

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Kontrol PID banyak digunakan pada industri, hal ini disebabkan karena sistem ini merupakan sistem kendali loop tertutup yang cukup sederhana dan dapat dikombinasikan dengan sistem kontrol lain seperti Fuzzy control, Adaptif control dan Robust control. Algoritma PID banyak digunakan karena dalam penerapannya algoritma ini memberikan peluang pada bagi desainer untuk mengubah performansi sistem sesuai dengan yang di inginkan. Pengendali PID adalah sistem pengendali gabungan antara pengendali proporsional, integral, dan turunan (derivatif). Performansi sistem pengendali PID ditentukan oleh parameterparameter kendali yang didapat dari perhitungan maupun eksperimen. Parameter PID optimal pada dasarnya dapat dicari secara lebih pasti (tanpa coba-coba) berdasarkan model dan nilai parameter proses yang diketahui.

2.2. Teori Umum Transformasi Laplace

Laplace Untuk mempelajari metode pengendali PID diperlukan pemahaman fungsi alih yaitu transformasi Laplace. Transformasi Laplace adalah sebuah metode operasional yang sering digunakan untuk menggambarkan hubungan inputoutput sistem-sistem dinamis. Dengan menggunakan metode transformasi Laplace, pemecahan persoalan-persoalan dinamika sistem dapat dilakukan relative lebih mudah. Dalam teori kontrol konvensional, Transformasi laplace ini memegang peranan penting selain sebagai sebagai tool untuk analisis sistem-sistem dinamis (misal untuk menentukan kestabilan sistem atau plant), juga secara praktis dapat digunakan sebagai tool dalam perancangan sistem kontrol umpan balik. Persamaan dibawah ini memperlihatkan definisi umum Transformasi Laplace untuk sebuah fungsi dalam kawasan waktu nyata :

$$f(t), t \geq 0$$

$$\mathcal{L}[F(t)] = F(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-stdt} \sim 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

Relasi diatas pada dasarnya memetakan fungsi kawasan waktu kedalam bentuk fungsi kawasan s (variabel laplace). Dalam hal ini $F(s)$ adalah transformasi Laplace dari $f(t)$, dan sebaliknya $f(t)$ adalah transformasi laplace balik (invers) dari $F(s)$ atau dapat ditulis:

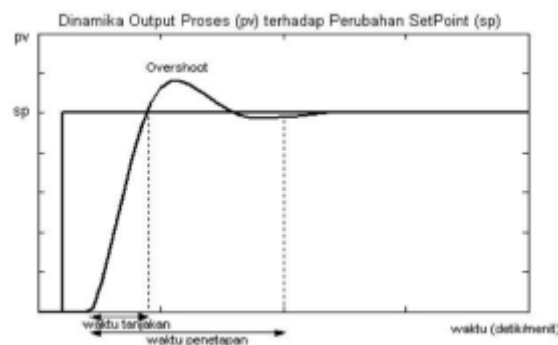
$$f(t) = \mathcal{L}^{-1} [F(s)] \dots\dots\dots(2.2)$$

Tabel dibawah berturut-turut memperlihatkan transformasi laplace untuk beberapa fungsi kawasan waktu yang sering dijumpai pada kasus nyata.

Tabel 2.1. Transformasi Laplace

NO	$f(t)$	$F(s)$	Keterangan
1	$\delta(t)$	1	Fungsi Impulsa
2	1(t)	$\frac{1}{s}$	Fungsi Step (Fungsi tangga)
3	t	$\frac{1}{s^2}$	Fungsi Ramp
4	e^{-at}	$\frac{1}{(s+a)}$	Fungsi Ekspo- nensial
5	$\sin(\omega t)$	$\frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)}$	Fungsi Sinu- siodal
6	$\cos(\omega t)$	$\frac{s}{(s^2 + \omega^2)}$	Fungsi Cosinus

Pengaturan atau tuning yang dilakukan terhadap salah satu parameter kontrol, umumnya memerlukan pengaturan ulang pada parameter yang lain.



Gambar 2. 1. Respon proses sebagai akibat perubahan SetPoint

- Waktu tahanan : Waktu yang diperlukan respon (deviasi output variable proses) untuk naik dari 0 sampai 100 % harga akhirnya.

- **Overshoot** : Lonjakan maksimum yang dialami oleh respon proses.
- **Waktu penetapan** : Waktu yang diperlukan respon untuk mencapai dan menetap disekitar 95%-98% dari harga akhirnya.

2.3. Berbagai Struktur Kontrol

PID (Dasar) dan Metode Tuningnya Dengan mengetahui struktur PID pada modul dan bersama-sama pengetahuan model proses yang dikontrol, nilai parameter PID yang optimal pada dasarnya dapat dicari secara mudah berdasarkan metode-metode tuning yang telah dikembangkan sebelumnya oleh sejumlah peneliti dan praktisi bidang kontrol proses, baik secara empiris maupun berdasarkan metode-metode optimasi tertentu. Dalam waktu kontinyu, sinyal keluaran pengendali PID ideal dirumuskan sebagai berikut:

$$CO = Kp[e(t) + 1/TI \int_0^t e(\tau) d\tau + Td \frac{de(t)}{dt}] \dots \dots \dots (2.3)$$

$$CO(t) = Kpe(t) + KI \int_0^t e(\tau) d\tau + KD \frac{de(t)}{dt} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

CO(t) : output kontroler

e(t) : selisih antara SetPoint dengan nilai output proses (dengan menganggap proses yang dikontrol bersifat direct maka e= SP-PV)

KP : gain proporsional

TI : time integral

TD : time derivative

KI : gain integral (KP/TI)

KD : gain derivative (KPTD)

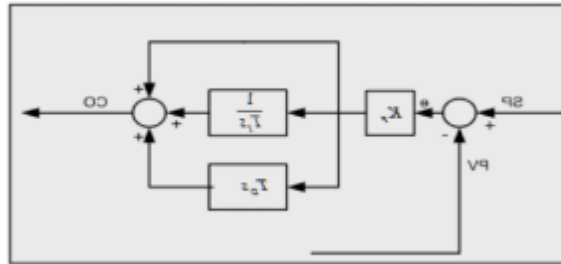
2.4. Mode Kontrol Proporsional

Integral Derivative (PID) Aksi kontrol PID pada dasarnya bertujuan untuk menggabungkan kelebihan komponenkomponen dasar kontrol PID:

- **Kontrol Proporsional** : berfungsi untuk mempercepat respon
- **Kontrol Integral** : berfungsi untuk menghilangkan error steady

- Kontrol Derivative : berfungsi untuk memperbaiki sekaligus mempercepat respon transien.

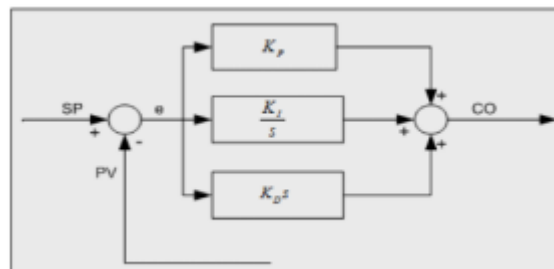
Gambar di bawah ini blok diagram kontrol PID ideal bentuk dependent dan bentuk independent.



Gambar 2.2. Diagram blok kontrol PID ideal bentuk dependent

Persamaan fungsi Laplace dari gambar kontrol PID ideal bentuk dependent diatas :

$$CO(s) = Kp [1 + 1 TIs + TDs] e(s) \dots \dots \dots (2.5)$$



Gambar 2.3. Diagram blok kontrol PID ideal bentuk independent

Persamaan fungsi Laplace dari gambar kontrol PID ideal bentuk independent diatas:

$$CO(s) = [Kp + KI s + KDs] e(s) \dots \dots \dots (2.6)$$

2.5. Tuning Parameter PID Metode Cohen – Coen

Persamaan tuning parameter kontrol PID dengan metode Cohen-Coon adalah sebagai berikut:

1. Proportional Gain:

$$K_c = \frac{1}{K_p \tau_p} \left(\frac{4}{3} + \frac{t_d}{4\tau_p} \right) \dots \dots \dots (2.7)$$

2. Integral Time:

$$\tau_I = \tau_d \left(\frac{3}{2} + 6 \left(\frac{t_d}{\tau_p} \right) + \frac{1}{3} + 8 \left(\frac{t_d}{\tau_p} \right) \right) \dots \dots \dots (2.8)$$

3. Derivative Time:

$$\tau_d = \tau_d \left(\frac{4}{11} + 2 \left(\frac{t_d}{\tau_p} \right) \right) \dots \dots \dots (2.9)$$

2.6. Board Arduino

Dalam buku “Getting Started with Arduino”, arduino merupakan sebuah platform komputasi fisik (physical computing) yang bersifat open source, pada board input output sederhana. Sedangkan menurut situs resminya arduino adalah sebuah platform elektronik yang open source, berbasis pada software dan hardware yang fleksibel dan mudah digunakan yang ditujukan bagi para hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif

Gambar 2.4. Board Arduino UNO



Arduino sangat fleksibel untuk bisa membuat berbagai project, dimana software Arduino adalah gratis, dan hardware board juga dengan harga yang sangat terjangkau, keduanya baik hardware dan software mudah untuk dipelajari karena sudah terdapat komunitas besar dari pengguna-pengguna Arduino yang sudah berkontribusi contoh program dan instruksi-intruksi untuk membuat berbagai

project elektronika yang dibuat menggunakan board Arduino. Fungsi pin-pin pada arduino uno :

- Pin (5V, 3.3V, GND, Analog, Digital, PWM, AREF) Pin pada Arduino adalah tempat dimana untuk menyambungkan kabel antara pin Arduino dengan perangkatperangkat input/output (biasanya menghubungkan dengan rangkaian project pada breadboard). Pin/kaki Arduino biasanya berupa female header sehingga untuk mendapatkan koneksi cukup menancapkan kabel ke dalam lubang pin header tersebut. Kaki-kaki pada Arduino mempunyai fungsi yang berbeda-beda, masingmasing diberi label sesuai nama dan fungsinya pada PCB.
- GND (3): Kependekan dari 'Ground'. Terdapat beberapa pin ground dan semuanya dapat digunakan.
- 5V (4) dan 3.3V (5): 5V pin memberikan suplai tegangan 5 volt, dan 3.3V pin memberikan suplai tegangan 3.3 volt. Kebanyakan yang digunakan dengan Arduino bekerja pada tegangan 5 atau 3.3 volt.
- Analog (6): Pin yang berada di bawah tulisan 'Analog In' (A0 sampai A5 pada Arduino UNO) adalah pin Analog Input. Pin ini dapat membaca sinyal dari sensor analog (seperti sensor suhu) dan mengkonversinya kedalam nilai digital yang dapat kita baca.
- Digital (7): Terletak disisi lain dari analog pin terdapat pin digital (0 sampai 13 pada board uno). Pin ini dapat difungsikan sebagai digital input (seperti memberitahukan apabila button dipencet) dan digital output (seperti menyalakan sebuah LED).
- PWM (8): Tertulis simbol (~) pada beberapa pin digital (3, 5, 6, 7, 9, 10, dan 11 pada board uno). Pin ini tidak hanya berfungsi sebagai pin digital biasa, tapi bisa digunakan untuk PulseWidth Modulation (PWM).
- AREF (9): Singkatan dari Analog Reference. Pin ini digunakan untuk mengatur tegangan referensi eksternal (antara 0 dan 5 volt) sebagai batas untuk pin analog input.

2.7. Perangkat Keras (Hardware)

Hardware adalah perangkat komputer yang terdiri atas susunan komponen-komponen elektronik berbentuk fisik (berupa benda). Hardware atau perangkat keras adalah sebuah alat atau benda yang bisa dilihat, sentuh, pegang dan memiliki fungsi tertentu. Pada alat tugas akhir ini memerlukan komponen perangkat keras (Hardware) diantaranya sebagai berikut.

2.7.1. Kompor Batik Listrik

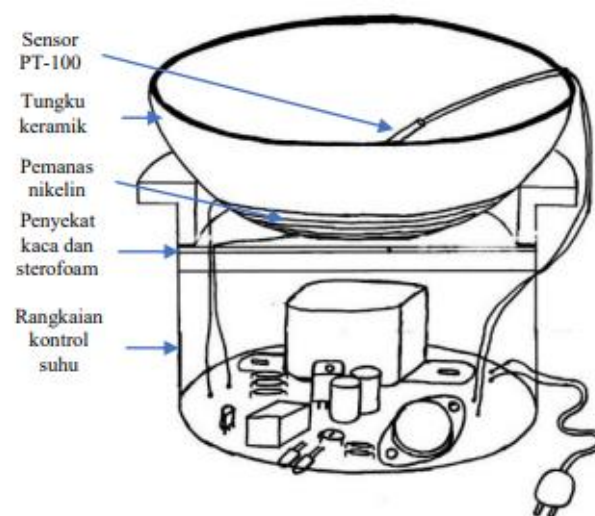
Kompor batik listrik adalah sebuah kompor yang menggunakan tenaga listrik untuk menghasilkan panas dalam mencairkan malam (lilin batik). Pada kompor batik listrik terdapat sebuah elemen pemanas berupa kawat filamen yang akan berpijar ketika dialiri dengan arus listrik. Penggunaan kompor batik listrik mampu mengatasi dampak pada kompor batik tradisional yakni lebih efisien dan bersih karena tidak menimbulkan asap dan wajan tidak kotor. Panas yang dihasilkan juga lebih stabil dan pas untuk malam batik. Sedangkan untuk kompor tradisional atau non elektrik: harus nyetel sumbu kompor/ kotor, berasap, panas tidak stabil, biaya operasional tinggi (harga minyak tanah mahal & langka).



Gambar 2.5. Kompor Batik listrik

Spesifikasi Kompor Batik Listrik :

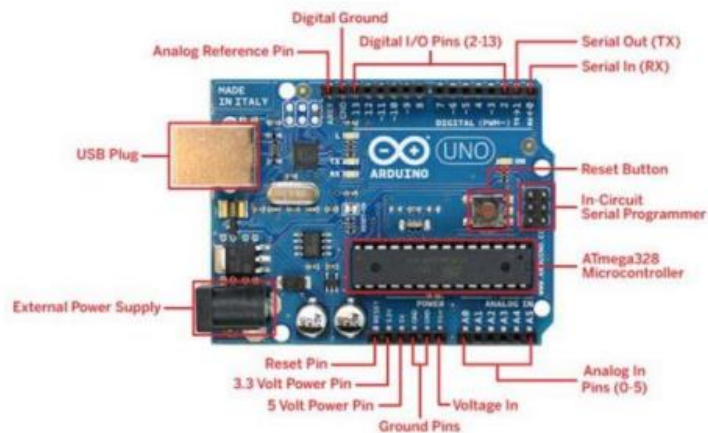
- Tegangan (V) : 220 VAC
- Ukuran : 17 X 17 X 20cm
- Daya : 200 Watt
- Menjaga Kestabilan suhu lilin malam 0-200 Watt
- Lama pemanasan 10-15 menit dengan volume lilin malam 150 gram
- Mampu mempertahankan suhu kerja 60° C- 70°



Gambar 2.6. Rangkaian Kompor Batik

2.7.2. Arduino Uno

Arduino UNO merupakan papan mikrokontroler yang menggunakan basis Atmega328 yang memiliki frekuensi 16 MHz dengan flash memory sebesar 32 KB. Pada gambar 2.7 Arduino uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang microcontroller, sangat mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB dan mensuplainya dengan sebuah adaptor AC (Alternating Current) ke DC (Direct Current) atau menggunakan baterai untuk memulainya.



Gambar 2.7. Arduino UNO

Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), port female USB type B, DC jack power, kepala ICSP, serta dilengkapi dengan tombol reset. Untuk mengaktifkannya, Arduino UNO bisa dihubungkan dengan kabel USB 5V, adaptor AC ke DC, hingga baterai dengan tegangan rekomendasi 7-12Volt DC (Leksono dkk, 2019).

Pin daya yang terdapat pada Arduino Uno yakni:

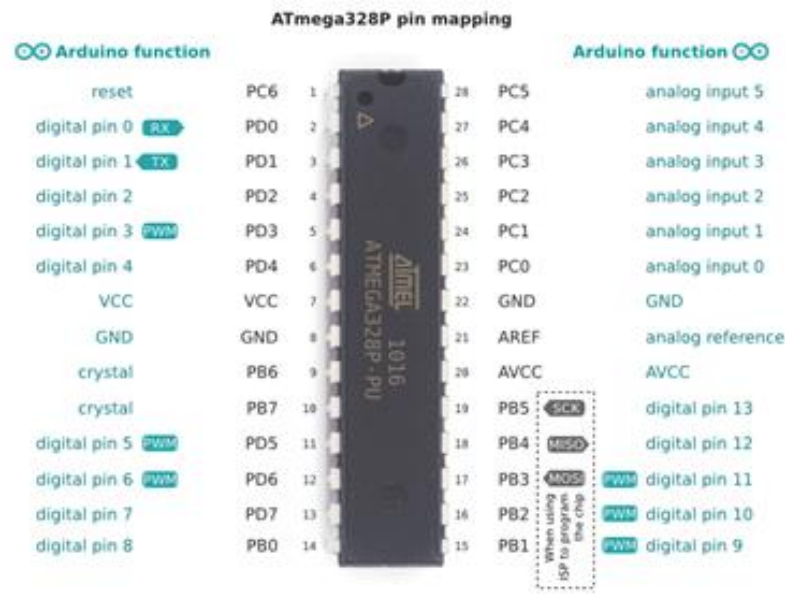
1. VIN yakni tegangan supply masuk sebesar 5V, sebagai pengganti daya dari USB maupun dari power supply jack DC.
2. 5V yakni tegangan keluaran yang difungsikan catu daya untuk module, sensor, maupun shield.
3. 3,3V yakni tegangan keluaran khusus dengan output 3,3V, yang difungsikan sebagai catu daya.
4. GND yakni pin ground baik untuk VIN, 5V, maupun 3,3

Papan Ic Arduino Uno jenis ATmega328 dilengkapi 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (EEPROM library). Input dan Output Dalam perangkat ini, terdapat masing-masing 14 pin digital yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, dan `digitalRead ()`, beroperasi dengan daya 5V. Masing-masing pin bisa memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan

memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 20-50 kOhms. Ada juga beberapa pin yang mempunyai fungsi khusus yakni:

1. Serial 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
2. Eksternal menyela: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (attachInterrupt) fungsi untuk rincian lebih lanjut.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi analogWrite ().
4. SPI: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI library.
5. LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.
6. Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:
7. I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Wire.
8. Aref. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analogReference ().
9. Reset. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.

Mikrokontroler adalah sebuah IC (Integrated Circuit) yang berisi rangkaian logika kompleks untuk melakukan pemrosesan. Mikrokontroler memiliki memory sehingga dapat menyimpan program untuk melakukan pengontrolan. Pada Gambar 2.8 dapat dilihat sebuah Mikrokontroler ATMEGA 328 yang merupakan processor yang dipakai pada Arduino UNO R3.



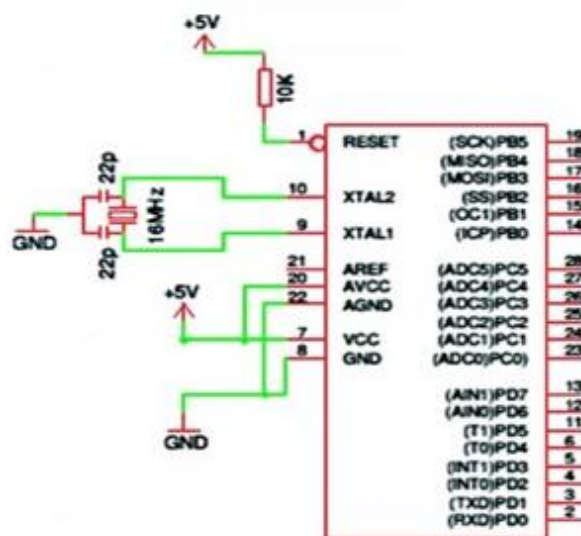
Gambar 2.8. Pinout Mikrokontroler ATmega 328P

Pembacaan kaki IC dimulai dari bawah tanda setengah lingkaran berurutan sampai atas setengah lingkaran. Pada Gambar 1 ATmega 328P memiliki 28 kaki. Mikrokontroler ATMEGA mengelompokkan pin sesuai kegunaannya, kelompok pin ini disebut dengan *PORT*. Pada ATMEGA 328P terdapat 3 *PORT* yaitu PORTB (PB), PORTC (PC), dan PORTD (PD). Fungsi dan kegunaan pin pada masing-masing *PORT* dapat dilihat pada *datasheet* Mikrokontroler yang bisa didownload dari website pabrik pembuat Mikrokontroler. Pada Arduino pin dari Mikrokontroler memiliki pengelompokan yang berbeda yaitu analog pin dan digital pin. Hubungan antara pin Arduino dengan pin Mikrokontroler terlihat seperti pada Gambar 2.8.

Mikrokontroler dapat langsung bekerja apabila diberikan tegangan, namun untuk dapat bekerja optimal Mikrokontroler membutuhkan beberapa rangkaian minimal. Pada mode standar, Mikrokontroler bekerja dengan *clock* (kecepatan detak) internal yang cenderung lambat sekitar 1-8 MHz. Pada PC atau laptop saat ini *clock* prosesor sudah mencapai orde GHz sehingga jauh lebih cepat. Mikrokontroler dapat bekerja lebih cepat dengan menggunakan *clock* eksternal dengan menambah komponen yang disebut *crystal*. *Crystal* yang digunakan pada Arduino UNO adalah 16MHz. untuk dapat menggunakan *crystal* diperlukan

kapasitor 22pF pada kaki *crystal* yang terhubung dengan *ground*. Sistem minimal untuk menjalankan Arduino dapat dilihat pada Gambar 2, sistem minimal ini memerlukan *crystal* 16MHz, *reset*, dan power 5V untuk dapat berjalan.

Gambar 2.9. Sistem Minimal Arduino



Sebuah Mikrokontroler yang baru masih kosong memorinya karena itu perlu diisi program agar dapat digunakan. Pada Arduino terdapat program khusus untuk komunikasi data sekaligus untuk menerjemahkan bahasa pemrograman Arduino, program ini disebut bootloader. Bootloader berfungsi untuk menjembatani program Arduino yang dibuat dengan hardware ATmega seperti halnya operating system pada komputer yang menjembatani hardware dan software-nya. Karena itu agar sebuah Mikrokontroler dapat berfungsi sebagai Arduino maka terlebih dahulu harus dimasukkan bootloader-nya yang sesuai. Bootloader secara otomatis dapat dimasukkan ke Mikrokontroler dengan menggunakan Arduino IDE.

Tabel 2-2. Spesifikasi Arduino UNO

Item	Keterangan
Mikrokontroler	ATMega32P
Tegangan operasional	5 VDC
Tegangan masukan (rekomendasi)	7-12 VDC
Jumlah Digital I/O	14 Pin
Jumlah analog input	6 Pin
Flash memory	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clocking speed	16 MHz
Panjang papan elektronik	68.6 mm
Lebar papan elektronik	53.4 mm
Berat modul	25 g

2.7.3. Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor digital yang memiliki 12-bit ADC internal. Sangat presisi, sebab jika tegangan referensi sebesar 5Volt, maka akibat perubahan suhu, ia dapat merasakan perubahan terkecil sebesar $5/(2^{12}-1) = 0.0012$ Volt ! Pada rentang suhu -10 sampai +85 derajat Celcius, sensor ini memiliki akurasi ± 0.5 derajat. Sensor ini bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (one-wire).

**Gambar 2.10.** Sensor Suhu DS18B20

Amatilah Gambar 2.9 IC DS18B20 memiliki tiga kaki, yaitu GND (ground, pin 1), DQ (Data, pin 2), VDD (power, pin 3). Pada Arduino, VDD dikenal sebagai VCC. Dalam hal ini, kita asumsikan VCC sama dengan VDD. Tergantung mode konfigurasi, ketiga kaki IC ini harus dikonfigurasi terlebih dahulu. Sensor dapat bekerja dalam dua mode, yaitu mode normal power dan mode parasite power.

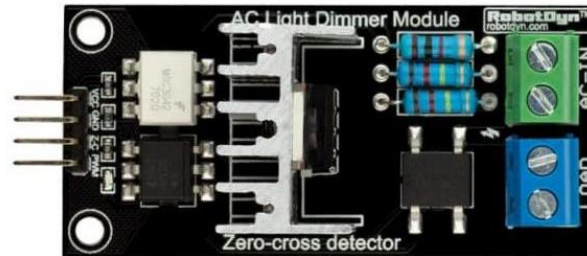


Gambar 2.11. Keterangan Kaki IC DS18B20

Pada Mode Normal, GND akan terhubung dengan ground, VDD akan terhubung dengan 5V dan DQ akan terhubung dengan pin Arduino, namun ditambahkan resistor pull-up sebesar 4,7k. Mode ini sangat direkomendasikan pada aplikasi yang melibatkan banyak sensor dan membutuhkan jarak yang panjang.

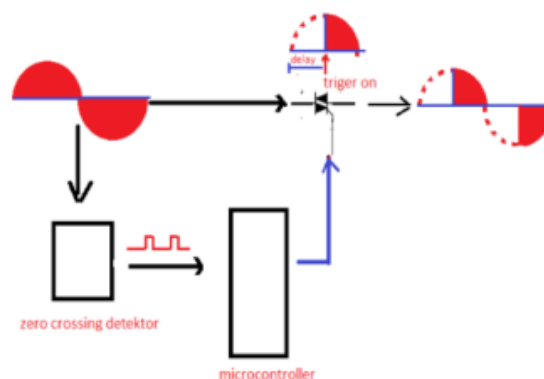
Pada Mode Parasite, GND dan VDD disatukan dan terhubung dengan ground. DQ akan terhubung dengan pin Arduino melalui resistor pull-up. Pada mode ini, power diperoleh dari power data. Mode ini bisa digunakan untuk aplikasi yang melibatkan sedikit sensor dalam jarak yang pendek.

2.7.4. Dimmer PWM



Gambar 2.12. Dimmer PWM

Modul light dimmer pada Gambar diatas untuk pengaturan daya listrik bolak balik/AC bisa menggunakan TRIAC. Dengan cara merubah besaran phase listrik AC dan mengatur waktu penyulutan TRIAC pada mikrokontroler.

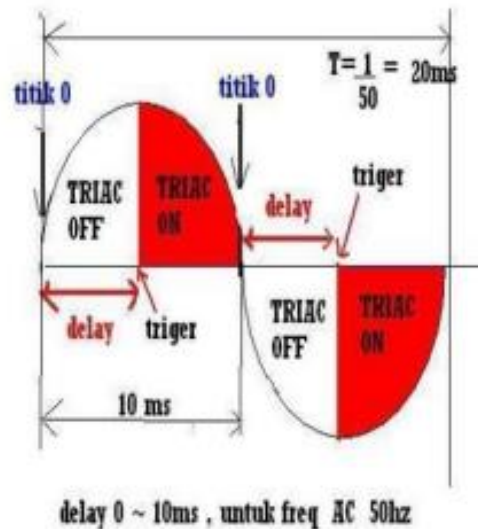


Gambar 2.13. Cara Kerja TRIAC untuk Mikrokontroler

Penentuan titik nol sinyal AC untuk memulai delay atau yang disebut dengan Zero Crossing Detector dimana akan menginterupsi mikrokontroler saat sinyal AC pada posisi 0. Misal yg kita pakai INT0 (interrupt eksternal 0).

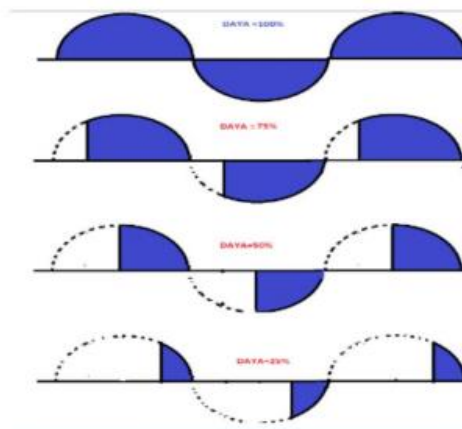
Uraian tahapannya sebagai berikut: pada saat sinyal AC menuju titik 0, maka zero crossing detector memberi sinyal interupsi ke pin INT0 mikrokontroler. Mikrokontroler menjalankan program interrupt servis rutin INT0.[X]

Program servis rutin INT0 berisi delay dan output untuk men-trigger gate TRIAC. Besarnya nilai delay menentukan daya yg disalurkan oleh TRIAC. Besarnya delay 5ms seperti contoh gambar dibawah ini artinya setelah 5ms micon akan men-trigger TRIAC.



Gambar 2.14. Besarnya Delay untuk frekuensi AC 50 Hz

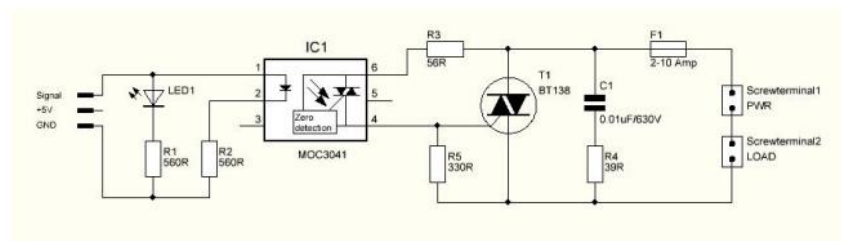
Di bawah ini merupakan gambaran persentase pengaturan daya listrik AC pada Gambar



Gambar 2.15. Persentase pengaturan Daya Listrik AC

Duty Cycle pada PWM adalah representasi dari kondisi logika high dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%. Persentase waktu di mana sinyal PWM tetap tinggi (tepat waktu) disebut siklus kerja. Duty Cycle sangat berguna dalam merancang alat-alat yang menggunakan konsep PWM (Pulse Width Modulation). Untuk menghitung Duty cycle dari sebuah PWM dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Duty Cycle} = \frac{t_{ON}}{t_{Total}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.10)$$



Gambar 2.16. Modul Dimmer PWM

Tabel 2-3. Spesifikasi Modul Dimmer PWM

<i>Item</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Power</i>	600V-16A
<i>AC Frequency</i>	50/60 Hz
<i>TRIAC</i>	BTA16-600B
<i>Isolation</i>	Optocoupler
<i>Logic Level</i>	3,3/5V
<i>Zero Point</i>	Logic Level
<i>Modulation (PWM With Trigger)</i>	Logic Level ON/OFF TRIAC
<i>Signal Current</i>	>10mA
<i>Enviroment</i>	1. For indoor and outdoor use 2. Operating temperatures : -20°C to 80°C
<i>Operating Humanity</i>	Dry enviroment only
<i>ROHS3</i>	Compliant

2.7.5. LCD 16 X 2



Gambar 2.17. LCD 16 x 2

Penampil (display) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya. LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu display elektronika yang umum digunakan. LCD dibuat dengan CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari backlit. Jumlah karakter yang dapat ditampilkan oleh sebuah LCD tergantung dari spesifikasi yang dimiliki.

Tabel 2. 4. Spesifikasi LCD 16 x 2

<i>Item</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Blue backlight</i>	I2C
<i>Display Format</i>	16 Characters x 4 lines
<i>Supply voltage</i>	5V
<i>Back lit</i>	Blue with White char color
<i>Supply voltage</i>	5V
<i>Pcb Size</i>	60mm x 99mm
<i>Contrast Adjust</i>	Potentiometer
<i>Backlight Adjust</i>	Jumper