal JARTEL*, vol. 10, no. 1, hlm. 2654–6531, 2020.
- [10] Sarmidi dan S. Ibnu Rahmat, "Sistem Peringatan Dini Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *JUMANTAKA*, vol. 03, no. 1, hlm. 31–41, 2019, Diakses: 30 Juni 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jumantaka/>
- [11] E. P. Sitohang, D. J. Mamahit, dan N. S. Tulung, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 2, hlm. 135–142, 2018.
- [12] D. Widya Noeraifah dan A. Malik, "ANALISIS PENGANTIAN RESISTOR DENGAN LAMPU PIJAR PADA RANGKAIAN DC MELALUI SIMULASI PhET," *CHARM SAINS*, vol. 4, no. 3, hlm. 112–121, 2023.
- [13] R. P. Cahyono, "Presentasi Pengenalan Komponen Elektronika ‘ Resistor da Dioda,” 2022.
- [14] M. Hafrizal Kurniawan, Siswanto, dan Sutarti, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor dengan Sidik Jari dan Notifikasi Panggilan Telepon Berbasis Atmega 328," *Jurnal PROSISKO*, vol. 6, no. 2, hlm. 153–165, Sep 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://zafmti15.web.ugm.ac.id/fingerprint/jenis>
- [15] J. Welman Simatupang, F. Heru Santoso, S. Decky Afrianto, R. Bramasto, dan H. Baya Maheli, "Lampu Led sebagai Pilihan yang Lebih Efisien untuk Lampu utama Sepeda Motor," *JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO*, vol. 6, no. 1, hlm. 20–26, 2021.
- [16] G. Extin, L. Sinaga, dan I. Gunawan, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN GPS DAN RELAY MELALUI SMARTPHONE," vol. 1, no. 1, hlm. 1–7, 2022, doi: 10.55123.