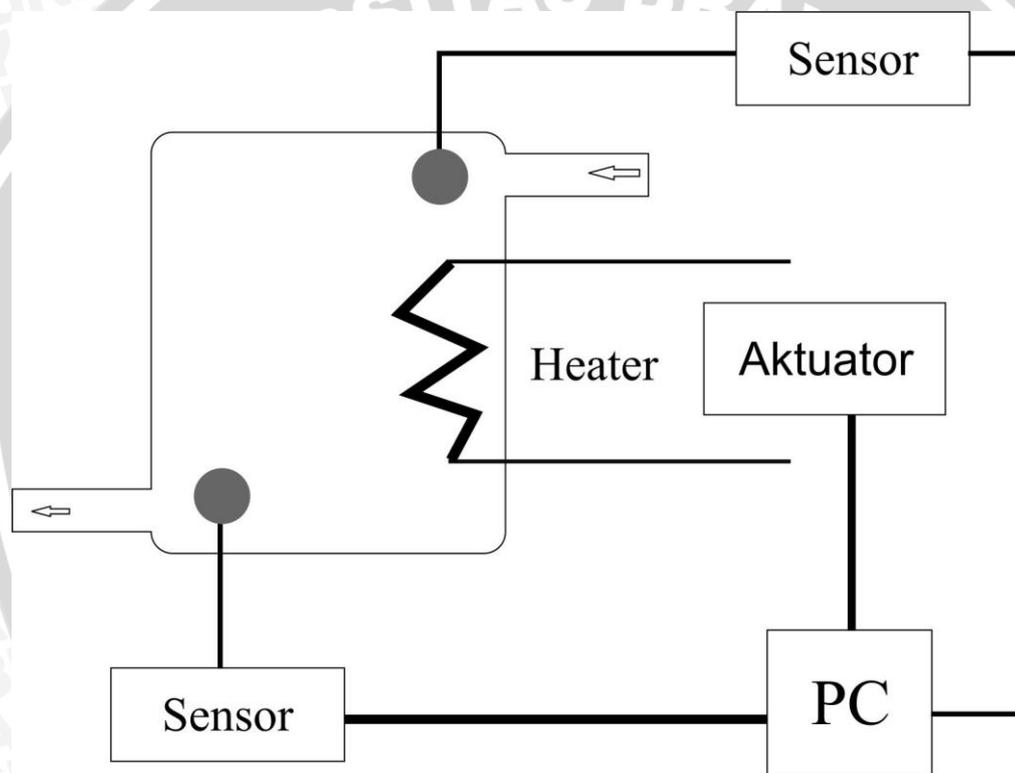


BAB III PERANCANGAN SIMULASI SISTEM

3.1. Perancangan *Plant* Sistem

Perancangan plant sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem, hal ini dimaksudkan agar sistem pengendalian suhu dapat berjalan sesuai deskripsi awal yang telah direncanakan. *Plant* sistem berupa tabung pemanas air dan komponen-komponen pendukung lainnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Sistem Tabung Pemanas Air

Sistem simulasi ini terdiri dari sensor yang membaca suhu air yang masuk dan suhu air yang keluar pada tabung pemanas air. Sinyal dari sensor diproses di PC keluarannya berupa sinyal yang mengatur aktuator berupa heater untuk memanaskan air dalam tabung.

3.2. Pemodelan Sistem

Suhu air yang masuk akan berfluktuasi dan dapat bekerja sebagai gangguan. Suhu air aliran masuk diubah oleh aktuator secara tiba-tiba dari suhu awal (Θ_{in}) sampai dengan

suhu akhir (Θ_{out}) yang diinginkan. Untuk laju aliran kalor (H) masukan dijaga konstan dan laju air (G) dijaga konstan maka perubahan laju kalor masuk menjadi $H+h_0$. Suhu cairan aliran keluar memiliki persamaan *diferensial* untuk kasus ini adalah: (K. Ogata, 1985)

$$C \frac{d\theta}{dt} = Gc\theta_{in} - h_0 \quad (3.1)$$

Dalam kasus ini nilai h_0 sebanding dengan suhu dibagi dengan Resistansi Termal (R). Dari persamaan (2.13) dimasukkan ke dalam persamaan (3.1) sehingga dapat disederhanakan persamaannya menjadi persamaan (3.2) dengan langkah sebagai berikut:

$$C \frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta_{in}}{R} - \frac{\theta}{R} \quad (3.2)$$

Dengan mengkalikan kedua ruas dengan variabel R dan memindahkan sehingga didapat persamaan (3.3) sebagai berikut:

$$RC \frac{d\theta}{dt} + \theta = \theta_{in} \quad (3.3)$$

Dengan melakukan transformasi *Laplace* untuk kedua ruas didapat persamaan (3.4) sebagai berikut:

$$\mathcal{L} \left[RC \frac{d\theta}{dt} + \theta \right] = \mathcal{L}[\theta_{in}]$$

$$RCs\Theta_{(s)} + \Theta_{(s)} = \Theta_{in(s)} \quad (3.4)$$

Fungsi Alih dari persamaan (3.4) dapat dilihat pada persamaan (3.5).

$$\frac{\Theta}{\Theta_{in}} = \frac{1}{RCs+1} \quad (3.5)$$

Tabung yang rancang pada simulasi ini menggunakan tabung dengan kapasitas 10ltr dan tinggi 65cm. Untuk persamaan laju aliran air didalam tabung yang hanya dipengaruhi dengan gaya gravitasi bumi. Nilai R memiliki persamaan pada (2.13) dan nilai C memiliki persamaan (2.14) sehingga didapat persamaan:

$$\frac{\Theta_{out}}{\Theta_{in}} = \frac{1}{\frac{Mc}{Gc}S+1} \quad (3.6)$$

Dikarenkan nilai c pada persamaan di atas adalah kalor jenis air dan nilai dari kalor jenis air bernilai sama, maka dapat dihilangkan. Penyederhaan dari Nilai diatas didapat pada persamaan (3.3).

$$\frac{\Theta_{out}}{\Theta_{in}} = \frac{1}{\frac{W}{G}S+1} \quad (3.7)$$

W adalah Berat dari air yang ada di dalam tabung sebesar massa jenis dikali dengan *Volume* (V) dikali dengan percepatan grafitasi bumi dari tabung dapat dilihat pada persamaan (3.4)

$$W = V \times \rho \times a \quad (3.8)$$

$$W = 0.001 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Untuk nilai W didapat sebesar 98 N. Untuk laju air (G) di dalam tabung yang hanya dipengaruhi gravitasi bumi dapat digunakan persamaan rumus (3.5)

$$G = \sqrt{2gh} \quad (3.9)$$

$$G = \sqrt{2 \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0.65\text{m}}$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai G sebesar 3.569 m/det. Dari persamaan (3.4) dan persamaan (3.5) dimasukkan ke dalam persamaan (3.3) Maka akan didapat persamaan (3.6) sebagai berikut:

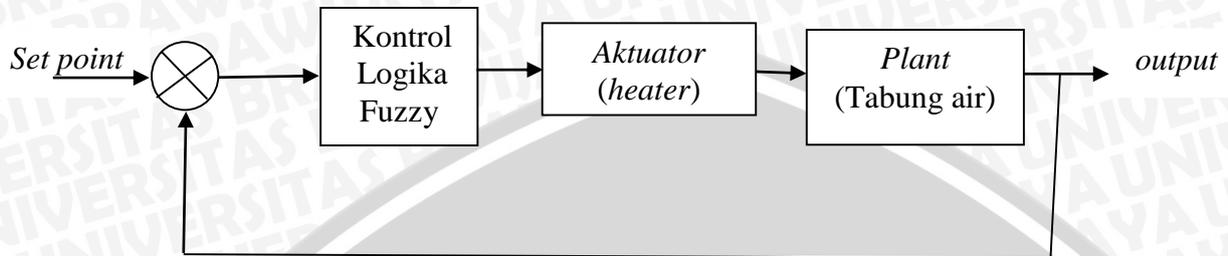
$$\frac{\Theta_{out}}{\Theta_{in}} = \frac{1}{\frac{98}{3.569}S+1} \quad (3.10)$$

$$\frac{\Theta_{out}}{\Theta_{in}} = \frac{1}{27.45S+1}$$

Nilai dari persamaan (3.6) akan digunakan sebagai nilai *plant* dari simulasi sistem.

3.3. Blok Diagram

Pemodelan untuk simulasi pemanas air secara keseluruhan dapat digambarkan melalui fungsi blok yang ada di Simulink sehingga dapat dilihat pada Gambar 3.2.

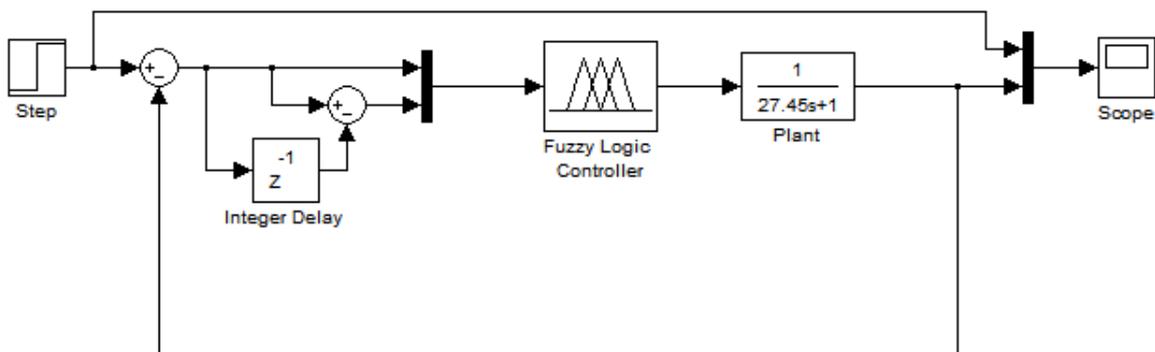


Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem

Aktuator akan aktif saat tombol ON yang berfungsi sebagai pemanas air didalam tabung. Nilai dari perubahan suhu akan di *feedback* kembali untuk disamakan dengan nilai *set point* yang telah ditetapkan. Setelah suhu didapatkan, maka kontroler akan memberikan arus yang sesuai untuk memanaskan air pada tabung. Dengan demikian suhu akan stabil dengan dengan masukan yang disetel diawal.

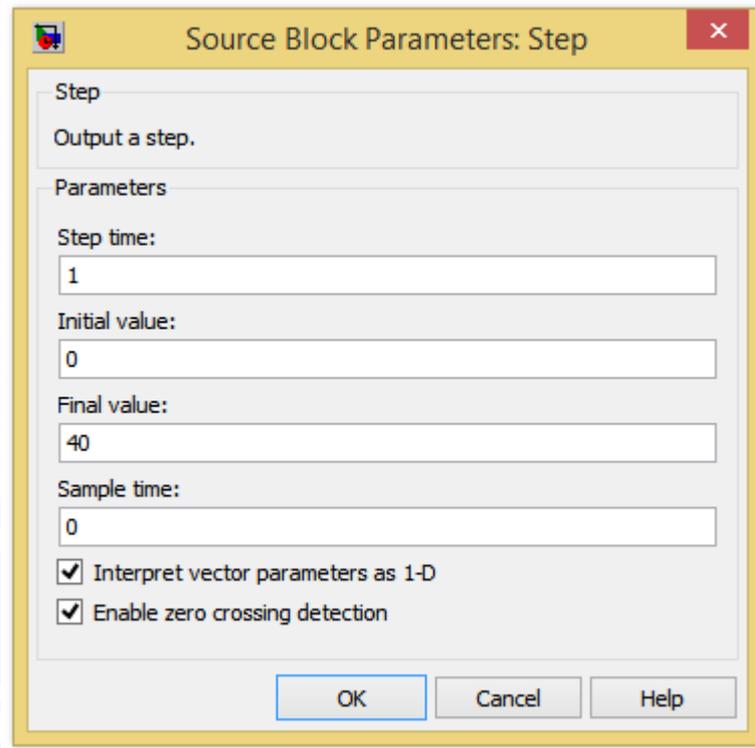
3.4. Simulasi sistem

Pemodelan untuk simulasi tabung pemanas air dengan pengendalian kontrol logika fuzzy dapat digambarkan melalui fungsi blok yang ada di Simulink sehingga dapat dilihat pada Gambar 3.3.



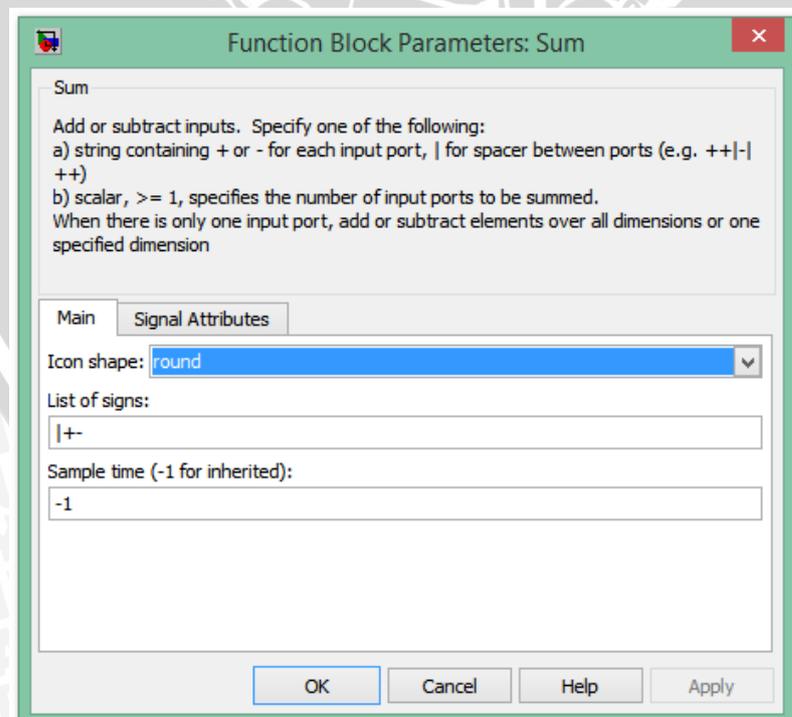
Gambar 3.3. Blok Simulasi Simulink Sistem

Function Block Parameter: Step sebagai pembangkit sinyal dan *set point* yang diberi nilai 40 di baris *Final value* yang dapat dilihat di Gambar 3.4.



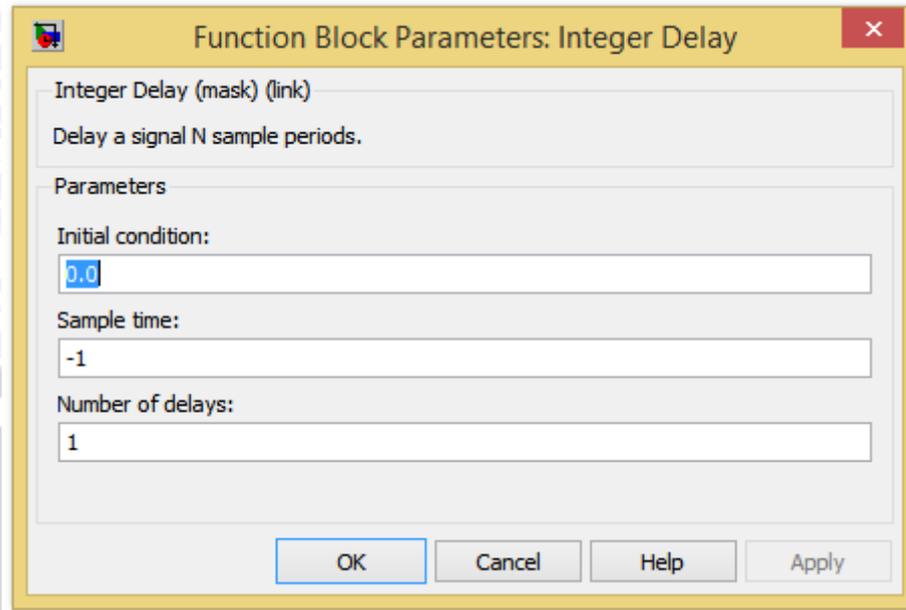
Gambar 3.4. *Function Block Parameter: Step*

Sinyal dari *block step* dijumlahkan dari hasil dari feedback dengan menggunakan *Function Block Parameter: Sum*. Dan nilai parameter nya dapat dilihat pada Gambar 3.5.



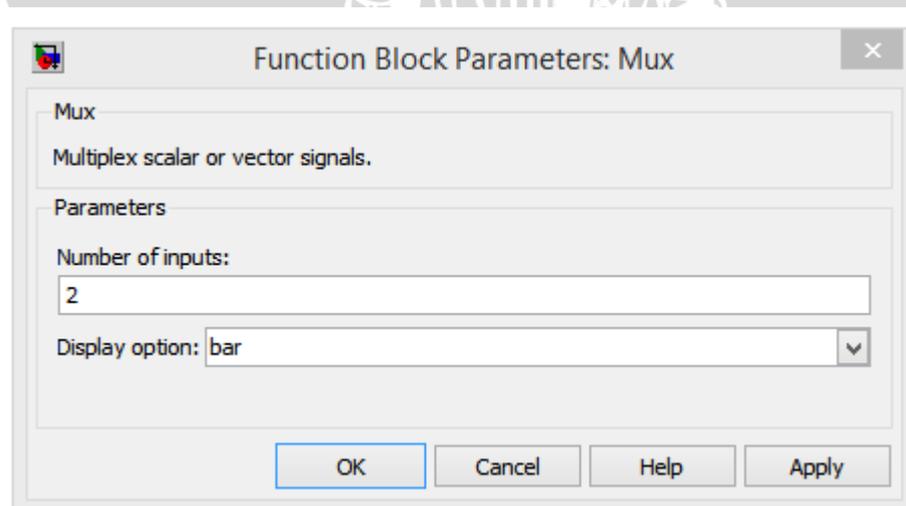
Gambar 3.5. *Function Block Parameters: Sum*

Sinyal dari *block* penjumlahan akan dibagi menjadi dua bagian. Satu sinyal sebagai nilai *error* dan satu lagi sebagai nilai *derror*. Nilai *derror* adalah perubahan nilai *error* yang sebelumnya. Nilai *error* yang sebelumnya disimpan di *Function Block Parameters: Integer Delay* *Delay* kemudian dijumlahkan dengan keadaan *error* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



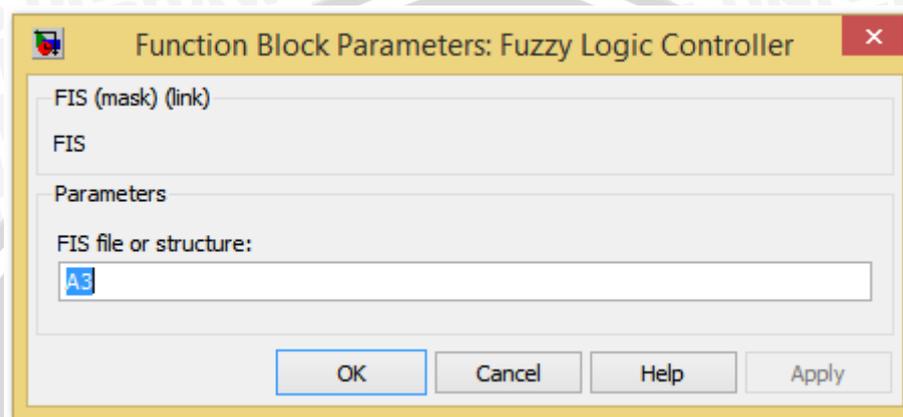
Gambar 3.6. *Function Block Parameters: Integer Delay*

Dari dua sinyal masuk dijadikan menjadi satu keluaran sinyal digunakan *function block parameter: mux*. Parameter dari nilai dari *Function block parameter: mux* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



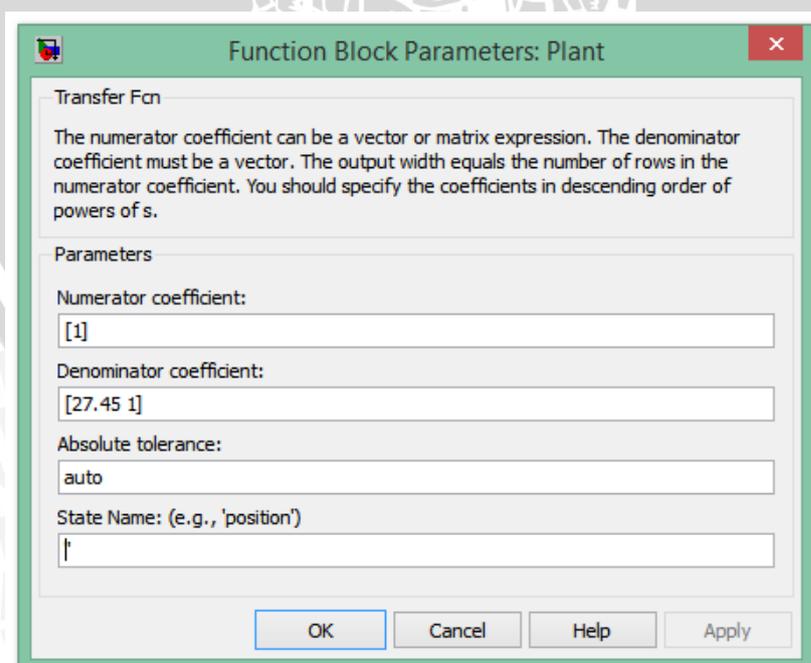
Gambar 3.7. *Function block parameter: mux*

Sinyal dari *function block parameter: mux* digunakan sebagai input ke dalam *function block parameter: fuzzy logic controller* yang nantinya akan dikendalikan sehingga mendapatkan respon sistem yang diinginkan. Penggunaan *function block parameter: fuzzy logic controller* pada simulasi digunakan untuk memanggil *FIS File* yang sudah dirancang sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 3.8. Dengan A3 adalah nama *FIS File* yang sudah dirancang sebelumnya.



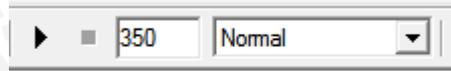
Gambar 3.8. *Function Block Parameter: Fuzzy Logic Controller*

Sinyal hasil dari *function block parameter: fuzzy logic controller* akan diberikan untuk mengendalikan *function block parameter: plant* dengan nilai yang telah dimodelkan sebelumnya, sehingga didapat seperti Gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Function Block Parameter: Plant*

Sinyal akan dibalikan ke *function block parameter: sum* untuk dijumlahkan dengan nilai *set point*. Sistem ini akan terus berjalan sampai nilai *simulation stop time* yang telah diset diawal. Nilai *simulation stop time* pada sistem dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. *Simulation Stop Time*

