

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Bab V membahas pengujian dan analisis alat yang telah dirancang dari peralatan yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan pengukuran tiap-tiap blok dengan tujuan mengamati apakah blok-blok tersebut bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan berdasarkan pada masing-masing komponen pendukung dari alat secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap:

1. Pengujian Catu Daya
2. Pengujian Sensor Tekanan ADZ-SML-10
3. Pengujian Gerak Servo S35 STD
4. Pengujian PID Dengan Manual *Tuning*
5. Pengujian Keseluruhan Sistem

#### 5.1 Pengujian Catu Daya

##### 5.1.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis nilai catu daya yang digunakan sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan sistem miniatur pengisian cat.

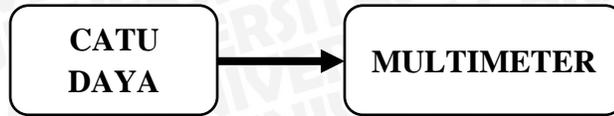
##### 5.1.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah:

- 1) Catu Daya 24 V.
- 2) Catu Daya 5 V.
- 3) Multimeter Fluke 87.

##### 5.1.3 Prosedur Pengujian

- 1) Mengatur catu daya sesuai diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.1.
- 2) Mengukur nilai catu daya dengan menggunakan multimeter Fluke 87.



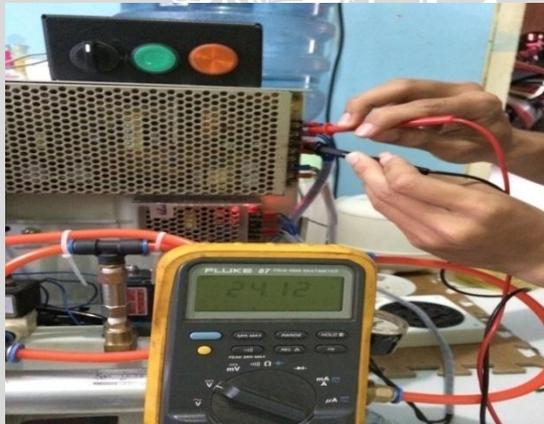
Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Catu Daya

### 5.1.4 Hasil Pengujian

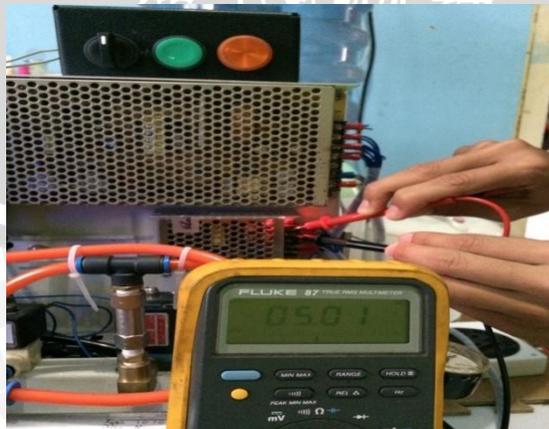
Hasil pengujian catu daya yang dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 5.1 dan untuk pengujian pada catu daya 24 V dapat dilihat pada Gambar 5.2, untuk pengujian catu daya 5 V dapat dilihat pada Gambar 5.3.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Catu Daya

No.	Catu Daya	Nilai yang Diharapkan	Pengukuran	Error
1	24 V	24V	24.12	0,12
2	5 V	5V	5.01 V	0,01



Gambar 5.2 Pengujian Catu Daya 24 V



Gambar 5.3 Pengujian Catu Daya 5 V

### 5.1.5 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian catu daya 24V dan 5V, maka dapat dianalisis tingkat *error* dari catu daya. Untuk catu daya 24V dapat diketahui nilai pembacaan *actual* nya sebesar 24.12 V. Sehingga dapat diketahui *error* dari catu daya 24V sebesar 0.12 V. Kemudian untuk catu daya 5V diketahui nilai pembacaan *actual* nya sebesar 5.01 V. Sehingga dapat diketahui *error* dari catu daya 5V sebesar 0.01V. Dengan nilai tegangan yang terbaca tersebut dapat disimpulkan bahwa catu daya layak digunakan karena memiliki rata-rata *error* dibawah 0.50V.

## 5.2 Pengujian Sensor Tekanan ADZ-SML-10.0

### 5.2.1 Tujuan

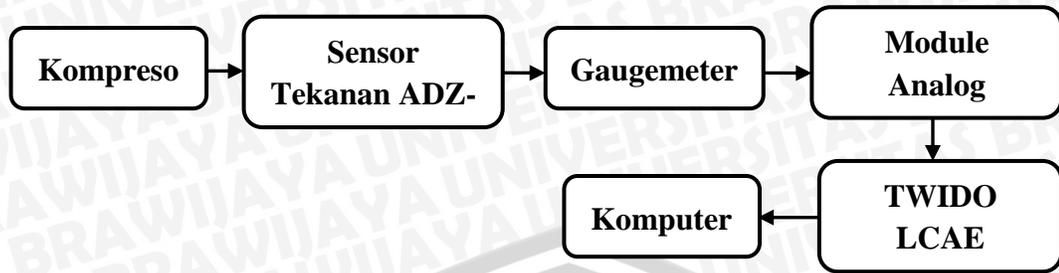
Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sensor tekanan ADZ-SML-10.0 yang dihubungkan dengan *expansion module analog* TWDAMI2HT sehingga keluaran yang dihasilkan sensor dapat dibaca PLC. Maka diharapkan nilai sensor dapat sesuai dengan karakteristik pada *datasheet* dan menghasilkan nilai yang *actual*.

### 5.2.2 Peralatan Pengujian

- 1) Kompresor.
- 2) Sensor Tekanan ADZ-SML-10.
- 3) *Expansion Module* analog TWDAMI2HT.
- 4) PLC Twido LCAE 40DRF.
- 5) Komputer.
- 6) Gaugemeter.

### 5.2.3 Prosedur Pengujian

- 1) Menyusun peralatan pengujian sesuai dengan blok diagram pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 5.4.
- 2) Membandingkan nilai pembacaan sensor tekanan ADZ-SML-10 dengan pembacaan tekanan gaugemeter.



Gambar 5.4 Blok Pengujian Sensor Tekanan

### 5.2.4 Hasil Pengujian

Ketika dibandingkan dengan pembacaan tekanan pada gaugemeter, nilai tekanan hasil pembacaan ADZ-SML-10 hampir mendekati nilai pada gaugemeter. Proses perbandingan nilai tekanan sensor ADZ-SML-10 dengan gaugemeter dapat dilihat dalam Gambar 5.5. Sedangkan proses perbandingan nilai tekanan ADZ-SML-10 dengan gaugemeter ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Perbandingan dari Sensor Tekanan ADZ-SML-10

Gaugemeter (BAR)	Nilai Digital Sensor ADZ-SML-10
0,1	40
0,2	79
0,3	121
0,4	160
0,5	202
0,6	240
0,7	283
0,8	320
0,9	362
1,0	400



Gambar 5.5 Skematik Sensor Tekanan

### 5.2.5 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian sensor tekanan ADZ-SML-10 dapat diketahui perbandingan antara nilai tekanan gaugemeter dengan nilai digital yang dibaca oleh sensor. Dari proses pembacaan nilai tekanan sensor dapat diketahui sensitivitas sensor adalah sebesar 1bar.

## 5.3 Pengujian Gerak Servo S35-STD

### 5.3.1 Tujuan

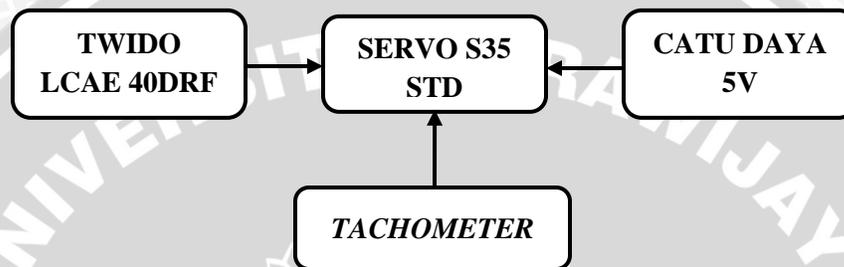
Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja gerak servo S35-STD dalam gerak *Clock Wish* (CW) atau *Counter Clock Wish* (CCW) dan juga kecepatan dari gerakan servo itu sendiri.

### 5.3.2 Peralatan Pengujian

- 1) Catu daya 5V DC.
- 2) PLC Twido LCAE 40DRF.
- 3) Servo motor GWS S35 standart
- 4) Rangkaian Pembagi Tegangan
- 5) *Tachometer*

### 5.3.3 Prosedur Pengujian

- 1) Menyusun peralatan pengujian sesuai dengan blok diagram pengujian yang ditunjukkan dalam Gambar 5.6.
- 2) Mengatur nilai *ratio* PWM PLC dari 0,9 ms sampai 2,1 ms.
- 3) Melihat arah gerak servo dan juga mengukur kecepatan gerak servo dengan menggunakan *tachometer*.



Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Servo S35 STD

### 5.3.4 Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian gerak servo dapat diketahui hubungan antara *ratio* pwm dengan arah gerak servo dan juga kecepatan servo. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Gerak Servo S35STD

PWM	ARAH GERAK	RPM
0.9	CW	12
1.0	CW	10
1.1	CW	8
1.2	CW	6
1.3	CW	4
1.4	CW	2
1.5	DIAM	0
1.6	CCW	2
1.7	CCW	4
1.8	CCW	6
1.9	CCW	8
2.0	CCW	10
2.1	CCW	12

### 5.3.5 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian gerak servo dapat diketahui karakteristik servo S35 STD continuous dari nilai *ratio* yang diberikan berbanding dengan arah putar dan kecepatan servo. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa servo bergerak dengan arah *Clock Wish* (CW) ketika nilai *ratio* PWM diberikan antara 0.9 sampai 1.4. Dan servo akan bergerak *Counter Clock Wish* (CCW) ketika diberikan nilai *ratio* antara 1.6 sampai 2.2. Servo akan diam ketika diberikan nilai *ratio* 1.5. Berdasarkan hasil pengujian gerak servo dapat disimpulkan bahwa gerak servo sudah sesuai dengan datasheet servo S35 STD *Continuous*.

## 5.4 Pengujian Sistem Kontrol PID Melalui Manual *Tuning*

### 5.4.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah penentuan nilai parameter Kp, Ki dan Kd melalui metode manual *tuning* telah sesuai dan mengetahui apakah respon sistem telah harapan berdasarkan karakteristik *plant* yang diatur.

### 5.4.2 Peralatan Pengujian

- 1) Miniatur Pengemasan Cat
- 2) Sensor Tekanan ADZ-SML-10
- 3) Servo S35 STD *Continuous*
- 4) PLC TWIDO LCAE 40DRF
- 5) Gaugemeter
- 6) Komputer
- 7) Kabel Ethernet
- 8) *Software* Twidosoft V.3.5

### 5.4.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian sistem control PID adalah sebagai berikut:

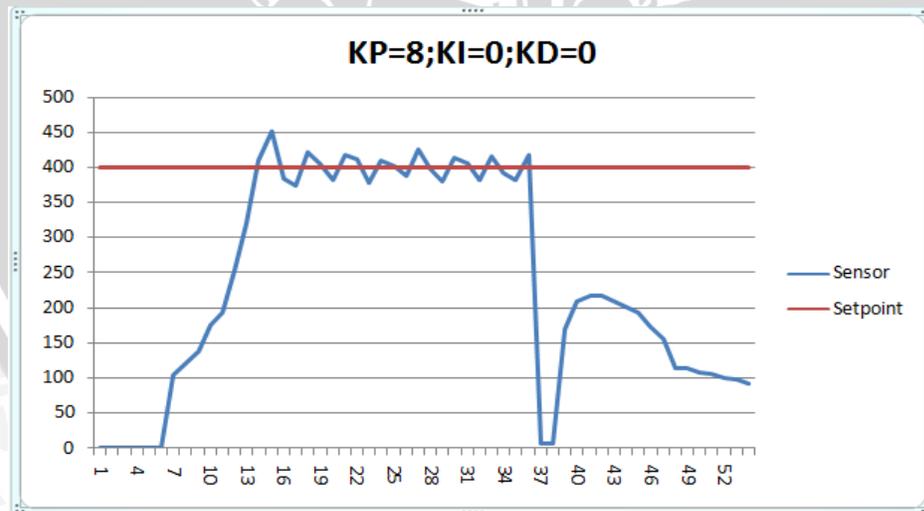
- 1) Hubungkan PLC dengan semua rangkain dan catu daya yang diperlukan
- 2) Hubungkan PLC dengan komputer via Ethernet
- 3) Mengaktifkan *software* Twidosoft V.3.5

- 4) Memasukkan parameter  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  yang telah ditentukan lalu melakukan compiling dan menuliskannya ke PLC.
- 5) Mengaktifkan alat dan merekam grafik secara data.
- 6) Proses pengujian dimulai dengan nilai  $K_p=8$ ,  $K_i=0$ ,  $K_d=0$  Kemudian parameter  $K_p$  dinaikkan sampai *loop* terjadi osilasi. Kemudian parameter  $K_i$  dinaikkan sampai *error steady state* tereliminasi. Terakhir nilai parameter  $K_d$  ditingkatkan jika dibutuhkan, sampai *loop* dirasakan cukup cepat untuk mencapai *setpoint* setelah ada gangguan beban.
- 7) Proses dihentikan setelah didapatkan parameter dengan respon yang paling stabil.

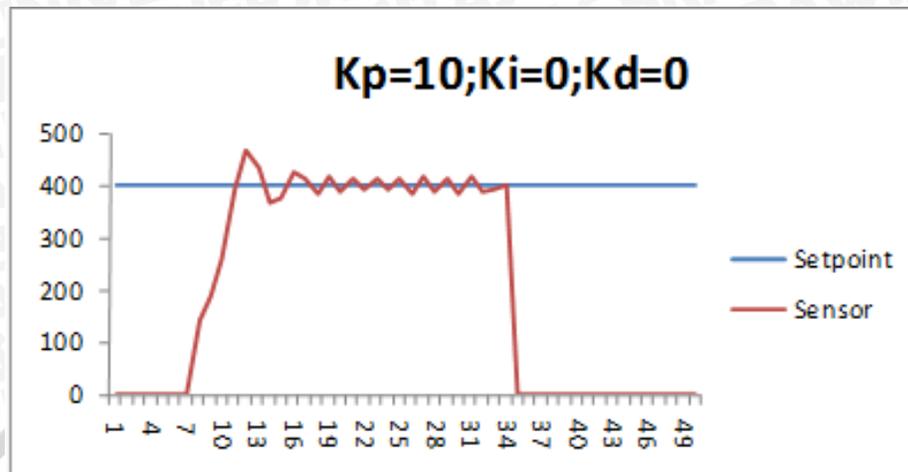
#### 5.4.4 Data Hasil Pengujian

Berikut adalah data pengujian sistem kontrol PID dengan nilai *setpoint* yang telah ditentukan dalam bab perancangan yaitu 1bar. Hasil grafik pengujian perbandingan dari pencarian  $K_p$  awal yaitu  $K_p=8$  dapat dilihat pada Gambar 5.7,  $K_p=10$  dapat dilihat pada Gambar 5.8,  $K_p=15$  dapat dilihat pada Gambar 5.9.

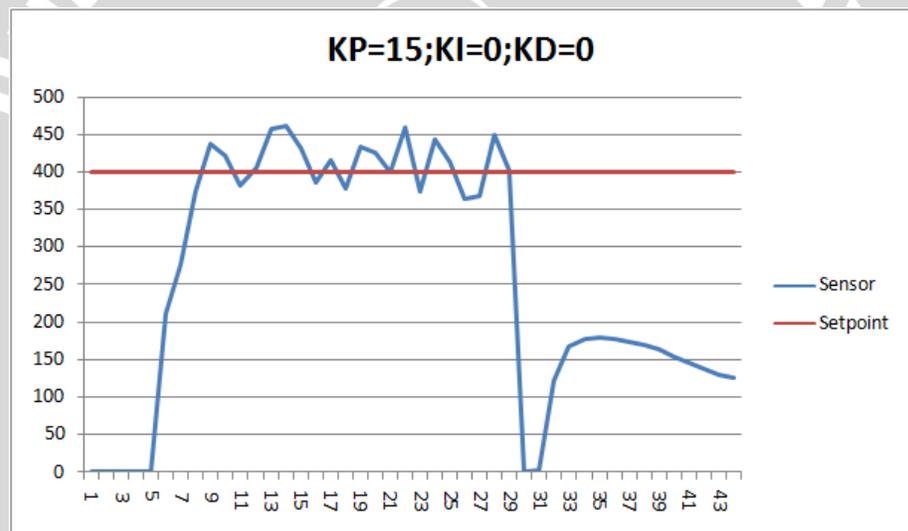
#### Pengujian ke – 1



Gambar 5.7 Grafik Respon Tekanan Dengan Nilai  $K_p=8;K_i=0;K_d=0$



**Gambar 5.8** Grafik Respon Tekanan Dengan Nilai  $K_p=10; K_i=0; K_d=0$



**Gambar 5.9** Grafik Respon Tekanan Dengan Nilai  $K_p=15; K_i=0; K_d=0$

Pada percobaan pertama untuk mencari sinyal osilasi, nilai  $K_p$  yang diberikan secara berurutan mulai  $K_p=8; K_p=10; K_p=15$ , dengan Konstanta Integral  $K_i=0$ , dan Konstanta Deferenensial  $K_d=0$ , didapatkan  $K_p=10$  memiliki sinyal osilasi yang berkesinambungan di bandingkan dengan  $K_p=8$  dan  $K_p=15$ . Dalam grafik *output* terhadap *setpoint*, karakteristik tanggapan *plant* (tekanan) terhadap nilai  $K_p=10; K_i=0; K_d=0$ , pada *setpoint* 1 bar yaitu :

- a. *Rise time* ( $t_r$ ) adalah waktu yang diperlukan respon untuk naik dari 10% sampai 90%, yaitu = 0.4detik

- b. *Peak time* ( $t_p$ ) adalah waktu yang diperlukan respon untuk mencapai puncak lewatan pertama yaitu = 0.5 detik
- c. *Time settling* atau  $t_s$  adalah waktu yang diperlukan kurva respon untuk mencapai dan menetap di daerah *setpoint* yang sudah ditentukan sebelumnya.

Pada nilai  $K_p=10;K_i=5;K_d=3$  *setpoint* 1bar didapatkan  $T_s= 1.3$  detik

- d. *Error steady state* adalah selisih antara nilai keluaran dengan nilai masukan pada saat kondisi *steady state*.  $Ess$  yang didapatkan dari pengujian dengan *setpoint* 1bar adalah:

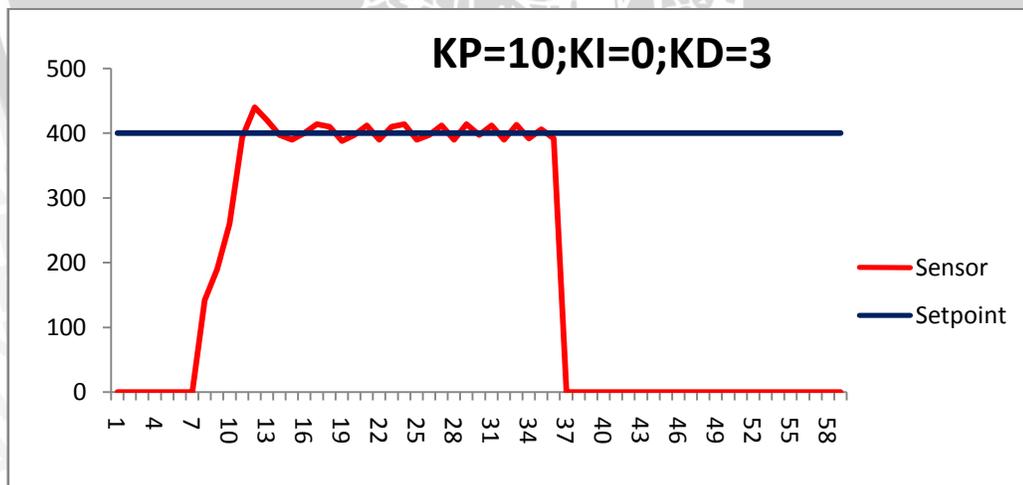
$$ess = \frac{(457 - 400)}{400} \times 100 \% = 14.25 \%$$

- e. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan nilai tertinggi dari grafik adalah 420 maka:

$$M_p = \frac{(468-400)}{400} \times 100\% = 17 \%$$

Pada percobaan kedua dapat disimpulkan bahwa sistem masih belum stabil dikarenakan maksimum *overshoot* yang terjadi masih besar yaitu = 17% dan juga *Error steady state* yang terjadi juga masih besar yaitu = 14.25%.

#### Pengujian ke – 2



**Gambar 5.10** Grafik Respon Tekanan Dengan Nilai  $K_p=10;K_i=0;K_d=3$

Pada percobaan kedua nilai,  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  yang diberikan secara berurutan adalah 10,0,3. Dalam grafik *input* terhadap *setpoint*, karakteristik tanggapan *plant* (tekanan) terhadap nilai  $K_p$  pada *setpoint* 1 bar yaitu :

- a. *Rise time* ( $t_r$ ) adalah waktu yang diperlukan respon untuk naik dari 10% sampai 90%, yaitu = 0.35detik
- b. *Peak time* ( $t_p$ ) adalah waktu yang diperlukan respon untuk mencapai puncak lewatan pertama yaitu = 0.4 detik
- c. *Time settling* atau  $t_s$  adalah waktu yang diperlukan kurva respon untuk mencapai dan menetap didaerah *setpoint* yang sudah ditentukan sebelumnya.

Pada nilai  $K_p=10;K_i=5;K_d=3$  *setpoint* 1bar didapatkan  $T_s= 1.0$  detik

- d. *Error steady state* adalah selisih antara nilai keluaran dengan nilai masukan pada saat kondisi *steady state*.  $Ess$  yang didapatkan dari pengujian dengan *setpoint* 1bar adalah:

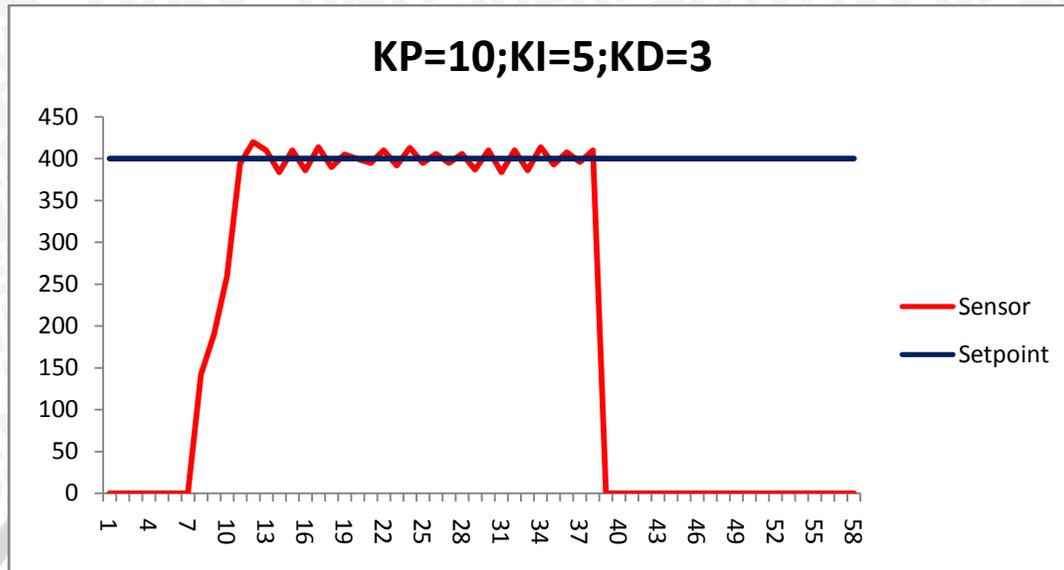
$$ess = \frac{(427 - 400)}{400} \times 100 \% = 6.75 \%$$

- e. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan nilai tertinggi dari grafik adalah 420 maka:

$$M_p = \frac{(440-400)}{400} \times 100\% = 10 \%$$

Pada percobaan kedua dapat disimpulkan bahwa sistem masih belum *steady* dikarenakan maksimum *overshoot* yang terjadi masih besar yaitu = 10% dan juga *Error steady state* yang terjadi juga masih besar yaitu = 6.75%

## Pengujian ke – 3



**Gambar 5.11** Grafik Respon Tekanan Dengan Nilai  $K_p=8;K_i=5;K_d=3$

Pada percobaan ketiga nilai,  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  yang diberikan secara berurutan adalah 10,5,3. Dalam grafik *input* terhadap *setpoint*, karakteristik tanggapan *plant* (tekanan) terhadap nilai  $K_p$  pada *setpoint* 1 bar yaitu:

- Rise time* ( $t_r$ ) adalah waktu yang diperlukan respon untuk naik dari 10% sampai 90%, yaitu = 0.30detik
- Peak time* ( $t_p$ ) adalah waktu yang diperlukan respon untuk mencapai puncak lewatn pertama yaitu = 0.35detik
- Time settling* atau  $t_s$  adalah waktu yang diperlukan kurva respon untuk mencapai dan menetap didaerah *setpoint* yang sudah ditentukan sebelumnya.

Pada nilai  $K_p=10;K_i=5;K_d=3$  *setpoint* 1bar didapatkan  $T_s= 0,9$ detik

- Error steady state* adalah selisih antara nilai keluaran dengan nilai masukan pada saat kondisi *steady state*. *Ess* yang didapatkan dari pengujian dengan *setpoint* 1bar adalah:

$$ess = \frac{(415 - 400)}{400} \times 100 \% = 3.75 \%$$

e. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 420 maka:

$$M_p = \frac{(420-400)}{400} \times 100\% = 5\%$$

Pada percobaan ketiga dapat disimpulkan bahwa sistem sudah mencapai kestabilan dikarenakan maksimum *overshoot* yang terjadi masih cukup kecil yaitu = 5%, dan *Error steady state* yaitu = 3.75%.

### 5.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dalam dua tahap. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara pengisian manual dengan pengisian sistem alat otomatis. Tahap pengujian pertama dengan melakukan penelitian di UKM UD.MAJU JAYA yang beralamat di jl.Semolowaru tengah no.120 surabaya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengisian cat secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia. Pengujian kedua dilakukan dengan kerja sistem alat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan kerja sistem dalam mengisi cat secara otomatis. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan semua bagian miniatur alat yang dibuat dan melihat kinerja alat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat yang dibuat dan memberikan analisis terhadap kinerja alat.

Tabel 5.4 Perbandingan Waktu Antara Pengisian Secara Manual Dan Menggunakan Miniatur Alat.

Waktu (second)	Pengisian Secara Manual	Pengisian Menggunakan Alat
	Berat keluaran (ml)	Berat keluaran (ml)
5	6	8
10	12	17
15	18	23
30	34	39
40	42	50

Dari Tabel 5.4 Untuk hasil pengisian manual di dapat dengan waktu 40 detik berat yang di isi sebesar 42 ml. Di bandingkan pengisian secara alat di dapat dengan waktu 40 detik berat yang di isi sebesar 50 ml. Bahwa selisih antara manual dengan alat yaitu 8 ml. Perbandingan antara pengisian cat secara manual dengan sistem alat otomatis di simpulkan bahwa dengan menggunakan miniatur alat pengisian otomatis pengisian jadi lebih baik, efisien dan waktu produksi lebih efektif di bandingkan dengan pengisian secara manual.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

