

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2020 oleh Dewi Raokhil Iklima Fariyya yaitu dengan judul “Rancang Bangun Monitoring Suhu, Kelembaban dan Intensitas Cahaya Pada Kandang Ayam Berbasis *Web*”. Hasil dari penelitian yaitu menampilkan hasil suhu serta kelembaban pada rancang bangun alat, dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* berbasis *Blynk*, membuatnya berfungsi dengan melacak suhu, kelembapan, dan tingkat cahaya di kandang ayam. Sensor suhu dan kelembaban DHT22, sensor intensitas cahaya LDR, kipas angin untuk menunjukkan penurunan suhu, dan lampu 1 untuk menunjukkan peningkatan suhu semuanya disertakan[9]. Relevansi penelitian ini adalah pengukuran suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler dengan sensor DHT22, sensor tersebut dapat bekerja serta terintegrasi dengan baik untuk menjalankan pengukuran suhu dan kelembaban.

Penelitian yang dilakukan oleh Try Hadyanto dan Muhammad Faisol Amrullah pada tahun 2022 dengan berjudul “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis *Internet of Things*”. Hasil penelitian yang dilakukan dalam alat memonitoring keadaan suhu serta kelembaban terhadap kandang ayam broiler dengan menggunakan jaringan internet, sensor suhu DHT11, dan kipas, serta menggunakan Esp32, sensor DHT11 diletakkan di dalam kandang yang bertujuan untuk mengukur suhu ruangan yang terjadi. Kemudian sensor DHT11 mengukur suhu sebesar 28°C sehingga sensor dapat mendeteksi bahwa suhu dingin. Terdapat *relay* yang memberikan respon sesuai kondisi suhu yang terjadi [10] Relevansi penelitian ini yaitu penggunaan mikrokontroler Esp32, karena fleksibilitas dalam penggunaannya yang mempermudah penelitian hal tersebut diperkuat karena dalam Esp32 lengkap dalam komunikasi *WiFi*, dan mendukung *Bluetooth 4.2* konsumsi daya yang rendah. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, pada penelitian [9][10]. DHT22 jika dibandingkan dengan DHT11 mempunyai tingkat akurasi lebih baik terhadap DHT11 dengan relatif pengukuran suhu 4% serta kelembaban 18%. Sedangkan DHT11 mempunyai pengukuran yang

lebih lebar sebesar 1 – 7% dan 11 – 35%, masing-masing untuk pengukuran suhu dan kelembaban dari landasan tersebut yang mendasarkan pemilihan DHT22.

Penelitian dilakukan oleh Ulfah Mediaty Arief tahun 2014 dengan judul “Aplikasi Kontrol PID untuk Kontrol Suhu dan *Humidity* pada Sistem Pengeringan Seledri”. Menurut hasil penelitian, pengendali PID yang akan mengontrol pemanas. Untuk mendapatkan hasil pengeringan yang cepat, pengendali ini mengontrol suhu ruangan pengeringan menjadi stabil. Prinsip kontrol sudut fasa digunakan untuk mengontrol tegangan AC *heater* dengan sinyal kontrol ini. Karena suhu dan kelembaban mempengaruhi pengeringan, penerapan sistem untuk mengontrol suhu dan kelembaban udara yang masuk sangat penting untuk keberhasilan proses pengeringan. [11]. Relevansi dari penelitian tersebut adalah dengan penggunaan kendali PID berdasarkan penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa pengendali PID dapat bekerja untuk menstabilkan suhu tetap pada nilai *set point* yang menghasilkan hasil dari pengolahan lebih baik dari pada dengan menggunakan metode konvensional. Dalam hal itu seperti penelitian yang akan digunakan, dengan perbedaan terletak pada penelitian berfokus pada kestabilan *heater* sedangkan penelitian yang akan dilakukan berfokus pada penurunan suhu dan kelembaban kandang ayam. Pengendali PID bekerja untuk menstabilkan suhu dengan konstanta kendali PID didapatkan waktu respon (*Dead Time*), waktu naik/*Rise time* ( $T_r$ ), waktu Tunda/*Delay Time* ( $T_d$ ). Waktu puncak/*peak Time* ( $T_P$ ) dan lewatan maksimum/*maximum overshoot* ( $M_p$ ) yang digunakan untuk mengontrol kesetabilan suhu dan kelembaban.

Penelitian yang dilakukan oleh Riana Ayu Anggraeni pada tahun 2019 dengan judul penelitian “Perancangan Pengatur Suhu Otomatis Pada *Prototype Smart Cage* Untuk DOC (*Day Old Chick*) Ayam Broiler Berbasis PID ”. Hasil penelitian tersebut yaitu kendali PID untuk pengatur Suhu Otomatis terhadap *Prototype Smart Cage* dengan DOC Ayam Broiler dirancang dalam metode identifikasi percobaan ARX untuk nilai konstanta kendali PID. ARX (*AR-Auto Regressive X-Exogenous*). *AR-Auto Regressive* menghubungkan *output* saat ini dengan nilai *output* sebelumnya. *X-Exogenous Input* membuat sistem bergantung pada *input* saat ini dan sebelumnya. ARX adalah model sistem identifikasi konvensional. Dengan menggunakan konstanta ini, sistem kontrol dapat menstabilkan suhu di *prototype*

kandang pintar DOC ayam broiler[12]. Relevansi dari penelitian tersebut yaitu penggunaan metode kendali PID dalam menjaga kestabilan suhu, dalam hal ini kestabilan suhu kandang ayam. Pada pengujian pengatur suhu otomatis mendapatkan analisa tanggapan waktu seperti Waktu *delay* ( $\tau_d$ ), Waktu naik ( $\tau_r$ ), *Overshoot* serta *Error Steady state* (ESS) atau besar *error* yang terjadi untuk mencapai *steady state*. Berdasarkan hal tersebut pengontrolan *temperature* berjalan baik di kondisi lingkungan berubah-ubah.

Penelitian pada tahun 2022 yang dilakukan oleh Mila Diah Putri, dkk dengan judul “Pengendali Kecepatan Sudut Motor DC Menggunakan Kontrol PID dan *Tuning Ziegler Nichols*” Hasil dari penelitian tersebut adalah berdasarkan dengan metode tersebut memperoleh sistem yang lebih baik jika dibandingkan terhadap metode *trial and error*. Dalam metode *trial and error*, pengendali PID menghasilkan tidak stabil, tetapi dalam metode Ziegler Nichols, *respons* sistem lebih stabil. Metode Ziegler Nichols 1 menghasilkan keluaran dengan nilai *overshoot* terbaik sebesar 5%, dan metode Ziegler Nichols 2 menghasilkan keluaran dengan nilai *overshoot* terbaik sebesar 1%. Hasil dari pengujian dengan metode *trial and error* di atas menunjukkan bahwa pengujian tersebut menunjukkan nilai *overshoot* paling rendah sedangkan, untuk nilai *overshoot* lebih dari 10%, sistem tidak dapat dianggap stabil. Sebuah sistem dapat dianggap stabil ketika nilai *overshoot*-nya di bawah 10%. [13]. Relevansi dari penelitian ini yaitu penggunaan metode kendali PID untuk mengatur motor AC untuk mendapat nilai kestabilan. Dengan memperoleh parameter kendali dari perhitungan yang baik maka memperoleh nilai kestabilan sesuai *set point*. Berikut merupakan *table* terhadap kajian pustaka tersebut.

**Tabel 2. 1 Perbandingan Kajian Pustaka**

<b>NO</b>	<b>Nama Penelitian</b>	<b>Komponen dan Platfrom</b>	<b>Perbedaan</b>
1	Dewi Raokhil Iklima Fariyya	<i>NodeMCU</i> ESP8266, DHT22, sensor LDR, lampu dengan platfrom <i>Internet of Things</i> aplikasi <i>Blynk</i>	Pada penelitian tersebut menggunakan mikrokontroller ESP8266 sedangkan untuk penelitian yang akan dilakukan menggunakan ESP32
2	Try Hadyanto dan Muhammad Faisol Amrullah	<i>NodeMCU</i> ESP32, DHT11, Kipas, Lampu pijar dengan <i>platform localhost</i> pada <i>website</i>	Pada penelitian tersebut menggunakan monitoring dengan <i>website localhost</i> dan sensor DHT11, sedangkan penelitian ini akan menggunakan metode <i>control PID</i> dan sensor DHT22
3	Ulfah Mediaty Arief	Alat pengering <i>tray dryer</i> , ukuran Panjang 60cm, lebar 50 cm dan tinggi 40cm	Pada penelitian tersebut mengatur tentang kestabilan suhu pada heater mencapai set point sedangkan yang akan dilakukan berfokus pada penurunan suhu kandang ayam mencapai <i>set point</i>
4	Riana Ayu Anggraeni	Termokopel, Mikrokontroller Arduino uno	Pada penelitian tersebut objek yang digunakan <i>day old chick</i> atau ayam yang menetas dibawah 10 hari artinya berfokus pada heater, sedangkan yang akan dilakukan terhadap ayam broiler periode starter dan penurunan suhu kandang
5	Mila Diah Putri, dkk	Arduino uno, driver motor dc, sensor <i>encoder</i> pernacangan pada <i>prototype</i> alat	Pada penelitan tersebut <i>controlPID</i> dengan metode <i>Ziegler Nichols</i> digunakan terhadap kecepatan <i>driver</i> motor dc, sedangkan penelitian yang akan digunakan terhadap kecepatan putar kipas <i>fan AC</i> untuk penurunan suhu

## 2.2 DASAR TEORI

Dasar teori digunakan untuk menjelaskan tentang teori – teori pendukung yang mendasari penelitian ini, diantaranya:

### 2.2.1 Ayam Broiler dan Kandang Ayam

Ayam broiler memiliki kemampuan yang tinggi dalam memberikan sumbangan terhadap pemenuhan kebutuhan konsumsi, antara lain genetik, lingkungan, dan interaksi antara genetik dan lingkungan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa suhu lingkungan sangat mempengaruhi penampilan produksi dari ayam broiler. Suhu yang optimal untuk ayam broiler berproduksi adalah pada suhu 18°C -21°C, pada periode *stater* kebutuhan suhu yang terjadi pada ayam broiler dimulai dari 29°C-35°C, sedangkan pada periode *finisher* membutuhkan suhu 25°C[5].

Kontrol pada suhu kandang ayam broiler sebaiknya dilakukan secara terus menerus. Kenyamanan ayam dapat dilihat pada aktivitas ayam dan penyebarannya. Suhu yang ideal akan membuat anak ayam berkativitas secara normal dan menyebar rata ke seluruh area brooding. Berikut adalah tabel suhu dan kelembabab ideal sesuai dengan umur ayam [5].

**Tabel 2. 2 Suhu dan Kelembaban sesuai dengan Umur Ayam**

Umur	Suhu (°C)	Kelembaban(%)
0	33	30 – 50
7	30	40 – 60
14	27	40 – 60
21	24	40 – 60
28	21	50 – 70
35	19	50 – 70

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh broiler dibandingkan dengan ayam kampung di antaranya adalah memiliki tingkat pertumbuhan yang sangat tinggi sehingga sudah dapat dipasarkan/dipanen saat ayam berumur 4-5 minggu. Dengan perkembangan teknologi bahkan broiler bisa mencapai bobot antara 1,3 – 1,6kg dalam waktu 40 hari. Ayam broiler adalah hewan *homeothermis* berusaha mempertahankan suhu tubuhnya relatif konstan dengan meningkatkan frekuensi pernafasan, mengurangi konsumsi ransum, dan mengkonsumsi lebih banyak air minum [14].

### 2.2.2 Strain Broiler

Broiler merupakan jenis ayam ras pedaging unggul serta merupakan hasil dari persilangan jenis ayam yang mempunyai tingkat produktifitas tinggi. Ayam broiler, juga dikenal sebagai ayam pedaging adalah ayam hasil budidaya teknologi yang memiliki karakteristik ekonomi dan ciri khas menghasilkan daging karena

persilangan tersebut. Dibandingkan dengan ayam kampung, ayam broiler memiliki beberapa keuntungan. Mereka dapat dipasarkan dan dipanen setelah berumur empat hingga lima minggu, dan mereka memiliki proporsi daging yang lebih besar dan lebih empuk karena dipotong saat masih muda. Dengan kemajuan teknologi saat ini, ayam broiler dapat mencapai berat 1,3 kilogram hingga 1,6 kilogram dalam 35 hari. Selain itu, lingkungan dan pakan yang baik harus mendukung pencapaian ini [14].



**Gambar 2.1** *Box DOC, Ayam Starter, dan Ayam Strain Siap Panen* [14].

Beberapa jenis broiler telah berkembang di Indonesia. Tujuannya biasanya komersial atau bernilai ekonomi. *Strain* juga disebut sebagai sekelompok ayam yang ditenakkan oleh perusahaan pembibitan untuk tujuan ekonomis tertentu. Ayam broiler jenis ayam hibrida modern, jantan dan betina, tumbuh cepat dengan pakan irit, dan siap dipanen pada usia muda [15] [16].

### **2.2.3 Sistem Kandang *Closed House***

Kandang *closed house* adalah kandang yang sebagian besar dapat dikontrol secara otomatis, seperti ventilasi, pemberian pakan dan minum, suhu, dan kelembaban. Ini karena kondisi di dalam kandang tidak dipengaruhi oleh udara, panas, hujan, dan angin di luar kandang. Kondisi yang nyaman di dalam kandang dapat diatur sehingga kepadatan kandang dapat ditingkatkan, meningkatkan kapasitasnya. Sistem ini juga menghemat tenaga kerja karena semuanya otomatis. Kelemahan dari sistem kandang tertutup karena membutuhkan biaya yang besar sehingga tidak semua kelompok masyarakat dapat membuat kandang dengan sistem ini [14].



Gambar 2. 2 Kandang *Closed House* [14].

#### 2.2.4 Sistem Kendali PID (Proporsional Integral *Derivative*)

Sistem kendali pengontrol PID (Proporsional - Integral- *Derrivative Controller*) adalah sistem digunakan untuk mengukur seberapa presisi sebuah sistem, yang memiliki instrumentasi, fitur, dan umpan balik (*feedback*). Sistem pengontrolan PID memiliki 3 cara untuk pengaturan yaitu pengontrol P (Proporsional), I (integral), dan D (*Derrivative*). Ketiga jenis pengontrol PID memiliki kelebihan dan kekurangan, termasuk kemampuan untuk bekerja secara mandiri maupun bersamaan. Dalam perancangan sistem, pengontrol PID mengatur fungsi transfer parameter P, I, dan D supaya tanggapan sinyal *output* sistem terhadap masukan tertentu dapat disesuaikan dengan keinginan [17].

Tabel 2. 3 Efek Pengendalian PID.

<i>Respon Loop tertutup</i>	<i>Rise Time</i>	<i>Overshoot</i>	<i>Settling Time</i>	<i>Steady- State error</i>
Proporsional	Meningkatkan	Meningkatkan	Perubahan Kecil	Mengurangi
<i>Integral</i>	Menurunkan	Meningkatkan	Meningkatkan	Mengeliminasi
<i>Derrivative</i>	Perubahan Kecil	Menurunkan	Menurunkan	Perubahan Kecil

Nilai dari arameter P, I, dan D mengacu pada domain waktu respon sistem dengan perhitungan besar nilai *error*. Untuk nilai P mengacu terhadap *error* berdasarkan saat ini, pada nilai I mengacu terhadap akumulasi *error* berdasarkan

sebelumnya, dan nilai D mengacu terhadap prediksi *error* masa depan. Sehingga keluaran nilai P, I, dan D yang dikali dengan *error*-nya masing- masing. Berdasarkan hal tersebut untuk hasil akhirnya ditentukan oleh nilai  $u(t)$  seperti pada persamaan 2.1 dibawah ini [18].

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(x) dx + k_d \frac{de(t)}{dt} \quad \text{pers (2.1)}$$

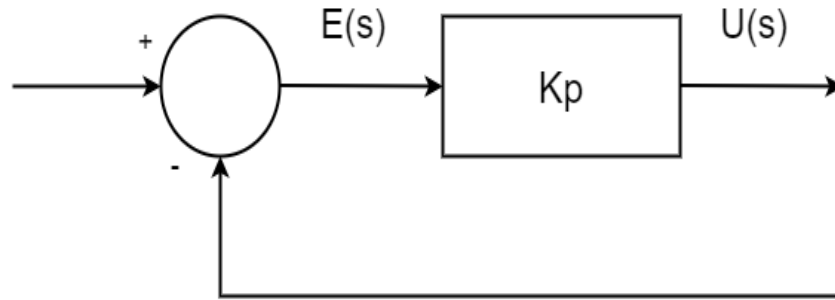
Untuk menghitung parameter parameter PID, ada beberapa istilah yang digunakan, yaitu :

- *Setpoint*, merupakan besar nilai dimana meng-*setting* besaran yang diinginkan, untuk mendapatkan kondisi awal serta kondisi akhir.
- *Steady state* merupakan keadaan dimana respon sinyal sebuah sistem sampai berada pada kondisi konstan hingga sistem selesai.
- *Overshoot* yaitu sinyal respon yang nilainya melampaui nilai *steady state*. Dimana *overshoot* akan terjadi sebelum *steady state* tercapai.
- *Rise time* merupakan keadaan dimana sistem hingga mencapai kondisi *steady state*.
- *Settling time* yaitu kondisi pada saat sinyal akan mencapai atau mendekati *steady state*.
- *Error-steady state* adalah kondisi pada saat sistem kondisi respon sinyal sudah atau belum mencapai *steady state* tetapi terdapat *error* (kesalahan respon) maka dari itu kondisi *steady state* seharusnya stabil atau konstan terdapat perubahan sinyal yang tidak sesuai dengan *steady state* [18].

### 2.2.5 Kontrol Proporsional

Sinyal keluaran sistem untuk parameter proporsional (P) berbanding lurus dengan sinyal kesalahan sistem. Dengan mengalikan konstanta proporsional dengan nilai yang salah, *output* proporsional dihasilkan. Sistem secara langsung dipengaruhi oleh perubahan pada sinyal *input*, dan perubahan ini memanifestasikan dirinya dalam nilai *output* konstanta pengali. Berikut adalah skema blok kontroler proporsional .



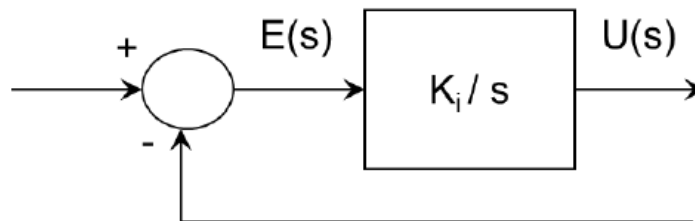


**Gambar 2. 3 Blok diagram Kp [12].**

*Rise time* dipersingkat oleh parameter proporsional. Parameter proporsional  $K_p$  yang memiliki nilai konstanta proporsional ( $K_p$ ) mempengaruhi seberapa cepat pengontrol bereaksi ketika nilai *setpoint* tercapai. Oleh karena itu, sistem akan merespon lebih cepat dengan nilai  $K_p$  yang lebih tinggi, sedangkan nilai  $K_p$  yang tinggi akan menghasilkan reaksi *overshoot*[12].

### 2.2.6 Kontrol Integral

Parameter sistem integral berfungsi untuk meningkatkan kinerja sistem, memperoleh hasil *output* yang diinginkan. Respon sistem yang dikendalikan oleh pengontrol *integral* akan selalu meningkat, kecuali nilai *error* yang terintegrasi baik pada batas atas  $t$  maupun batas bawah 0 (nol). Ilustrasi blok pengontrol integral dapat ditemukan di bawah ini. [12].



**Gambar 2. 4 Blok diagram KI [12].**

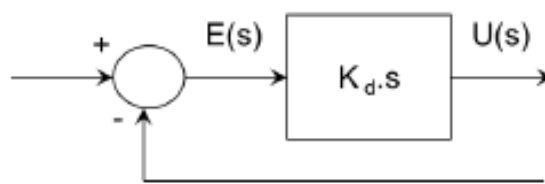
Persamaan untuk kontroler Integral adalah sebagai berikut:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s} \quad \text{pers (2.2)}$$

Parameter integral menghilangkan kesalahan *steady state* dan membutuhkan waktu tertentu, sehingga seperti halnya memperlambat respon[12].

### 2.2.7 Kontrol Derivatif

Parameter *derivatif* sinyal keluaran untuk parameter turunan sebanding dengan perubahan kesalahan, sehingga karena itu semakin cepat perubahan kesalahan, semakin banyak tindakan kontrol yang dihasilkan. Ketika nilai sinyal kesalahan berubah, sinyal turunan dihasilkan sebagai hasilnya, dan *respons impuls* bertindak sebagai reaksi kontrol. *Derivatif* ini tidak pernah digunakan sendiri. Ini karena turunannya tidak akan berfungsi saat kesalahannya statis (tidak berubah). Diagram blok kontrol derivatif berikut ini [12].



**Gambar 2. 5 Diagram Blok KD [12].**

Persamaan nilai kontrol *Derivatif* adalah sebagai berikut:

$$U(s) = K_d \cdot s \cdot E(s) \quad \text{pers (2.3)}$$

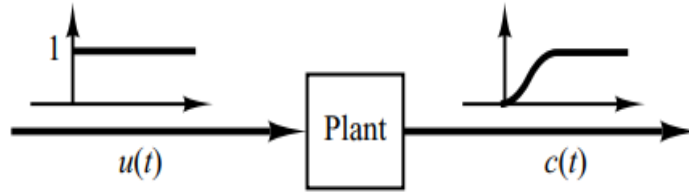
Parameter *derivative* berdampak memengaruhi penambahan stabilitas sistem karena bersifat responsif terhadap perubahan kesalahan. Selain itu, parameter *derivatif* memiliki kemampuan untuk memberikan efek redaman pada sistem yang berosilasi, yang dapat meningkatkan nilai  $K_p$ . Berbagai metode pengaturan PID disarankan untuk mencapai nilai parameter PID ( $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ ) yang ideal [12].

### 2.2.8 Kontrol PID Metode Ziegler-Nichols

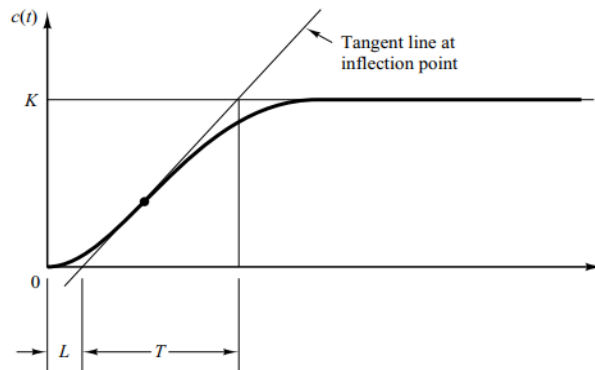
Metode Ziegler Nichols adalah metode pengembangan terhadap metode *trial and error*. Ziegler Nichols merupakan menentukan parameter untuk PID yang dimana akan digunakan sebagai memperoleh sistem respon yang baik [19]. Metode *tunning*, perlu sebagai menentukan dari nilai-nilai terhadap Proporsional ( $K_p$ ), Waktu Integral ( $T_i$ ) serta Waktu Derivatif ( $T_d$ ) merupakan dari karakteristik respon transient terhadap sebuah sistem. Parameter kontrol PID biasanya bergantung pada karakteristik yang diatur (*Plant*). Ada dua pendekatan dalam metode Ziegler Nichols: kurva reaksi dan metode osilasi. Metode pertama didasarkan pada reaksi sistem untaian tertutup atau *close loop*. [20].

### 2.2.9 Metode Ziegler-Nichols 1

Metode Ziegler Nichols tipe 1 diterapkan pada sistem yang tidak memiliki umpan balik atau sistem yang bersifat terbuka, juga dikenal sebagai *loop* terbuka. Metode ini mengambil langkah *input* dari mesin yang akan dikendalikan dan menganalisis reaksinya, menghasilkan parameter PID [21].



**Gambar 2. 6 Unit step response of plant [22]**



**Gambar 2. 7 Kurva Respon Berbentuk S [22]**

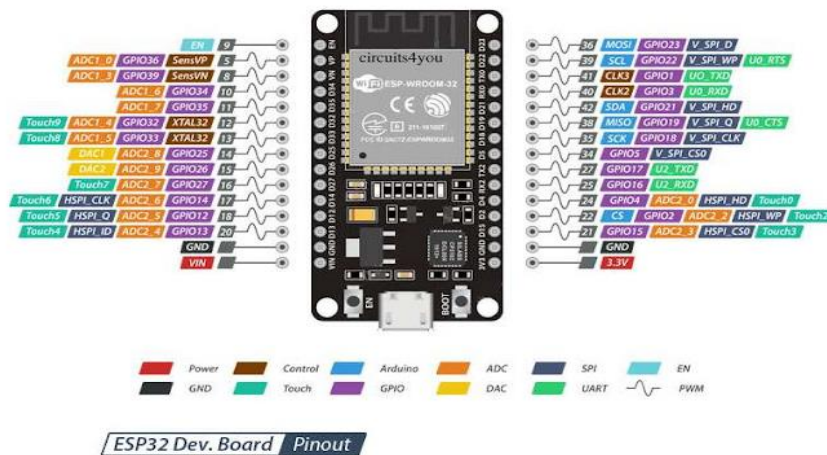
Dalam metode pertama, sebuah eksperimen dilakukan untuk menguji masukan respon unit langkah dari sebuah tumbuhan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7, yang menunjukkan bahwa tumbuhan tidak memiliki integrator(s) atau kutub konjugasi yang dominan. Dalam kasus ini, kurva respon unit langkah berbentuk huruf S, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7. Kurva S memiliki dua konstanta: waktu tunda  $L$  dan waktu konstan  $T$ . Waktu tunda dan waktu konstan dapat dihitung dengan menggambar garis tangen pada titik infleksi kurva S dan menentukan simpangan dari garis tangen dengan sumbu waktu dan garis  $c(t)=K$ , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 [22].

**Tabel 2. 4 Penalaan Parameter PID dengan Metode Osilasi**

Type Of Controller	$K_p$	$T_i$	$T_d$	$K_i$	$K_d$
P	T/L	$\infty$	0		
PI	0.9 T/L	L/0.3	0		
PID	1.2 T/L	2L	0.5L	$K_p/T_i$	$K_p.T_d$

### 2.2.10 ESP32

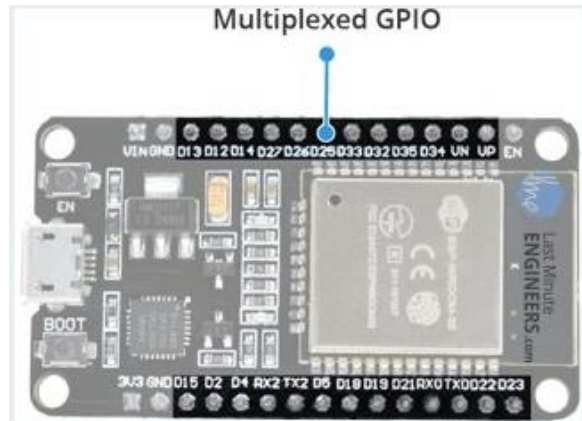
ESP32, yang dikembangkan oleh Espressif Systems, adalah sistem hemat biaya berdaya rendah pada seri *chip* (SoC) yang memiliki Wi-Fi dan kemampuan *Bluetooth* dua mode. Mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6, baik *dual-core* maupun *single-core*, memiliki *clock rate* hingga 240 MHz. ESP32 sudah dilengkapi dengan *switch* antena internal, RF balun, *power amplifier*, *receive amplifier low-noise*, filter, dan modul manajemen daya. Ada 18 konverter *digital analog*, 2 DAC, 25 PWM, 10 sensor sentuh, 2 jalur antarmuka UART, pin I2C, I2S, dan SPI [23].



**Gambar 2. 8 Pin Module ESP32 [23].**

### 2.2.11 Pin I/O ESP32

Meskipun ESP32 hanya mempunyai total 48 GPIO pin, terdapat 25 pin saja dimana bisa untuk digunakan sebagai I/O. Pin yang digunakan *assign* keseluruhan pada perangkat, termasuk diantara nya : 15 ADC *channels* – 15 *channels* of 12-bit SAR ADC's. *Range* ADC mampu untuk di *set firmware* [24].



**Gambar 2. 9** GPIO pin ESP32 [24].

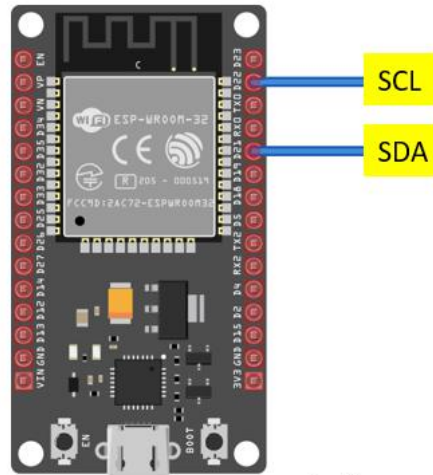
Pin GPIO dapat berfungsi untuk *input* ADC atau *output* DAC. Pin GPIO D34, D35, VP, dan VN tidak dapat dikonfigurasi untuk pin *output* namun dari itu sebaliknya, hal tersebut dapat digunakan sebagai *input digital*, *analog*, maupun apa pun yang terkait. Selain itu, perlu dicatat bahwa pin VP dan VN GPIO merupakan bagian komponen dari *pre-amplifier ultralow noise* untuk ADC, dan mereka memiliki resistor *pull-up* atau *pull-down* internal seperti pin GPIO lainnya. Ini sangat membantu untuk mengatur waktu sampling dan tingkat *noise pre-amplifier*. [24].

### 2.2.12 Komunikasi I2C ESP32

ESP32 mempunyai *interface* komunikasi I2C yang berguna untuk master maupun *slave* terhadap hubungan komunikasi dengan *device* lainnya maupun sensor. I2C merupakan protokol *interface* dengan konsep dasar komunikasi dua arah antar IC menggunakan dua kabel. Dengan menggunakan protokol *master/slave*, desain sistem dapat saling terkoneksi dengan hingga 128 piranti yang berbeda hanya dengan dua jalur dua arah, satu untuk *serial clock* (SCL) dan satu lagi untuk serial data (SDA). Setiap piranti yang terhubung dalam I2C memiliki alamat yang berbeda, dan piranti master dapat memilih *slave* mana yang akan menerima atau mentransmit data[25].

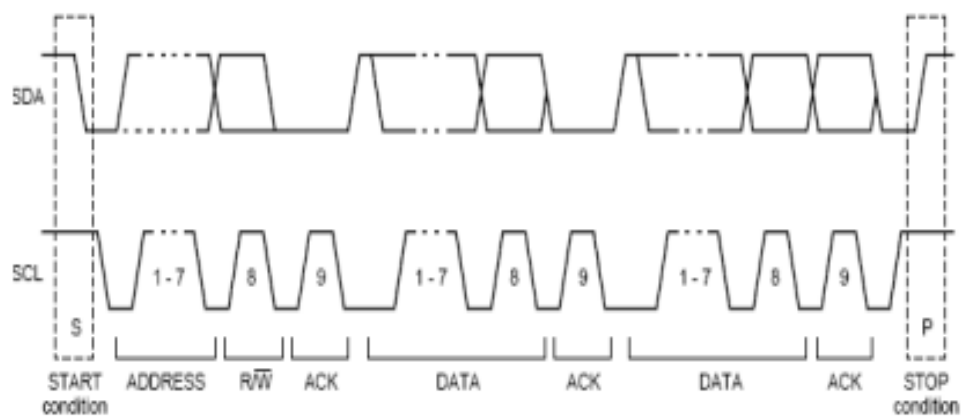
Protokol komunikasi I2C rangkain dan bentuk data memakai sistem dua kabel berguna untuk berbagi informasi. SDA (*Serial Data*) digunakan untuk mengirim dan menerima data, dan SCL (*Serial Clock*) digunakan untuk sinyal *clock*. Jalur SDA dan SCL biasanya tidak aktif, sehingga dimana harus untuk ditarik menggunakan resistor sehingga data yang dikirim dapat aman. Sebagian besar sensor yang kami gunakan dalam proyek kami adalah papan *breakout* yang

memiliki resistor bawaan. Nilai standar untuk perangkat 5V adalah 10k Ohm dan untuk perangkat 3.3V adalah 2,4k Ohm [26].



**Gambar 2. 10 Pin SCL SDA ESP32 [26].**

Transmisi data perangkat diikuti oleh *sequence start* dan *sequence stop*. Jika bit ACK kondisi tinggi, perangkat telah menerima data dan siap untuk menerima data berikutnya. Jika bit ACK kondisi rendah, perangkat tidak melakukan transmisi data, dan master harus mengirimkan *stop sequence* untuk menghentikan komunikasi. Jika perangkat *slave* mengirimkan 7 bit pada alamat, maka perangkat *slave* akan selalu mengirimkan 8 bit data, 7 bit untuk alamat + 1 bit R/W. Tindakan membaca dan menulis menggunakan bit R/W untuk memberi perangkat *slave* tindakan yang akan dilanjutkan ke perangkat master perangkat *slave*. Tindakan membaca menyebabkan kondisi *logic* tinggi pada bit R/W *input*, sedangkan tindakan menulis menyebabkan kondisi *logic* rendah pada bit R/W *input*. [27].

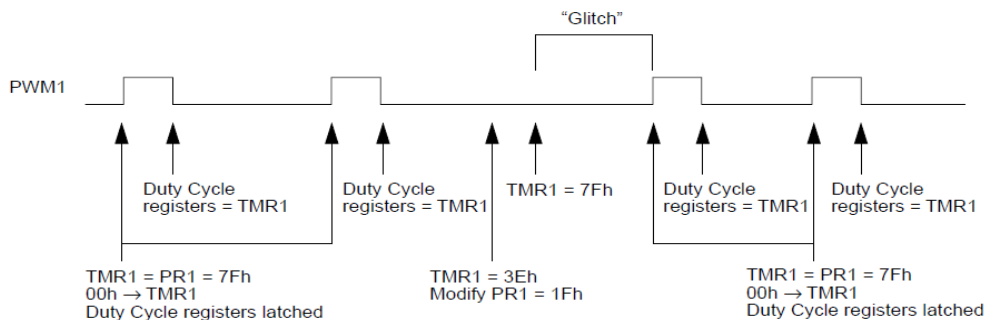


**Gambar 2. 11 Pengalamanan Data I2C [27].**

### 2.2.13 PWMEESP32

*Board* ini memiliki 25 Channel Pin PWM, 16 saluran secara mandiri terdapat untuk PWMGPIO, dapat digunakan berfungsi sebagai PWM terhadap perangkat lunak. *Output* dari PWM mampu digunakan untuk men-drive digital motor serta LED. *Controller* tersebut terdiri atas PWM timer serta PWM operator. Pada setiap timer mendapatkan sinkronisasi waktu atau dalam bentuk *independent* dan setiap PWM operator mendapatkan hasil gelombang pada satu PWM channel [24].

PWM merupakan bentuk teknik dari modulasi dimana mengubah lebar pulsa sinyal (*Pulse Width*) dengan nilai frekuensi dan amplitudo stabil. Sinyal PWM tinggi (*on time*) dan rendah (*off time*) dikenal dengan *Duty Cycle* (siklus kerja) PWM. Kondisi sinyal dalam nilai 100% *Duty Cycle* dan dengan 0% *Duty Cycle*. kondisi disebut dengan kondisi *on* serta kondisi sinyal *off*. Nilai dari tegangan *output* sinyal PWM yang berubah menjadi *analog* dapat menjadi persentase dari siklus kerja (*Duty Cycle*) [28]. Sedangkan untuk dalam periode variabel atau *variabel duty cycle* PWM baik maupun itu siklus kerja PWM ataupun dari frekuensi (*periode*) PWM terdapat dimodifikasi. Besar nilai jika *duty cycle low register* (DCL) dituliskan, sehingga *Timer* sama dengan periode. *Register* DCH lama serta untuk *register* DCL baru menghasilkan jadi *duty cycle*. Jika *duty cycle high register* (DCH) ditulis, maka *Timer* sama dengan periode. *Register* DCH baru dan *register* DCL lama menjadi *duty cycle* [29].



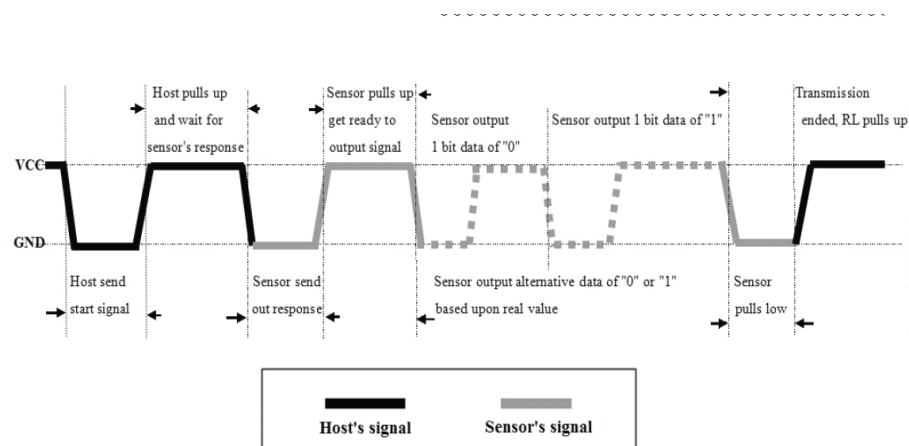
**Gambar 2. 12 Modifying Period Register PWM[29].**

### 2.2.14 Komunikasi 1 - Wire

1-wire merupakan sistem *protocol* komunikasi *serial* dengan menggunakan satu jalur data serta satu *ground*. Jika sebuah 1-wire master menjalankan sebuah proses inisialisasi serta mengontrol komunikasi yang terdapat satu atau lebih perangkat 1-wire *slave* (sensor). Untuk perangkat 1-wire *slave* mempunyai sebuah 64-bit

identifikasi yang menyediakan alamat perangkat pada bus *1-wire*. *Byte* pertama 8-bit adalah LSB yaitu sebagai mengidentifikasi tipe perangkat, Enam bit berikutnya masih terdapat 48-bit individual *address*, dan *byte* terakhir MSB, yaitu CRC (*cyclic redundancy check*) terdapat sebuah nilai berdasarkan data yang didapatkan, yang dimana fungsi untuk mengetahui bila sebuah alamat dibaca oleh master tanpa kesalahan [30].

DHT22 mengeluarkan sinyal digital terkalibrasi. Ini menerapkan teknik pengumpulan sinyal digital eksklusif dan teknologi penginderaan kelembaban, memastikan keandalan dan stabilitasnya. Komunikasi *1-wire bus* digunakan untuk komunikasi antara *MCU* dan AM2302[30].



**Gambar 2. 13 Komunikasi *Interval One wire* [30].**

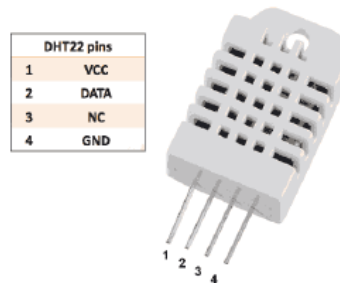
Saat *MCU* mengirimkan sinyal *start*, AM2302 berubah dari status *standby* menjadi status *running*. Saat *MCU* selesai mengirimkan sinyal *start*, AM2302 akan mengirimkan sinyal *respons* berupa data 40-bit yang mencerminkan kelembapan dan suhu relatif ke *MCU*. Satu sinyal *Start* untuk satu data *respons* dari AM2302 yang mencerminkan kelembapan dan suhu relatif. AM2302 akan berubah menjadi status *standby* ketika pengumpulan data selesai jika tidak menerima sinyal *Start* dari *MCU* lagi [30].

### 2.2.15 DHT22

Sensor suhu dan kelembaban DHT-22 atau AM2302 memiliki rentang pengukuran yang luas untuk mengukur suhu dan kelembaban. *Output*-nya mempunyai nilai yaitu MCU 8-bit terpadu yang dapat menghitung dan mengkonversi sinyal digital. Keluarannya dapat ditransmisikan melalui kabel hingga 20 meter,



sehingga dapat ditempatkan di mana saja. Namun, jika kabel lebih panjang dari 2 meter, kapasitor 0,33  $\mu\text{F}$  harus ditambahkan antara pin densitas #1 (VCC) dan pin #2 (VCC) dan GND [31].



**Gambar 2. 14** Sensor DHT22 [31].

- Prinsip Kerja Sensor

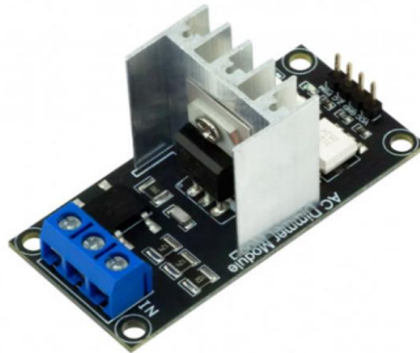
Prinsip kerja sensor ini adalah bahwa di dalamnya terdapat thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*), dan seperti yang diketahui, naik dan turunnya resistansi thermistor dipengaruhi oleh kenaikan dan penurunan suhu. Pada sensor ini, nilai resistansi NTC berbanding terbalik dengan kenaikan suhu, artinya semakin tinggi suhu di sekitar sensor semakin tinggi nilai resistansi NTC. Mikrokontroler akan membaca serta mengubah nilai *pulse analog* sensor menjadi suhu dan kelembaban ruangan (dalam  $^{\circ}\text{C}$  dan %) berdasarkan naik turunnya resistansi tersebut [32].

### 2.2.16 Dimmer AC

Dimmer merupakan sebuah komponen alat elektronik yang dimana berfungsi sebagai mengubah tegangan dan bentuk dari gelombang listrik, terdapat rangkaian komponen elektronika dengan sumber *input* sinyal AC berikutnya sinyal tersebut kembali diolah menjadikan sinyal AC *phase* maju terhadap sinyal AC *inputan* yang menghasilkan penurunan daya (*watt*). Dengan kegunaan untuk kipas angin, pompa, pembersih udara, dll. Dengan kebanyakan dipergunakan sebagai peredup untuk menghidupkan/mematikan lampu atau elemen pemanas. [33] [34].

*TriAC* adalah komponen yang terdiri 3 elektroda: MT1, MT2, dan *gate*. *TriAC* biasanya dipergunakan sebagai rangkaian pengendali, penyakelaran, serta untuk rangkaian pemicu/*trigger*. Dengan sebab itu aplikasi *triAC* semakin demikian luas sehingga komponen *triAC* pada umumnya mempunyai dimensi yang besar

serta mampu diaplikasikan pada tegangan 100V sampai 800V dengan arus beban dari 0.5A sampai 40A[33].

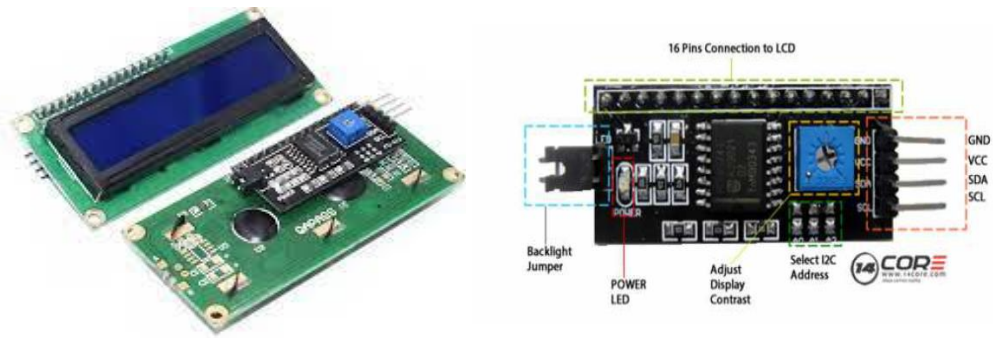


**Gambar 2. 15 Dimmer AC Module [34].**

Cara kerja mengendalikan dari Dimmer AC yaitu dengan mikrokontroller pengendali, yaitu bagaimana komunikasi atau bentuk dari pengiriman serta pengaturan data yang diproses. Modul AC *Light Dimmer* memiliki kemampuan untuk dikontrol oleh *microkontroller* dengan mengirim sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM). PWM adalah teknik untuk mengatur kerja suatu peralatan yang memerlukan arus *pull in* yang besar dan untuk mencegah peralatan yang akan dikontrol untuk mengeluarkan terlalu banyak daya. Modul AC *Light Dimmer* biasanya dibuat untuk mengontrol intensitas tegangan arus bolak-balik menggunakan TRIAC, yang dapat mentransfer arus hingga 600V/16A [7].

### **2.2.17 LCD Display Dan Modul I2C**

LCD display 16×2 merupakan media *interface* perangkat mampu menunjukkan 32 *icon* untuk baris atas serta 16 karakter untuk baris bawah, menjadikannya tampilan yang sangat mudah ditampilkan [35]. I2C LCD merupakan modul LCD mampu untuk dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Sehingga dalam aplikasinya membutuhkan 6 atau 7 pin sebagai mengoperasikan sebuah modul LCD. Oleh karena itu, menggunakan jalur parallel tidak cocok untuk *kontroller* yang terlalu banyak yang harus mengontrol banyak I/O[36].



**Gambar 2. 16 LCD I2C Module** [36]. *Module I2C* [37].

Untuk sistem I2C terdiri atas saluran SCL (*Serial Clock*) serta SDA (*Serial Data*), yang dimana membawa informasi data pada antara I2C dan pengontrolnya. Komponen alat yang dihubungkan ke bus I2C dapat berfungsi untuk Master serta *Slave*. *Slave* adalah piranti yang dialamati oleh master. Master akan memulai transfer data pada bus I2C dengan membentuk sinyal *Start*, kemudian membentuk sinyal *Stop*, dan menghasilkan sinyal jam. Oleh karena itu, perubahan keadaan SDA dianggap sebagai sinyal *Start* atau *Stop* jika SCL dalam keadaan tinggi[37].