

## BAB II

### LANDASAN TEORI

Untuk memudahkan dalam memahami sistem ini, maka diperlukan teori-teori dasar yang menunjang dan dapat menjelaskan tentang karakteristik komponen-komponen yang digunakan maupun masalah yang dibahas, sehingga dengan dasar teori yang ada dapat menambah pemahaman yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat ini.

#### 2.1 Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60  $\mu\text{A}$  dan LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 °C pada suhu 25 °C . Gambar 2.1 adalah sensor suhu tipe LM35.



**Gambar 2.1** Sensor Suhu tipe LM35

Sumber : Implementasi Sensor Kapasitif Pada Sistem Pengering Gabah Otomatis

Gambar 2.1 menunjukkan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. 3 pin LM35 menunjukkan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau  $V_{out}$  dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$$

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01 °C karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya .

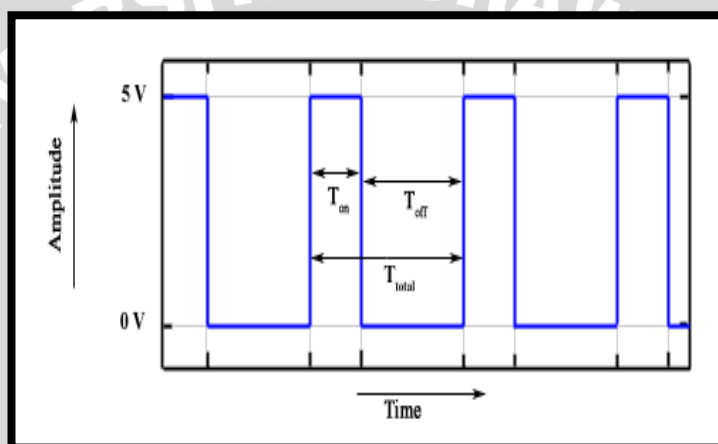
Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang ditanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antenna penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengoreksi pada kasus yang sedemikian, dengan menggunakan metode *bypass* kapasitor dari  $V_{in}$  untuk ditanahkan. Berikut ini adalah karakteristik dari sensor LM35.

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mV/°C.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C .
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60  $\mu$ A.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar  $\pm \frac{1}{4}$  °C.

## 2.2 PWM (Pulse Width Modulation)

PWM (*Pulse Width Modulation*) digunakan untuk mengatur kecepatan dari motor DC. Kecepatan motor DC tergantung pada besarnya *duty cycle* yang diberikan pada motor DC tersebut.

Pada sinyal PWM, frekuensi sinyal konstan sedangkan *duty cycle* bervariasi dari 0% - 100%. Dengan mengatur *duty cycle* akan diperoleh keluaran yang diinginkan. Sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) secara umum ditunjukkan dalam Gambar 2.2 berikut:



**Gambar 2.2** Sinyal PWM Secara Umum

Sumber: electronics-scheme.com

$$Dutycycle = \frac{T_{on}}{T} \times 100\% \dots (\%) \quad (2.1)$$

Dengan:

$T_{on}$  = Periode logika tinggi

$T$  = Periode keseluruhan.

$$V_{dc} = Dutycycle \times V_{cc} \dots (V) \quad (2.2)$$

Sedangkan frekuensi sinyal dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$f_{on} = \frac{f_{clk}/O}{N.256} \dots (Hz) \quad (2.3)$$

### 2.3 SSR (Solid State Relay)

*Solid State Relay* (SSR) adalah relay/saklar elektronik semikonduktor yang memiliki kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan relay konvensional (elektro mekanik). Sistem isolasi pada solid state relay pada umumnya terisolasi secara optik sedangkan relay konvensional (elektro mekanik) terisolasi secara fisik, kondisi ini akan memberikan keuntungan dan kerugian tersendiri antara *solid state relay* dan relay konvensional. Kelebihan dan kekurangan antara *solid state relay* dengan relay konvensional (elektro mekanik) dapat dilihat dari sisi pengoperasiannya dan performasinya. Beberapa kelebihan dan kekurangan yang dimiliki SSR (*solid state relay*) diantaranya sebagai berikut.



**Gambar 2.3** Solid State Relay

Sumber : Perancangan Alat simulator Kontroler Lampu Rumah Berbasis Komputerisasi Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Logic Control*.

#### Kelebihan *Solid State Relay* (SSR)

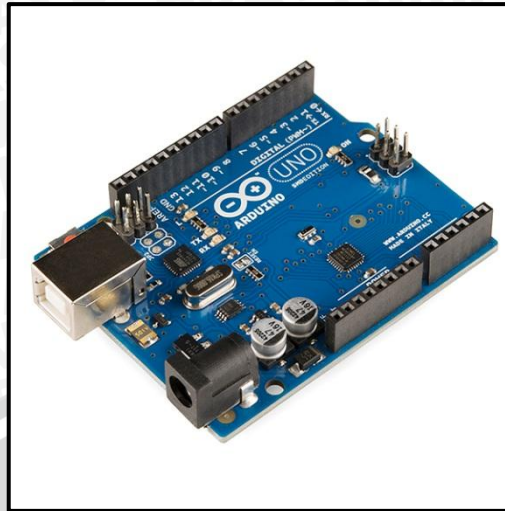
1. Pada *solid state relay* tidak terdapat bagian yang bergerak seperti halnya pada relay. Relay mempunyai sebuah bagian yang bergerak yang disebut kontaktor dan bagian ini tidak ada pada *solid state relay*. Sehingga tidak mungkin terjadi 'no contact' karena kontaktor tertutup debu bahkan karat.
2. Tidak terdapat 'bounce', karena tidak terdapat kontaktor yang bergerak maka pada *solid state relay* tidak terjadi peristiwa 'bounce' yaitu peristiwa terjadinya pantulan kontaktor pada saat terjadi perpindahan keadaan. Dengan kata lain dengan tidak adanya bounce maka tidak terjadi percikan bunga api pada saat kontaktor berubah keadaan.

3. Proses perpindahan dari kondisi '*off*' ke kondisi '*on*' atau sebaliknya sangat cepat hanya membutuhkan waktu sekitar 10us sehingga *solid state relay* dapat dengan mudah dioperasikan bersama-sama dengan *zero-crossing* detektor. Dengan kata lain opsai kerja *solid state relay* dapat disinkronkan dengan kondisi *zero crossing* detektor.
4. *Solid state relay* kebal terhadap getaran dan guncangan. Tidak seperti relay mekanik biasa yang kontaktornya dapat dengan mudah berubah bila terkena guncangan/getaran yang cukup kuat pada body relay tersebut.
5. Tidak menghasilkan suara 'klik', seperti relay pada saat kontaktor berubah keadaan.
6. Kontaktor *output* pada *solid state relay* secara otomatis '*latch*' sehingga energi yang digunakan untuk aktivasi *solid state relay* lebih sedikit jika dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk aktivasi sebuah relay. Kondisi *on* sebuah *solid state relay* akan di-*latc* sampai *solid state relay* mendapatkan tegangan sangat rendah, yaitu mendekati nol volt.
7. *Solid state relay* sangat sensitif sehingga dapat dioperasikan langsung dengan menggunakan level tegangan CMOS bahkan level tegangan TTL. Rangkaian kontrolnya menjadi sangat sederhana karena tidak memerlukan level konverter.
8. Masih terdapat *couple* kapasitansi antara *input* dan *output* tetapi sangat kecil. Kondisi diperlukan pada peralatan medical yang memerlukan isolasi yang sangat baik.

#### 2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi *USB to serial* yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter *USB to serial* berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver *USB to serial*. Board arduino uno ditunjukkan dalam Gambar 2.4



**Gambar 2.4** Arduino Uno

Sumber : Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Berbasis *Arduino Uno*

## 2.5 Kontroler

Sistem pengendalian dirancang untuk melakukan dan menyelesaikan tugas tertentu. Syarat utama sistem pengendalian adalah harus stabil. Di samping kestabilan mutlak, maka sistem harus memiliki kestabilan secara relatif, yakni tolak ukur kualitas kestabilan sistem dengan menganalisis sampai sejauh mana batas-batas kestabilan sistem tersebut jika dikenai gangguan (Ogata K.,1997). Selain itu analisis juga dilakukan untuk mengetahui bagaimana kecepatan sistem dalam merespons *input*, dan bagaimana peredaman terhadap adanya lonjakan (*over shoot*).

Suatu sistem dikatakan stabil jika diberi gangguan maka sistem tersebut akan kembali ke keadaan *steady state* di mana *output* berada dalam keadaan tetap seperti tidak ada gangguan. Sistem dikatakan tidak stabil jika *output*nya berosilasi terus menerus ketika dikenai suatu gangguan. Karena suatu sistem pengendalian biasanya melibatkan penyimpanan energi maka *output* sistem ketika diberi suatu *input*, tidak dapat mengikuti *input* secara serentak, tapi menunjukkan respons transien berupa suatu osilasi teredam sebelum mencapai *steady state*.

Dalam sistem pengendalian terdapat 2 macam loop :

### 1. Pengendalian dengan *loop* terbuka

Sistem kontrol *loop* terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan. Jadi pada sistem kontrol *loop* terbuka, keluaran tidak diukur atau diumpan balik untuk dibandingkan dengan masukan.

## 2. Pengertian dengan *loop* tertutup

Sistem kontrol *loop* tertutup adalah sistem kontrol yang keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan. Disebut juga sistem kontrol yang menggunakan umpan balik untuk memperkecil kesalahan sistem.

### 2.5.1 Kontroler Proporsional

Kontroler proporsional memiliki keluaran yang sebanding dengan sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya). Untuk kontroler dengan aksi kontrol proporsional, hubungan antara keluaran kontroler  $m(t)$  dan sinyal kesalahan penggerak  $e(t)$  adalah:

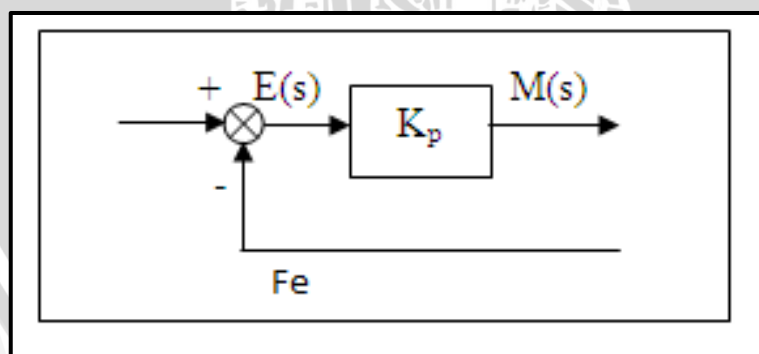
$$m(t) = K_p \cdot e(t) \dots \dots \dots (2.4)$$

atau, dalam besaran transformasi Laplace,

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \dots \dots \dots (2.5)$$

Di mana  $K_p$  adalah kepekaan proporsional atau penguatan.

Apapun wujud mekanisme yang sebenarnya dan apapun bentuk daya penggeraknya, kontroler proporsional pada dasarnya merupakan penguat dengan penguatan yang dapat diatur (Ogata K., 1997). Diagram blok kontroler proporsional ditunjukkan dalam Gambar 2.5



**Gambar 2.5** Diagram Blok Kontroler Proporsional

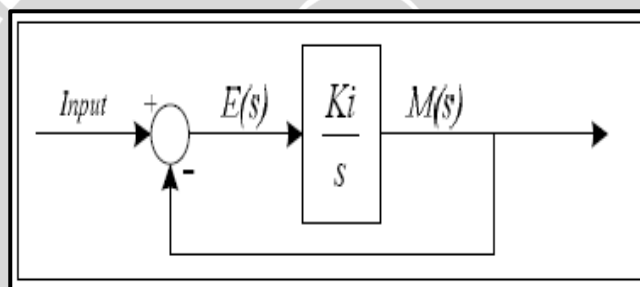
Sumber: Ogata K., 1997

### 2.5.2 Kontroler Integral

Kontroler integral berfungsi mengurangi kesalahan keadaan mantap pada kontroler proporsional sebelumnya. Pada kontroler dengan aksi integral, harga keluaran kontroler  $m(t)$  diubah dengan laju yang sebanding dengan sinyal kesalahan penggerak  $e(t)$ . Jadi,

$$\frac{dm(t)}{dt} = K_i \cdot e(t) \dots \dots \dots (2.6)$$

Jika harga  $e(t)$  diduakalikan, maka harga  $m(t)$  berubah dengan laju perubahan menjadi dua kali semula. Jika kesalahan penggerak nol, maka harga  $m(t)$  tetap stasioner. Aksi kontrol integral seringkali disebut *control reset* (Ogata K.,1997). Diagram blok kontroler integral ditunjukkan dalam Gambar 2.6



**Gambar 2.6** Diagram Blok Kontroler Integral

Sumber: Ogata K., 1997

### 2.5.3 Kontroler Proporsional Differensial (PD)

Aksi kontrolnya dinyatakan dalam persamaan:

$$m(t) = K_p \cdot e(t) + K_p \cdot T_d \frac{de(t)}{dt} \dots \dots \dots (2.7)$$

Kontroler PD selalu mengukur kemiringan (*slope*) sinyal kesalahan  $\frac{de(t)}{dt}$  dan memperkirakan akan besar *overshoot* yang akan terjadi serta memberikan koreksi sebelum terjadi lewatannya sehingga diperoleh *maximum overshoot* yang kecil.

Jika kesalahan keadaan mantap tidak berubah terhadap waktu maka turunannya terhadap waktu sama dengan nol, sehingga kontroler PD tidak mempunyai pengaruh terhadap kesalahan keadaan mantap, tetapi jika terdapat perubahan kesalahan, kontroler PD akan mengurangi besar

kesalahan keadaan mantap. Jadi, kontroler PD digunakan untuk memperbaiki suatu sistem pengendalian yang tanggapan peralihannya mempunyai *maximum overshoot* yang berlebihan tanpa memperhitungkan kecepatan responnya.

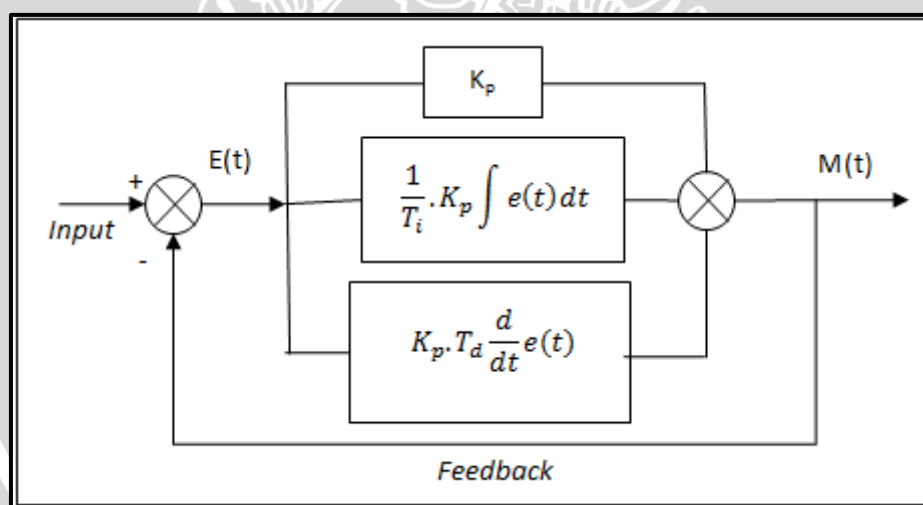
#### 2.5.4 Kontroler Proporsional Integral Differensial (PID)

Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing kontroler P,I dan D dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi kontroler proporsional integral differensial (PID). Elemen-elemen kontroler P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar (Gunterus, 1994, 8-10).

Aksi kontrolnya dinyatakan sebagai:

$$m(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots (2.8)$$

Kontroler PID memiliki diagram kendali seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Diagram Blok Kontroler PID  
Sumber: Ogata K., 1997

Jenis kontroler ini digunakan untuk memperbaiki kecepatan respon, mencegah terjadinya kesalahan keadaan mantap serta mempertahankan kestabilan.