

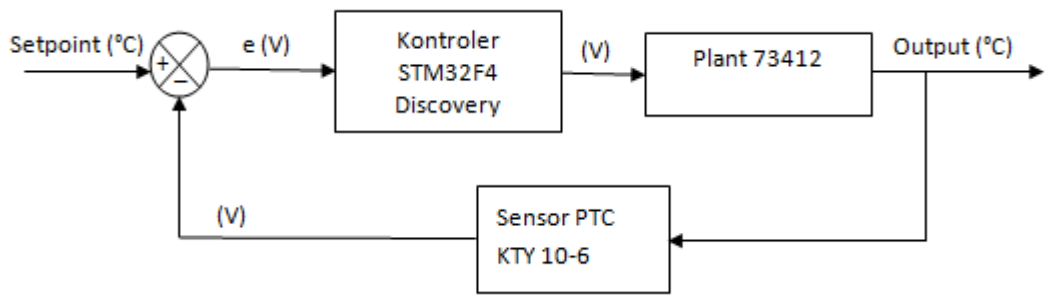
BAB IV

PEMBUATAN ALAT KERAS

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan pembuatan sistem pengendali suhu pada *plant* 73412. Pada dasarnya pembuatan alat meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

4.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 4.1



Gambar 4.1 Blok Diagram Sistem.

Keterangan :

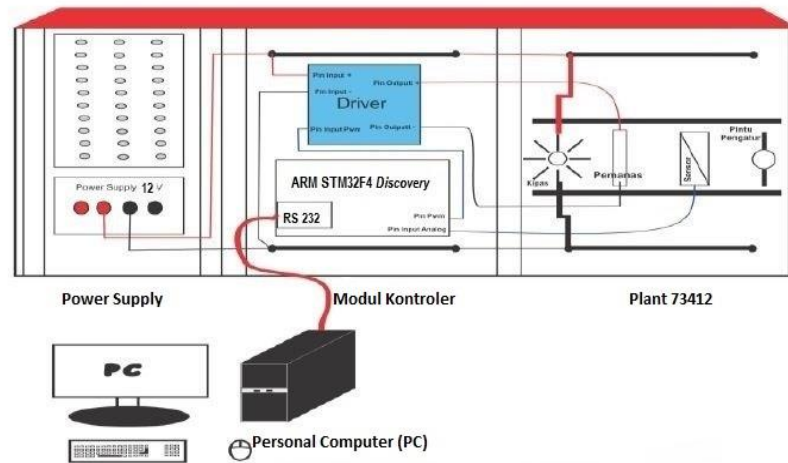
1. *Setpoint* sistem berupa tegangan yang memiliki nilai yaitu 3V – 4V.
2. Kontroler yang digunakan adalah kontroler Proporsional Integral Differensial (PID) menggunakan perangkat keras STM32F4 *Discovery*.
3. Aktuator yang digunakan adalah lampu halogen 12 volt.
4. Sensor PTC-KTY 10-6 sebagai pembaca suhu digunakan untuk *feedback* sistem.
5. Gangguan pada plant yaitu perubahan kecepatan kipas angin.

4.2 Spesifikasi Alat

Spesifikasi komponen-komponen pendukung pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Plant temperatur yang digunakan adalah plant 73412.
2. Perangkat kontroler digunakan adalah STM32F4 *Discovery*.
3. Sensor menggunakan PTC KTY 10-6.
4. *Driver* yang digunakan I298.
5. Komputer (PC) sebagai penampil data.

Skema rancangan alat ditunjukkan dalam Gambar 4.2 :



Gambar 4.2 Skema Rancangan Alat.

4.3 Prinsip Kerja Sistem.

Cara kerja sistem kontrol *plant 73412* sebagai kontrol suhu menggunakan kontrol pid digital adalah sebagai berikut :

- Catu daya terdiri atas 3 macam, yaitu:
 1. Catu daya 5V DC sebagai catu daya bagi STM32F4 *Discovery*.
 2. Catu daya +/- 12V DC digunakan sebagai catu daya lampu halogen.
 3. Catu daya +/- 15V DC digunakan sebagai catu daya *Plant 73412*.
 4. Catu daya 220V AC sebagai catu daya bagi monitor.
- PTC KTY 10-6 merupakan sensor suhu yang bersifat resistif, artinya jika suhu meningkat maka resistansi juga akan berubah. Dengan demikian, tegangan keluaran rangkaian pengondisi sinyal adalah 0 – 3.3 V dengan rentang suhu 0-80°C.
- Tegangan keluaran rangkaian pengondisi sinyal berfungsi sebagai masukan analog bagi rangkaian ADC. Rangkaian ADC tersebut terdapat pada Pduino sebagai pemroses utama ADC. Sinyal keluaran ADC tersebut kemudian diproses lebih lanjut menggunakan PID dengan setpoint yang di inginkan sehingga menghasilkan keluaran berupa PWM.
- PWM keluaran dari Pduino digunakan sebagai sinyal kontrol bagi lampu halogen. Sebelum sinyal kontrol PWM masuk ke lampu halogen, sinyal kontrol PWM terlebih dahulu dimasukkan ke dalam *driver* 1298 untuk dikuatkan.
- Lampu halogen akan memanaskan suhu dalam *plant 73412* yang diatur sesuai dengan besar *duty cycle* PWM yang dikeluarkan

4.4 Perancangan perangkat keras

Berdasarkan diagram blok perancangan alat, perancangan perangkat keras ini meliputi perancangan rangkaian STM32F4 *Discovery* dan rangkaian *driver*L298N. Di bawah ini merupakan penjelasan masing-masing perancangan perangkat keras pada penelitian ini.

4.4.1 STM32F4 *Discovery*

Perangkat keras kontroler sistem pengaturan suhu pada *plant* 73412 ini menggunakan STM32F4 *Discovery* sebagai proses kontrol utama. Konfigurasi input/output dari STM32F4 *Discovery* yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Konfigurasi Pin STM32F4 *Discovery*

No	Pin	Fungsi
1	Power 5 V	Catu daya STM32F4 <i>Discovery</i>
2	GND	Com Rangkaian
3	Pin A0	Keluaran sinyal kontrol (pwm)
4	Pin A1	<i>Input</i> sensor KTY 10-6
5	Pin D1	Pengendali <i>driver</i> L298
6	Pin D2	Pengendali <i>driver</i> L298
7	Pin D5	Tx USART2 STM32F4 <i>Discovery</i>
8	Pin D6	Rx USART2 STM32F4 <i>Discovery</i>

4.2.2 Driver L298N

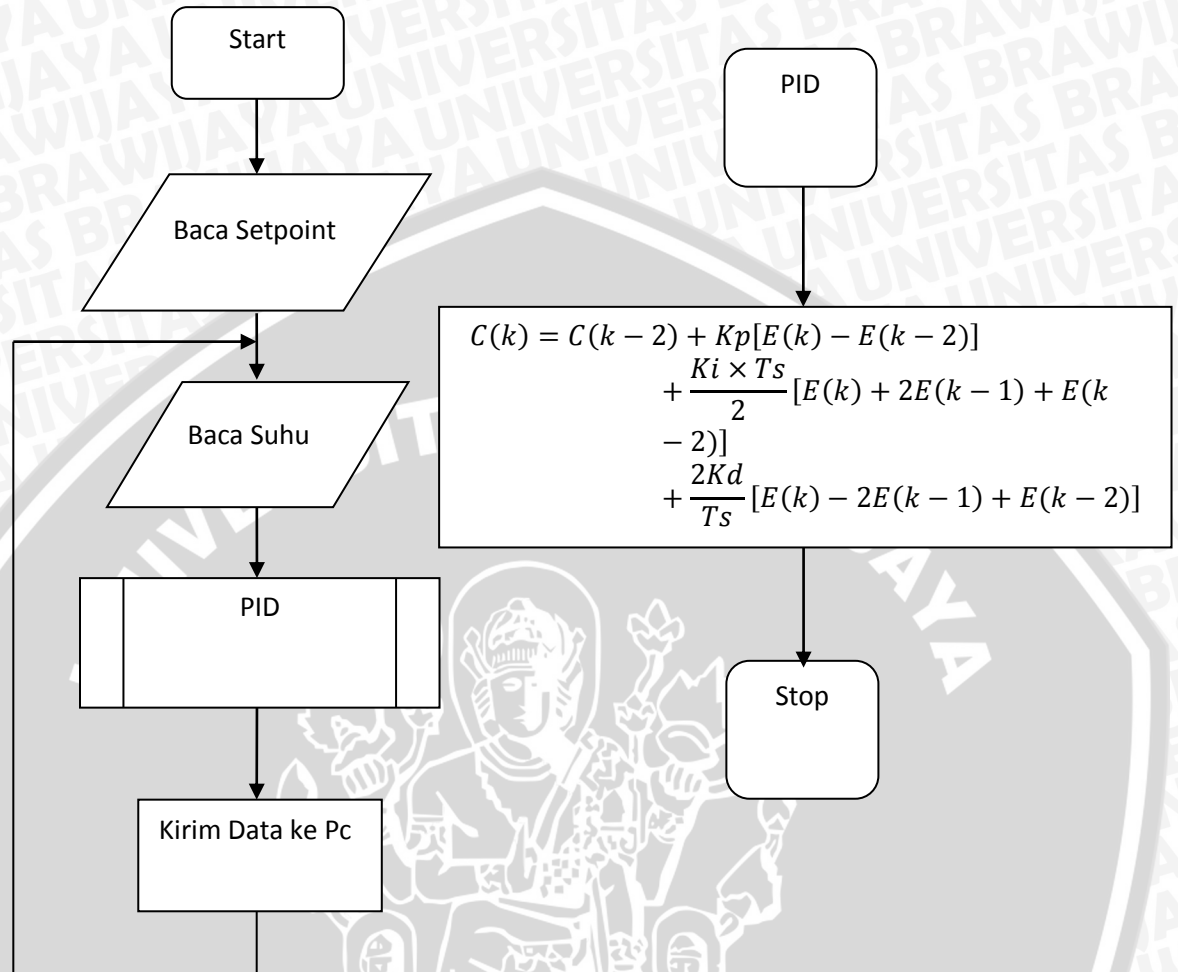
. Driver ini digunakan untuk mengontrol aktuator berupa lampu halogen dengan metode mengatur lebar modulasi sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM). Catu daya lampu halogen yang digunakan adalah catu daya eksternal 12 V. Konfigurasi pin Driver dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Konfigurasi Pin driver

NO	Pin	Fungsi
1	Power 5 V	Catu daya rangkaian
2	GND	Com rangkaian
3	Power vs	Catu daya aktuator (lampu halogen)
4	OUT1	Keluaran ke aktuator (lampu halogen)
5	OUT2	Keluaran ke aktuator (lampu halogen)
6	ENABLE_A	Input pwm
7	INPUT1	Pin pengendali <i>driver</i>
8	INPUT2	Pin pengendali <i>driver</i>

4.5 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini berupa flowchart program dalam Gambar 4.3.



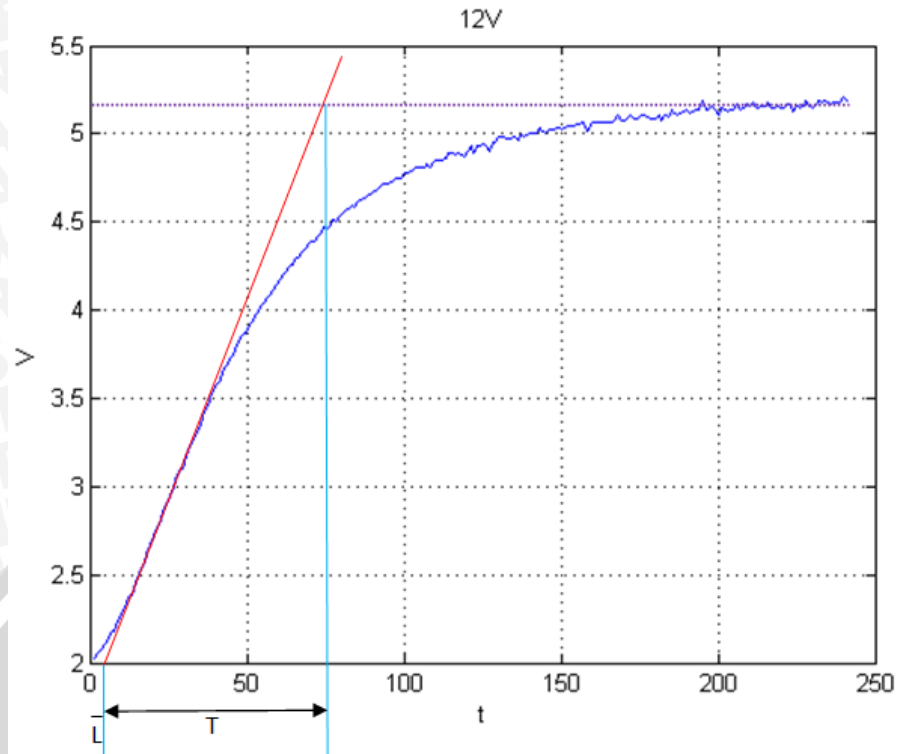
Gambar 4.3 Flowchart program

4.6 Perancangan Algoritma PID

Untuk menemukan fungsi alih plant digunakan metode ziegler-nichols 1, dimana plant di rancang secara *open loop* dan diberikan tegangan masukan ke plant dan di lihat bagaimana responnya.

Tegangan masukan yang diberikan adalah 12 V, sehingga di dapatkan gain(k), waktu tunda(L), konstanta waktu (T).

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{5.25 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 0.4375$$



$$L = 6.25$$

$$T = 28.75$$

Sehingga di dapatkan fungsi alih sebagai berikut :

$$G(s) = \frac{ke^{-Ls}}{Ts + 1} = \frac{0.4375e^{-6.25}}{28.75s + 1}$$

Dan di peroleh nilai Kp, Ki, Kd :

$$Kp = 1.2 \times \frac{T}{L} = 1.2 \times \frac{28.75}{0.625} = 55.2$$

$$Ki = \frac{Kp}{Ti} = \frac{55.2}{2 \times L} = \frac{55.2}{2 \times 0.625} = 44.16$$

$$Kd = Kp \times Td = 55.2 \times (0.5 \times 0.625) = 55.2 \times 0.3125 = 17.25$$

Dari perolehan nilai Kp, Ki, Kd maka di dapatkan persamaan transformasi laplace kontroler PID sebagai berikut :

$$C(s) = \left(Kp + \frac{Ki}{s} + Kds \right) e(s) \dots \dots \dots (1)$$

Persamaan diatas belum bisa dimasukkan kedalam mikrokontroler maka dari itu persamaan kontinyu diatas harus diubah kedalam bentuk diskrit melalui Transformasi



Z. Dalam Transformasi Z dibutuhkan waktu sampling (T_s). Digunakan metode *Bilinear Transform* sehingga nilai notasi s pada Laplace setara dengan

$$s = \frac{2}{T_s} \left(\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Maka persamaan (2) disubstitusikan ke dalam persamaan (1) menjadi

$$\begin{aligned} C(z) &= \left[Kp + \frac{Ki}{\frac{2}{T_s} \frac{(1-z^{-1})}{(1+z^{-1})}} + Kd \frac{2}{T_s} \frac{(1-z^{-1})}{(1+z^{-1})} \right] E(z) \\ &= \left[Kp + \frac{Ki \times T_s (1+z^{-1})}{2 (1-z^{-1})} + \frac{2Kd (1-z^{-1})}{T_s (1+z^{-1})} \right] E(z) \end{aligned}$$

Lalu disederhanakan menjadi

$$= \left[\frac{2 \times T_s \times Kp (1-z^{-1})(1+z^{-1}) + Ki \times T_s^2 (1+z^{-1})^2 + 4Kd (1-z^{-1})^2}{2T_s (1-z^{-1})(1+z^{-1})} \right] E(z)$$

Berikutnya adalah memodifikasi persamaan agar dapat disederhanakan. Kedua ruas dikalikan dengan $\times (1-z^{-1})(1+z^{-1})$

$$\begin{aligned} C(z)(1-z^{-2}) &= Kp \times E(z)(1-z^{-2}) + Ki \times T_s \\ &\times E(z) \left[1 + 2z^{-1} + z^{-2} + \frac{2Kd}{T_s} E(z)(1-2z^{-1} + z^{-2}) \right] \end{aligned}$$

Dari persamaan diubah kedalam persamaan beda sehingga didapatkan persamaan dibawah ini

$$\begin{aligned} C(k) &= C(k-2) + Kp[E(k) - E(k-2)] + \frac{Ki \times T_s}{2} [E(k) + 2E(k-1) + E(k-2)] \\ &+ \frac{2Kd}{T_s} [E(k) - 2E(k-1) + E(k-2)] \end{aligned}$$

Dimana (k-1) adalah kondisi sebelumnya dan (k-2) adalah kondisi sebelum (k-1) .

Persamaan diatas lalu dimasukkan kedalam program pada mikrokontroler.