

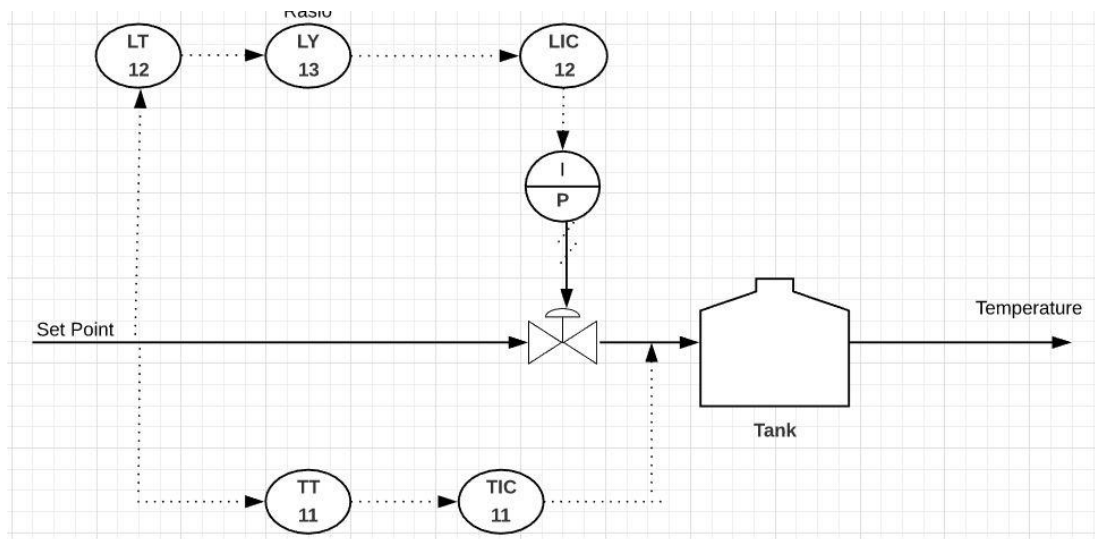
BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan informasi dengan tujuan dan manfaat tertentu. Dalam menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metode penelitian pada skripsi ini meliputi:

1. Perancangan diagram sistem
2. Spesifikasi desain
3. Pemodelan sistem

3.1 Perancangan Diagram Sistem

Perancangan diagram sistem menjelaskan sistem yang direncanakan secara garis besar dan diharapkan sistem dapat menunjukkan hasil yang lebih baik. Perancangan diagram proses sistem dan diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 3. 1 dan Gambar 3. 2.



Gambar 1.1 Diagram proses sistem kontrol rasio pada *plant* tangka air 73426
Sumber: Perancangan

Mengatur *setpoint* yang sudah ditetapkan yaitu berupa *temperature*

Keterangan:

LIC : *Level Indicator Controller*

LT : *Level Transmitter*

TIC : *Temperature Indicator Controller*

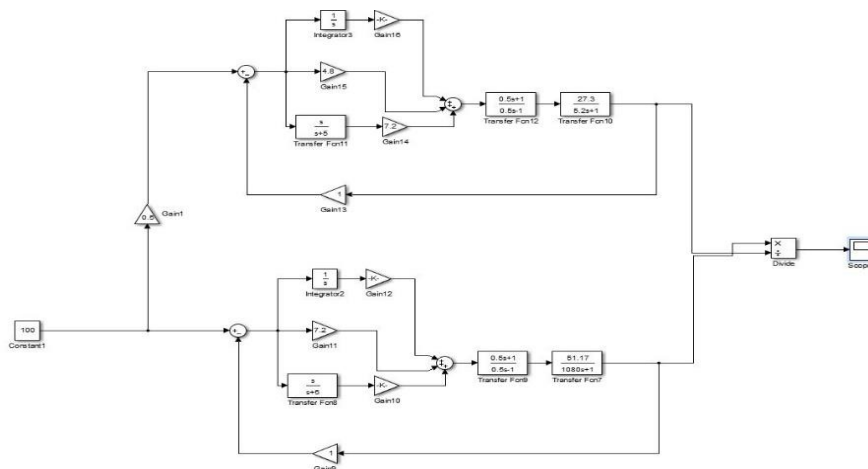
I/P : *Tranducer*

TT : *Temperature Transducer*

SP : *Setpoint*

T : *Output Temperature*

Mengatur *setpoint* sesuai yang kita inginkan. Kemudian nilai dari *setpoint* akan masuk ke *temperature transducer* dan *level transducer*, dimana *output* dari *temperature transducer* akan masuk ke PID *temperature* kemudian *output* dari PID *temperature* akan masuk ke fungsi alih *heater* yang kemudian nilai *outputnya* akan terbaca. Sedangkan *output* dari *level transducer* akan masuk ke kontrol rasio, kemudian *output* dari kontrol rasio akan masuk ke PID pada *level* kemudian *output* dari PID *level* akan masuk ke fungsi alih tangki air 73426 yang kemudian nilai *outputnya* akan terbaca.



Gambar 1.2 Diagram blok program simulink sistem kontrol rasio pada *plant* tangki air 73426

Sumber: Perancangan.

Mengatur *set point* sesuai dengan yang kita inginkan, kemudian dari nilai *set point* yang kita atur akan masuk ke kontrol rasio dan ke PID pada *temperature*. Dari kontrol rasio akan masuk ke PID *level* dan kemudian *output* dari PID *level* akan masuk ke filter. Kemudian *output* filter akan masuk ke tangki air 73426 yang selanjutnya nilai dari *outputnya* akan terbaca. Selanjutnya yang dari PID *temperature outputnya* akan masuk ke dalam filter yang *output* dari *filter* akan masuk ke fungsi alih *heater* dan kemudain nilai *outputnya* akan terbaca.

3.2 Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain yang diinginkan pada perancangan dan simulasi sistem yaitu:

1. *Error steady state* < 2%, karena sistem yang baik memiliki respon dengan batas nilai akhir 2% dari *setpoint*.
2. *Maximum overshoot* = 25%, karena jika terdapat *overshoot* pada pengendalian temperatur bisa membahayakan sistem secara keseluruhan

3.3 Pemodelan Matematis Sistem

Pemodelan (*modelling*) merupakan deskripsi dari prediksi kelakuan system atau komponen. Model matematis sistem diperlukan untuk simulasi yang bertujuan untuk mendapatkan respon dinamik sistem.

Jika model matematis sistem telah diketahui, maka grafik tanggapan sistem dapat diketahui pula dengan jalan melakukan simulasi terhadap model sistem tersebut. Kemudian langkah berikutnya adalah proses validasi. Pada proses ini data hasil simulasi tersebut dibandingkan dengan data yang berasal dari proses yang sebenarnya. Jika model tersebut telah cocok (*valid*), proses dapat dilanjutkan ke arah desain dan *prototype*.

Dalam proses penurunan model matematis sistem, terdapat tiga macam cara pendekatan yang dapat dipergunakan. Yang pertama adalah menyajikan model matematis sistem dengan menggunakan persamaan diferensial. Yang kedua adalah dengan menggunakan pendekatan fungsi alih (*transfer function*). Yang ketiga adalah pendekatan ruang keadaan (*state space*). Dalam masalah kendali PID, akan lebih menguntungkan jika menggunakan pendekatan fungsi alih.

3.3.1 Fungsi Alih *Plant* Tangki Air 73426

Berikut merupakan fungsi alih *plant* seperti yang ditunjukkan pada persamaan 3.1.

$$G(s) = \frac{Ke^{-Ls}}{Ts+1} = \frac{27,38e^{-3}}{5,2s+1} \quad (3.1)$$

Dan diperoleh nilai K_p , K_i , dan K_d sebagai berikut:

$$K_p = 1.2 \times \frac{T}{L} = 1,2 \times \frac{5,2}{3} = 4.8$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{K_p}{2 \times L} = \frac{4.8}{6} = 0,8$$

$$K_d = K_p \times T_d = K_p \times 0,5L = 4.8 \times 1.5 = 7.2 \text{ (Iqbal M, 2017)}$$

3.3.2 Fungsi Alih *Heater*

Pengujian karakteristik *heater* dilakukan untuk mengetahui karakter pada *heater*. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan nilai voltage yang konstan dan mengukur suhu yang ditampilkan pada thermometer digital sampai suhu tersebut *steady*.

Peralatan yang digunakan, yaitu:

1. *Plant* pada tangki air 73426
2. *Power Supply Unit* (PSU)
3. Kabel *Jumper*
4. Perangkat Komputer

5. Thermometer Digital
6. Single-head tube heating 12V/40W

Langkah – langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan kedua kabel *heater* dengan kabel *jumper*..
2. Menghubungkan kabel *jumper* merah pada tegangan *output Power Supply Unit*.
3. Menghubungkan kabel *jumper* hitam pada *gournd Power Supply Unit*.
4. Mengatur tegangan *output* pada *Power Supply Unit* dari 6 volt hingga 8 volt dengan kenaikan setiap 1 volt.
5. Masukkan *heater* dan termometer pada *plat* tangki air 73426.
6. Menutup *plant* tangki air 73426 pada bagian atas dengan isolasi agar suhu yang terbaca pada termometer digital tidak bercampur dengan suhu ruangan pada saat pengambilan data.
7. Suhu yang terbaca pada thermometer digital dicatat perubahannya sampai suhu tersebut *steady*.

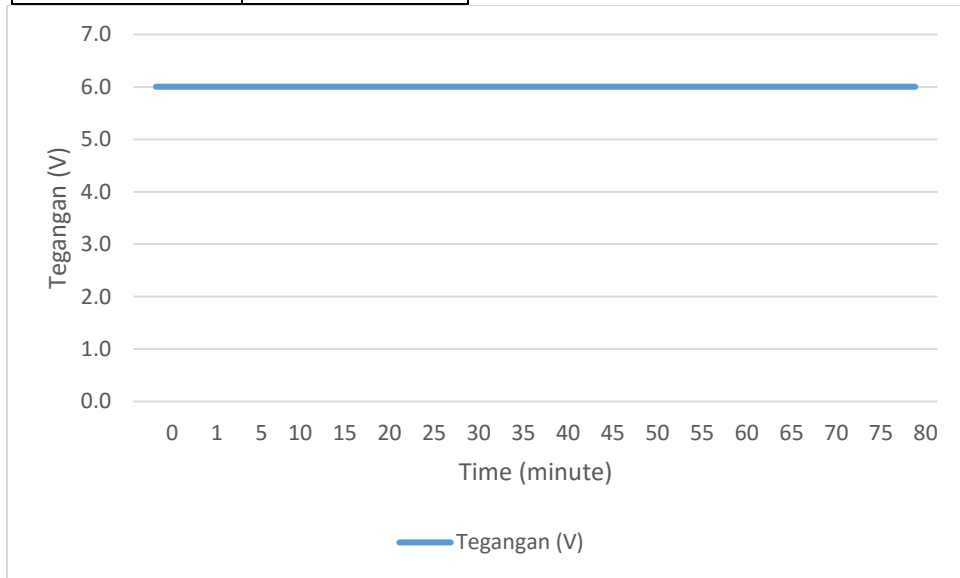
Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.1. Dari tabel tersebut didapatkan rata – rata suhu dari masing – masing voltage yang konstan seperti pada Gambar 3.4.

Tabel 3.1

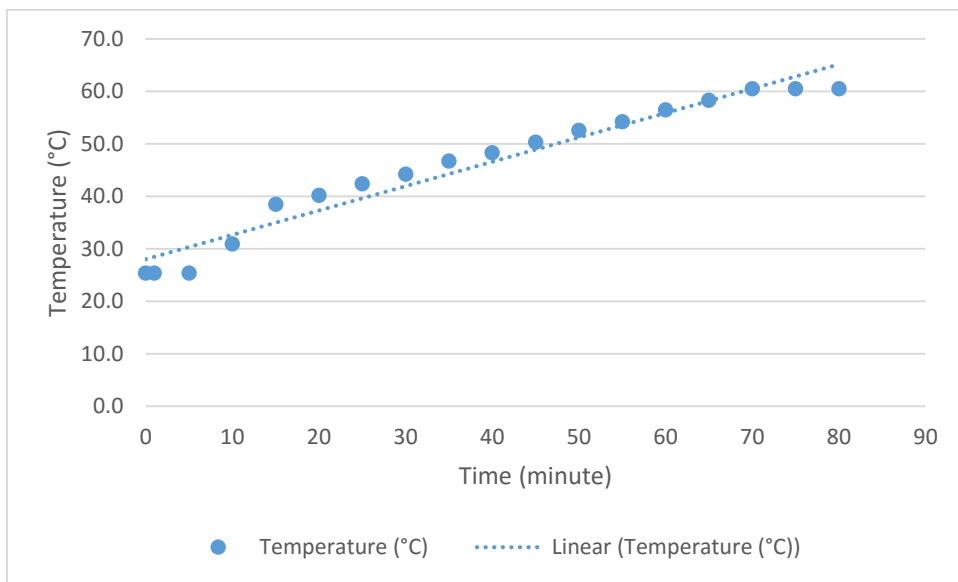
Hasil Pengujian *Heater 6 volt*

| Temperature (°C) | Time (minute) |
|------------------|---------------|
| 25.4 | 0 |
| 25.4 | 1 |
| 25.4 | 5 |
| 30.9 | 10 |
| 38.5 | 15 |
| 40.2 | 20 |
| 42.4 | 25 |
| 44.2 | 30 |
| 46.7 | 35 |
| 48.3 | 40 |
| 50.3 | 45 |
| 52.6 | 50 |
| 54.2 | 55 |
| 56.5 | 60 |
| 58.3 | 65 |
| 60.5 | 70 |

| | |
|------|----|
| 60.5 | 75 |
| 60.5 | 80 |



Gambar 1.4 Tegangan dibuat tetap sebesar 6 volt selama 80 menit



Gambar 1.5 Perubahan Suhu yang Terjadi pada Heater

Dari grafik pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 didapatkan fungsi alih heater sebagai berikut:

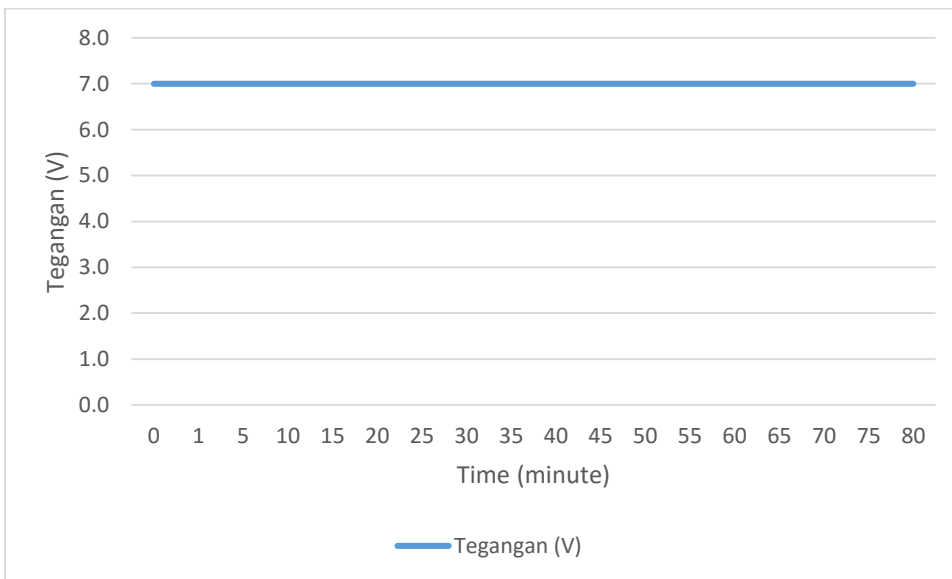
$$G_{SS} = \frac{60,5}{1,18} = 51,27 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{A}$$

$$\frac{H(s)}{G(s)} = \frac{51,27 e^{-10s}}{10s + 1}$$

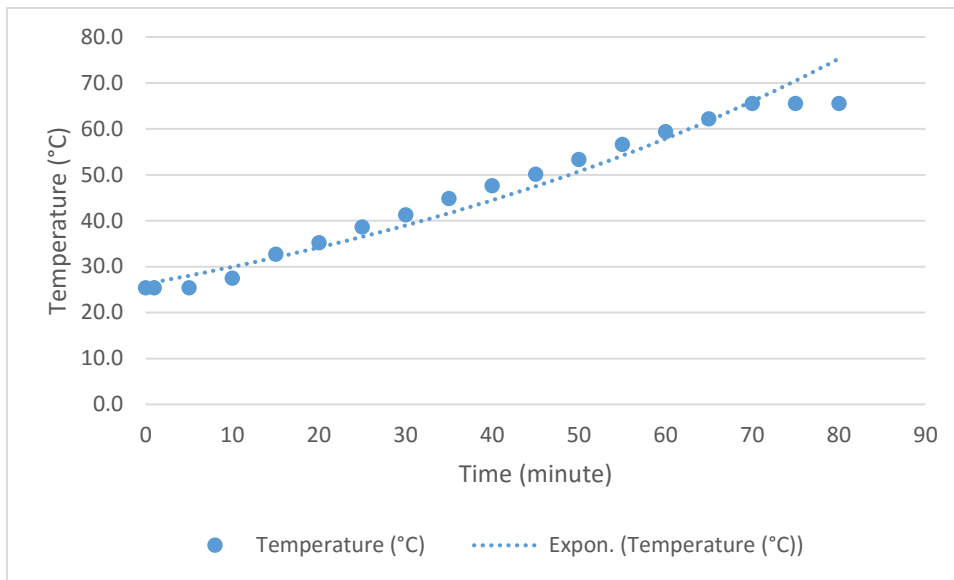
Tabel 3.2

Hasil pengujian *heater* 7 volt

| Temperature (°C) | Time (minute) |
|------------------|---------------|
| 25,4 | 0 |
| 25,4 | 1 |
| 25,4 | 5 |
| 27,5 | 10 |
| 32,7 | 15 |
| 35,2 | 20 |
| 38,6 | 25 |
| 41,3 | 30 |
| 44,8 | 35 |
| 47,6 | 40 |
| 50,1 | 45 |
| 53,3 | 50 |
| 56,6 | 55 |
| 59,4 | 60 |
| 62,2 | 65 |
| 65,5 | 70 |
| 65,5 | 75 |
| 65,5 | 80 |



Gambar 1.6 Tegangan yang dibuat tetap sebesar 7 volt selama 80 menit



Gambar 1.7 Perubahan Suhu yang Terjadi pada *Heater*

Dari grafik pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 didapatkan fungsi alih *heater* sebagai berikut:

$$G_{ss} = \frac{65,5}{1,20} = 51,17 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{A}$$

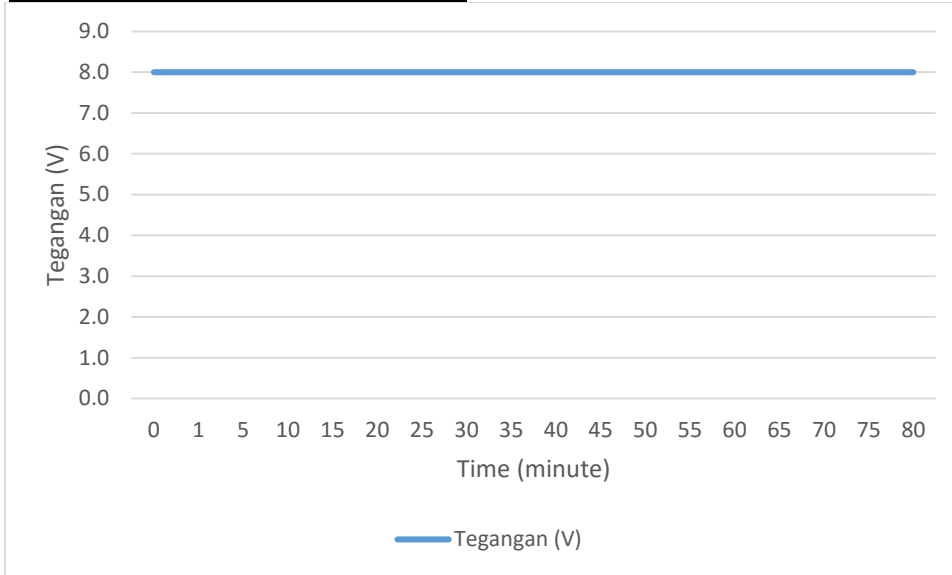
$$\frac{H(s)}{G(s)} = \frac{51,17 e^{-18s}}{18s + 1}$$

Tabel 3.3

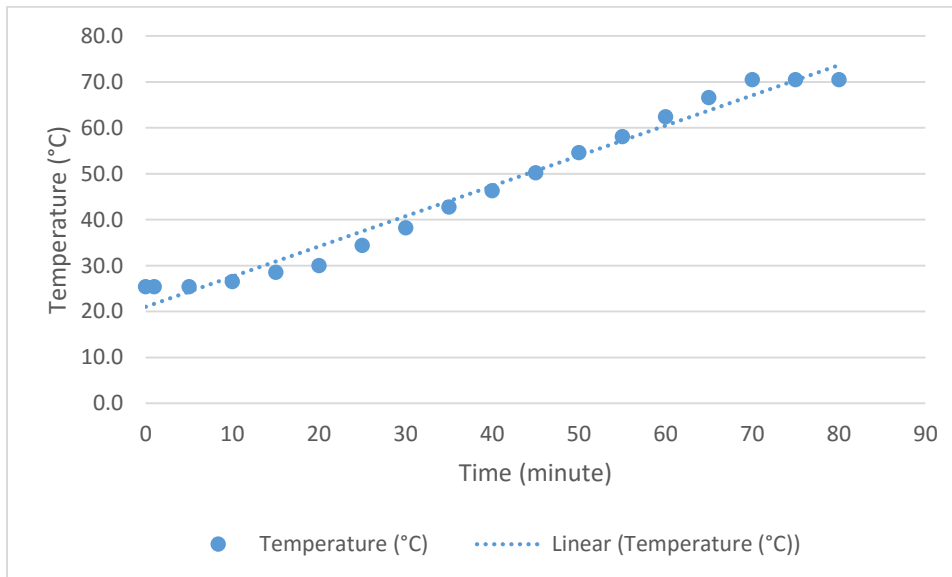
Hasil Pengujian *Heater* 8 volt

| Temperature (°C) | Time (minute) |
|------------------|---------------|
| 25,4 | 0 |
| 25,4 | 1 |
| 25,4 | 5 |
| 26,5 | 10 |
| 28,5 | 15 |
| 30,0 | 20 |
| 34,4 | 25 |
| 38,2 | 30 |
| 42,7 | 35 |
| 46,3 | 40 |
| 50,2 | 45 |
| 54,6 | 50 |
| 58,1 | 55 |

| | |
|------|----|
| 62,4 | 60 |
| 66,6 | 65 |
| 70,5 | 70 |
| 70,5 | 75 |
| 70,5 | 80 |



Gambar 1.8 Tegangan dibuat tetap sebesar 8 volt selama 80 menit



Gambar 1.9 Perubahan Suhu yang Terjadi pada *Heater*

Dari grafik pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9 didapatkan fungsi alih *heater* sebagai berikut:

$$G_{SS} = \frac{70,5}{1,4} = 50,358 \text{ } ^\circ\text{C}/A$$

$$\frac{H(s)}{G(s)} = \frac{50,358 e^{-27s}}{27s + 1}$$

3.3.3 AFR (Air Fuel Ratio)

AFR (*Air Fuel Ratio*) adalah perbandingan antara ketinggian (*level*) dan *temperature*. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, diperoleh bahwa nilai AFR ideal *temperature* adalah 3,1 : 2. Di mana 1 sebagai nilai dari *level* dan 2 sebagai nilai dari *temperature*.

$$\text{AFR} = \frac{T \text{ temperature}}{T \text{ level}}$$

Dengan :

T *temperature* = waktu *temperature* naik pada grafik (s)

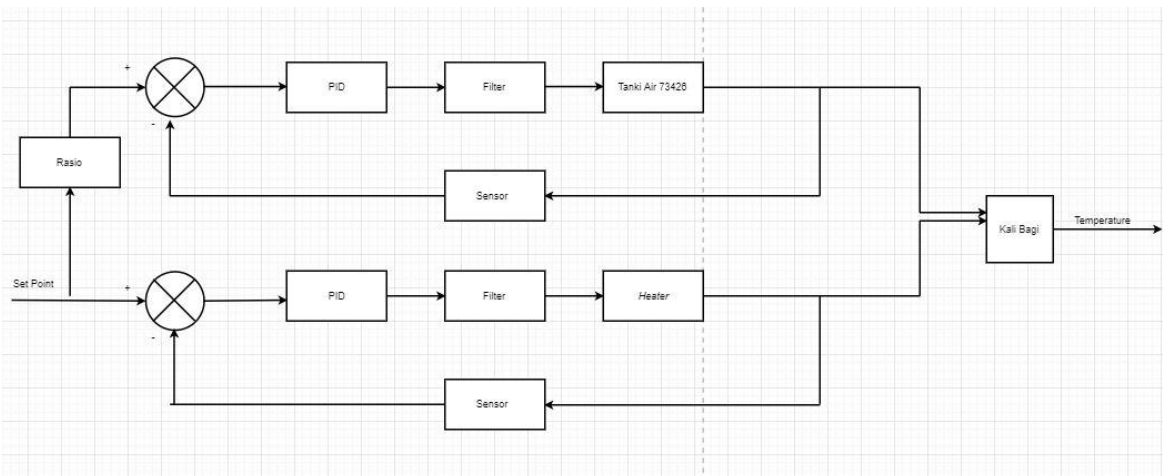
T *level* = waktu *level* naik pada grafik (s)

Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{AFR} = \frac{15}{5,2} = \frac{2,67}{1}$$

3.3.4 Model Matematis Sistem Secara Keseluruhan

Dari pemodelan pada masing-masing perangkat pada subbab sebelumnya dapat disusun ke dalam blok diagram sistem secara keseluruhan.



Gambar 1.10 Diagram blok sistem keseluruhan

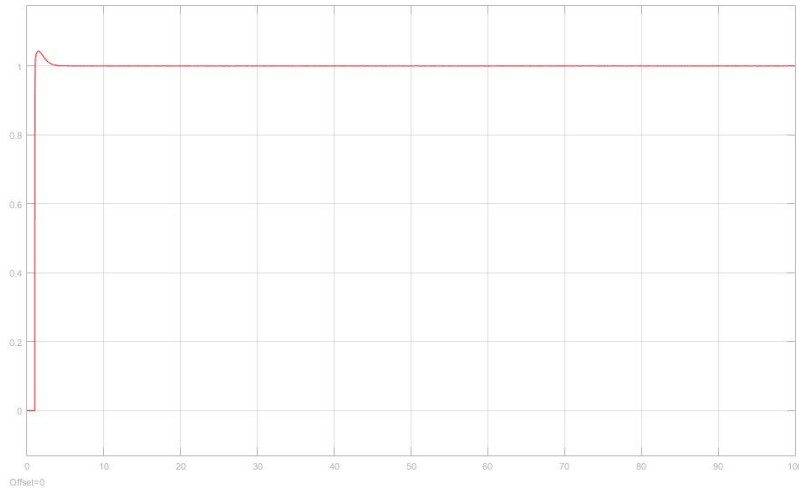
Mengatur *set point* sesuai dengan yang kita inginkan, kemudian dari nilai *set point* yang kita atur akan masuk ke kontrol rasio dan ke PID pada *temperature*. Dari kontrol rasio akan masuk ke PID *level* dan kemudian output dari PID *level* akan masuk ke filter. Kemudian *output* filter akan masuk ke tangki air 73426 yang selanjutnya nilai dari *outputnya* akan terbaca. Selanjutnya yang

dari PID *temperature outputnya* akan masuk ke dalam filter yang *output* dari *filter* akan masuk ke fungsi alih *heater* dan kemudain nilai *outputnya* akan terbaca.

3.3.5 Parameter Kontroler PID pada *Level*

Penentuan parameter kontroler PID pada *level* menggunakan metode Ziegler-Nicholes.

Dengan memberikan masukan *unit step* pada sistem pengendali temperature pada *plant* tangki air 74326 diperoleh grafik kurva-S sebagai berikut:

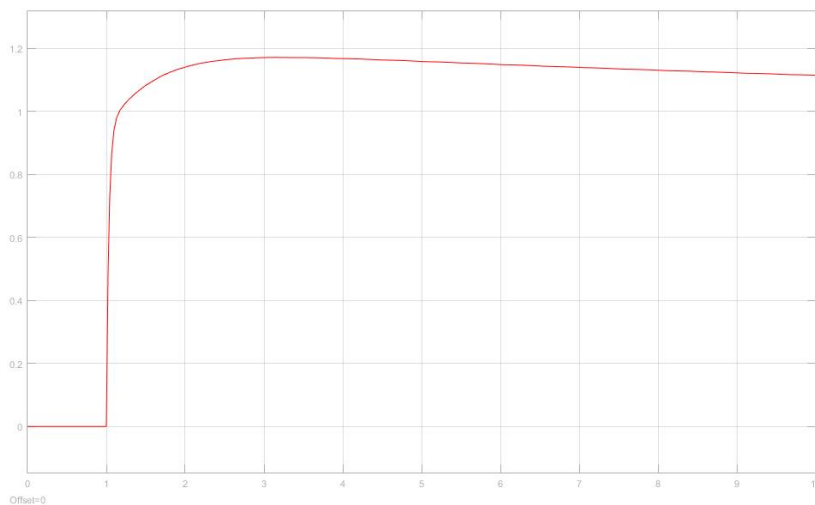


Gambar 1.11 Respon *level* pada *Plant* tangki air 73426

3.3.6 Parameter Kontroler PID pada Temperature

Penentuan parameter kontroler PID pada temperatur menggunakan metode Ziegler-Nichols.

Dengan memberikan masukan *unit step* pada sistem pengendali temperature pada *plant* tangki air 74326 diperoleh grafik kurva-S sebagai berikut:



Gambar 1.12 Respon temperature pada *Plant* tangki air 74326

Dari Gambar 3.12 diperoleh nilai $L = 180$ detik dan nilai $T = 1080$ detik. Untuk menentukan parameter PID menggunakan persamaan pada tabel berikut:

Tabel 1.4 Persamaan Penentuan Parameter PID Metode *Ziegler-Nicols*
 Sumber: Ogata, 2011:570

| Tipe Kontroler | Kp | Ti | Td |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| P | T/L | ~ | 0 |
| PI | $0.9 T/L$ | $L/0.3$ | 0 |
| PID | $1.2 T/L$ | $2L$ | $0.5 L$ |

Dari Tabel 3.4, diperoleh parameter PID untuk respon *plant heater* pada tangki air 73426 dan diperoleh nilai K_p , K_i , dan K_d sebagai berikut:

$$K_p = 1.2 \times \frac{T}{L} = 1,2 \times \frac{1080}{180} = 7.2$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{K_p}{2 \times L} = \frac{7.2}{360} = 0.02$$

$$K_d = K_p \times T_d = K_p \times 0,5L = 7.2 \times 90 = 648$$