

## BAB V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan per blok kemudian secara keseluruhan. Adapun pengujian yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- 1). Pengujian Sensor *Rotary Encoder*
- 2). Pengujian LCD 2×16 Karakter
- 3). Pengujian driver motor
- 4). Pengujian sistem minimum mikrokontroler
- 5). Pengujian sistem secara keseluruhan

#### 5.1 Pengujian Sensor *Rotary Encoder*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa putaran maksimal yang dapat dibaca oleh sensor *rotary encoder*.

##### 5.1.1 Peralatan Pengujian

Dalam pengujian sensor *rotary encoder* ini digunakan beberapa peralatan, diantaranya:

1. Motor arus searah atau *direct current* (DC)
2. Tachometer
3. Sensor *Rotary Encoder*

##### 5.1.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan menghubungkan *rotary encoder* dengan motor DC kemudian memasukkan program ke dalam MK sesuai RPM yang ingin kita ukur. Motor DC dinyalakan dan putaran *rotary encoder* diukur menggunakan tachometer.

### 5.1.3 Hasil Pengujian

Data input yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler DCr untuk menggerakkan madalah sebesar 200 rpm sehingga *rotary encoder* akan berputar sesuai dengan putaran motor DC yaitu 200 rpm. Sedangkan tachometer yang digunakan untuk mengukur mengukur *rotary encoder* mencatat hasil 192 rpm.

## 5.2 Pengujian Driver Motor

### 5.2.1 Pengujian Rangkaian Switching Motor

Pengujian rangkaian *switching* bertujuan untuk mengetahui kinerja rangkaian *switching* dalam mengontrol ON atau OFF nya motor. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur arus pada kumparan *relay* serta mengukur tegangan pada jalur distribusi arus ke beban. Gambar 5.1 menunjukkan diagram blok pengujian rangkaian *switching*.



**Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian *Switching***

Pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter digital tipe SANWA CD800a yang difungsikan sebagai voltmeter dan multimeter analog tipe ABB MA3E yang difungsikan sebagai amperemeter. Pengujian dilakukan untuk mengamati tegangan suplai ke beban serta arus kumparan pada *relay*. Voltmeter dihubungkan paralel dengan jalur distribusi arus dari rangkaian *switching* ke beban, sedangkan amperemeter dihubungkan seri terhadap kumparan *relay* dan Vcc.

Hasil yang diharapkan adalah rangkaian *switching* mampu mendistribusikan tegangan dari Vcc ke beban serta pada kumparan *relay* dialiri arus yang cukup untuk menggerakkan koilnya. Hasil pengujian tegangan suplai ke beban dan arus kumparan *relay* pada rangkaian *switching* ditunjukkan dalam Gambar 5.2.



**VOLTMETER : 23,95 V**

**AMPEREMETER : 73 mA**

**Gambar 5.2 Hasil Pengujian Tegangan Suplai Beban dan Arus Kumparan Relay**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa arus yang melewati kumparan *relay* sebesar 73 mA sudah cukup untuk mengaktifkan *relay*. Aktifnya *relay* ditandai dengan nyalanya LED sebagai *relay* indikator. Pada saat *relay* aktif beban akan menerima tagangan sebesar 23,95 V (Vcc). Tegangan ini berasal dari keluaran fixed output regulator 7824 pada converter AC ke DC dan digunakan untuk mencatu motor.

Arus kumparan pada *relay* menyimpang 0,5 mA (0,68%) dari nilai perancangan sebesar 72,5 mA. Kesalahan sebesar 0,68% ini masih dapat ditoleransi, sebab dengan arus kumparan sebesar 73 mA driver *relay* self bias dijamin saturasi dan *relay* berada dalam keadaan aktif untuk memindahkan koilnya. Tegangan dari rangkaian *switching* ke beban menyimpang 0,05V (0,20%) dari nilai perancangannya sebesar 24V. Kesalahan sebesar 0,20% ini masih bisa ditoleransi dan tidak akan mempengaruhi kerja motor.

### 5.2.2 Pengujian Driver Kecepatan

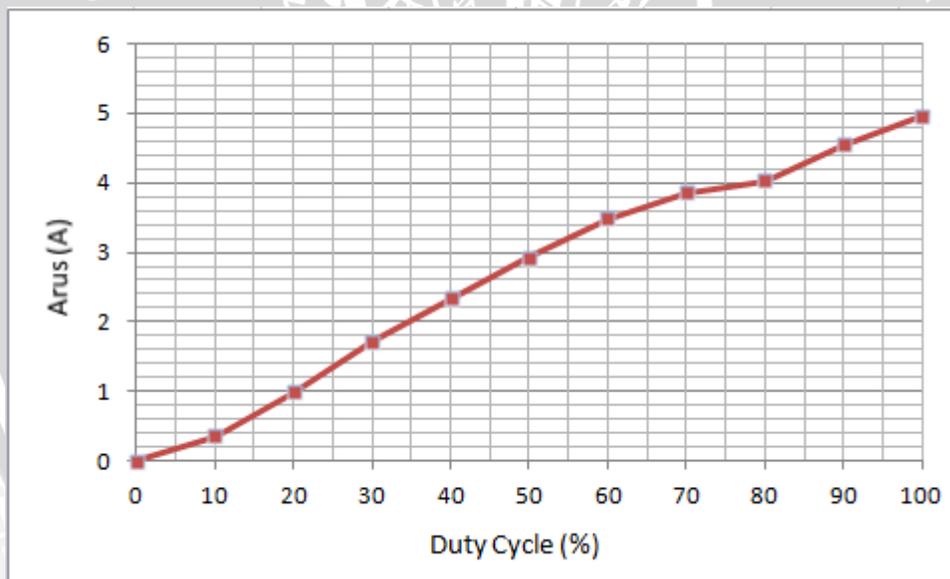
Pengujian *driver* kecepatan bertujuan untuk mengetahui linieritas respon keluaran *driver* dengan masukan berupa sinyal PWM dari mikrokontroler.

Pengujian dilakukan dengan memberikan masukan sinyal persegi dengan frekuensi 500kHz dengan duty cycle 0% - 100% dengan kenaikan 10%. Melalui pengamatan pada amperemeter didapatkan hasil pengujian rangkaian E-MOSFET kanal N yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Kecepatan Motor Terhadap Masukan Sinyal PWM**

Duty Cycle Masukan	Arus Motor
0%	0
10%	0.35
20%	0.98
30%	1.71
40%	2.33
50%	2.92
60%	3.48
70%	3.85
80%	4.02
90%	4.54
100%	4.96

Grafik keluaran rangkaian driver motor menggunakan E-MOSFET kanal N ditunjukkan dalam Gambar 5.3.

**Gambar 5.3 Grafik Keluaran Rangkaian Driver Motor**

Berdasarkan Gambar 5.3 tampak bahwa keluaran rangkaian driver naik sesuai dengan peningkatan duty cycle yang diberikan. Dengan demikian rangkaian dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pengujian kecepatan motor dengan nilai *Pulse Width Modulation* (PWM) yang ditentukan ditunjukkan pada tabel 5.2.

**Tabel 5.2** Hasil Pengujian *Pulse Width Modulation* (PWM)

OCR	V MK (Volt)	V Motor (Volt)	Rpm
10	0.21	0.61	0
20	0.41	1.34	2
30	0.41	1.34	18
40	0.79	2.83	39
50	0.98	3.58	55
60	1.17	4.57	64
70	1.35	6.07	72
80	1.54	6.31	77
90	1.75	7.59	82
100	1.94	10.12	87
110	2.13	12.1	92
120	2.32	13.64	96
130	2.52	14.74	101
140	2.71	16.28	105
150	2.90	17.09	114
160	3.10	18.04	117
170	3.29	18.78	125
180	3.48	19.66	132
190	3.66	20.24	139
200	3.87	20.96	143
210	4.05	21.78	150
220	4.25	21.89	158
230	4.42	22.22	169
240	4.60	22.83	183
250	4.78	23.18	195
255	4.90	23.47	202



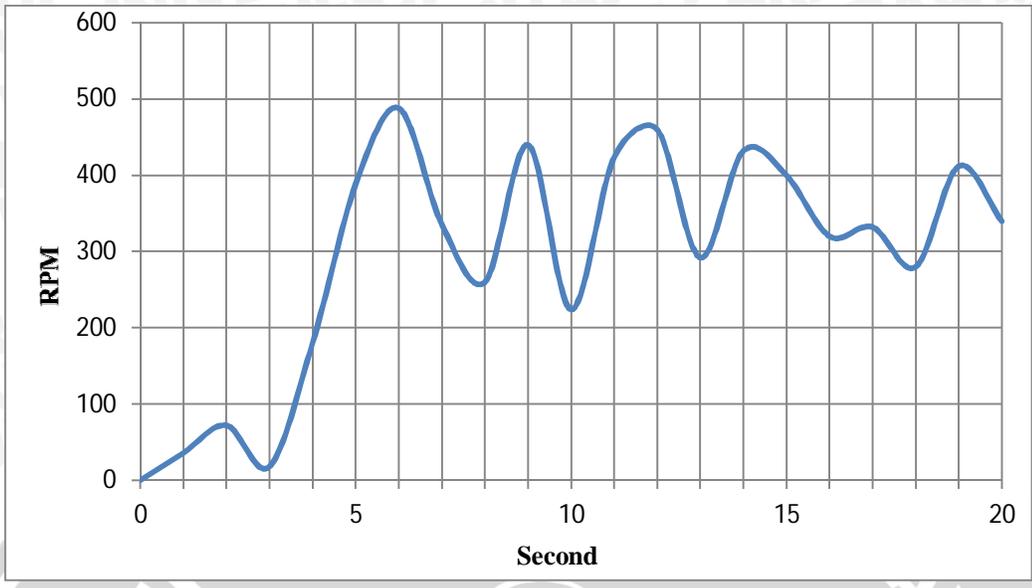
### 5.3 Penentuan Parameter Kontroler PID

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mencari nilai parameter kontrol PID dengan menggunakan metode ke dua Osilasi Ziegler-Nichols dan untuk melihat apakah metode tersebut bisa diterapkan pada alat *screw conveyor*.

Tahap-tahap Pengujian PID:

1. Pengaturan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  mulai dari nol.
2. Menjalankan alat *screw conveyor*.
3. Mengamati tampilan grafik dari sensor *rotary encoder*.
4. Apabila grafik belum berbentuk osilasi kesinambungan, naikkan nilai  $K_p$ , harga ditingkatkan dari nol ke suatu nilai kritis  $K_{cr}$ .
5. Apabila grafik sensor *rotary encoder* sudah membentuk osilasi kesinambungan, hitung nilai  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$ .
6. Penghitungan nilai  $T_i$  dan  $T_d$  dengan menggunakan nilai  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$ .
7. Penghitungan nilai  $K_i$  dan  $K_d$  dengan menggunakan nilai  $T_i$  dan  $T_d$ .
8. Dengan menggunakan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  yang telah didapat, amati kecepatan putaran *screw conveyor*.

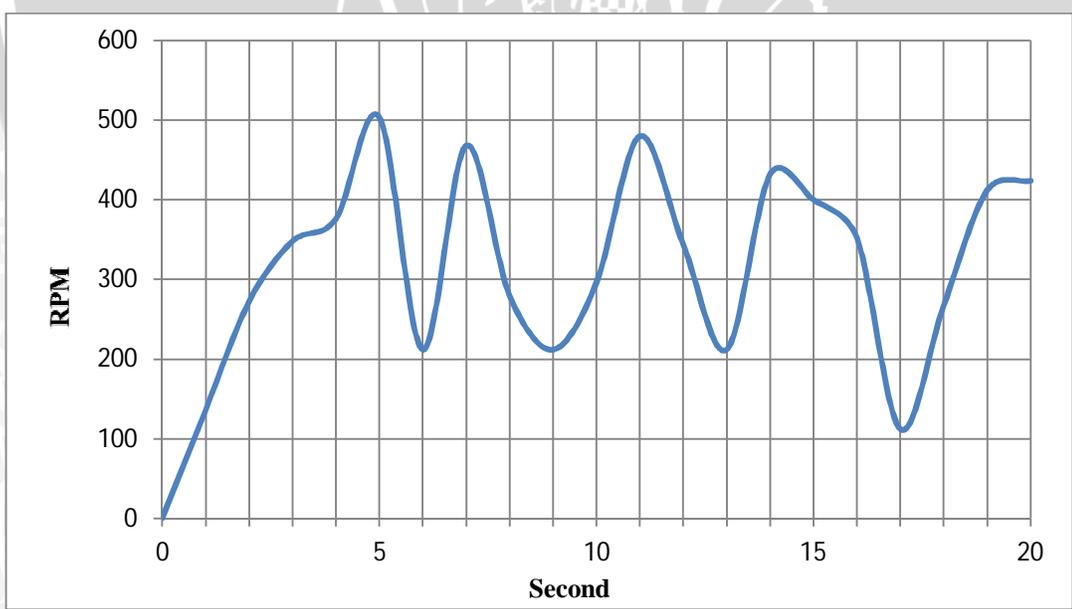
Pengujian terhadap kontrol kecepatan dengan metode osilasi Ziegler-Nichols dimulai dengan memberikan nilai 0 pada parameter  $T_i$  dan  $T_d$ . Sedangkan nilai  $K_p$  dinaikkan sedikit demi sedikit hingga didapatkan grafik yang berosilasi berkesinambungan. Grafik diperoleh dari fitur di dalam *CodeVision AVR* yang disebut terminal. Untuk memunculkannya dalam komputer dibutuhkan serial RS 232 dari mikrokontroler yang dihubungkan dengan USB komputer. Hasil pengujian untuk respon kecepatan motor dengan menggunakan kontroler proporsional dengan nilai 1 ( $K_p=1$ ) dapat dilihat dalam Gambar 5.4.



**Gambar 5.4 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* dengan  $K_p=1$**

Terlihat di grafik bahwa respon kecepatan mengalami osilasi tetapi belum berkesinambungan sehingga masih perlu ditambahkan nilai  $K_p$ .

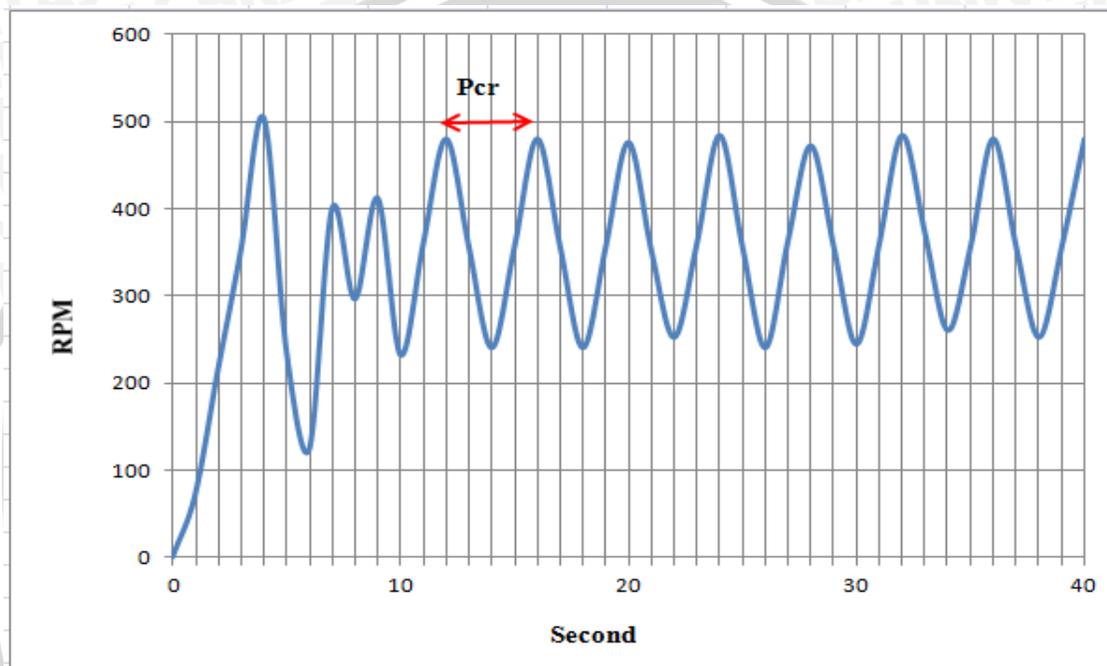
Hasil pengujian dengan menggunakan dengan nilai 2 ( $K_p=2$ ) dapat dilihat dalam Gambar 5.5.



**Gambar 5.5 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* dengan  $K_p=2$**

Pengujian dengan menggunakan nilai  $K_p=2$  terlihat bahwa respon sudah mulai mendekati kesinambungan dibandingkan pengujian menggunakan nilai  $K_p=1$  tetapi belum membentuk osilasi berkesinambungan.

Hasil pengujian untuk respon kecepatan motor dengan menggunakan kontroler proporsional dengan nilai 3 ( $K_p=3$ ) dapat dilihat dalam Gambar 5.6.



**Gambar 5.6 Grafik Respon Kecepatan Motor Screw Conveyor Saat Terjadi Osilasi Kesinambungan dengan  $K_p=3$**

Pada pengujian dengan menggunakan nilai  $K_p=3$  terlihat bahwa respon sudah mengalami osilasi kesinambungan pada detik ke 10. Terlihat bahwa pada saat kontroler proporsional bernilai 3 dapat membentuk osilasi berkesinambungan dibandingkan dengan  $k_p=2$  Sehingga dari grafik diatas dapat dihitung nilai  $K_{cr}$  dan  $P_{cr}$  yaitu,

- $K_{cr} = 3$
- $P_{cr} = (16 - 12) \times \text{Time Sampling} = 4 \times 1 \text{ s} = 4 \text{ s}$
- $K_p = 0,6 \times K_{cr} = 0,6 \times 3 = 1,8$
- $T_i = 0,5 \times P_{cr} = 0,5 \times 4 \text{ s} = 2 \text{ s}$
- $T_d = 0,125 \times P_{cr} = 0,125 \times 4 \text{ s} = 0,5 \text{ s}$

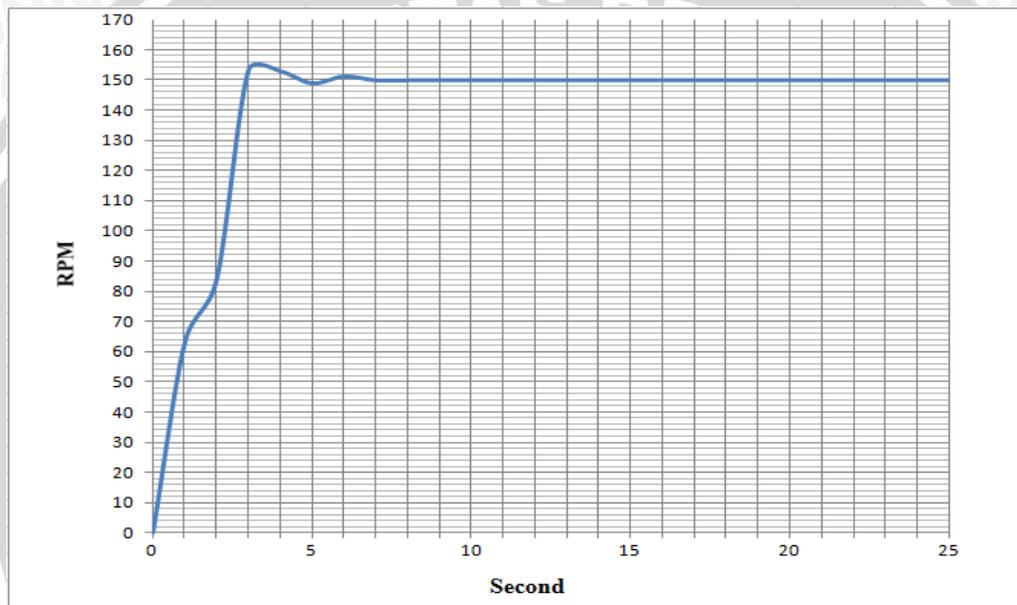
- $K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{1,8}{2} = 0,9$
- $K_d = K_p \times T_d = 1,8 \times 0,5 = 0,9$

Sehingga didapatkan nilai parameter  $K_p = 1,8$ ,  $K_i = 0,9$  dan  $K_d = 0,9$

## 5.4 Hasil Pengujian

### 5.4.1 Set point 150 rpm

- Tanpa beban



Gambar 5.7 Grafik Respon Kecepatan Motor Screw Conveyor pada Set Point 150 rpm Tanpa Beban

Dari Gambar 5.7 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

- a. *Time settling* atau  $t_s$  adalah waktu yang diperlukan kurva respon untuk mencapai dan menetap di daerah set point yang sudah ditentukan sebelumnya.

Pada kecepatan 150 rpm tanpa beban didapatkan  $T_s = 3s$

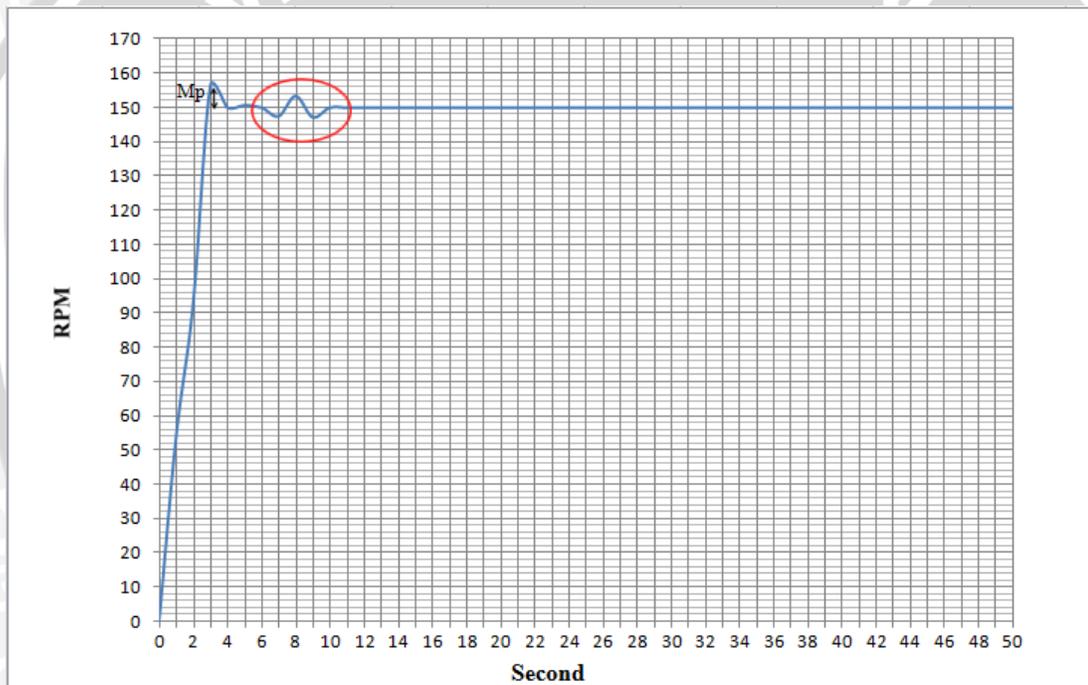
- b. *Error steady state* adalah selisih antara nilai keluaran dengan nilai masukan pada saat kondisi *steady state*. Ess yang didapatkan dari pengujian dengan set point 150 rpm adalah:

$$ess = \frac{(151,3 - 150)}{150} \times 100 \% = 0,93 \%$$

- c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 156,1 maka:

$$M_p = \frac{(156,1-150)}{150} \times 100\% = 4,06 \%$$

- Beban 1 kg



Gambar 5.8 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 150rpm Beban 1kg

Dari Gambar 5.8 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state* (lingkaran merah) yang didapat karena adanya perubahan putaran motor yang diakibatkan oleh adanya adonan roti yang masuk ke dalam celah *pitch screw* yang berbeda, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

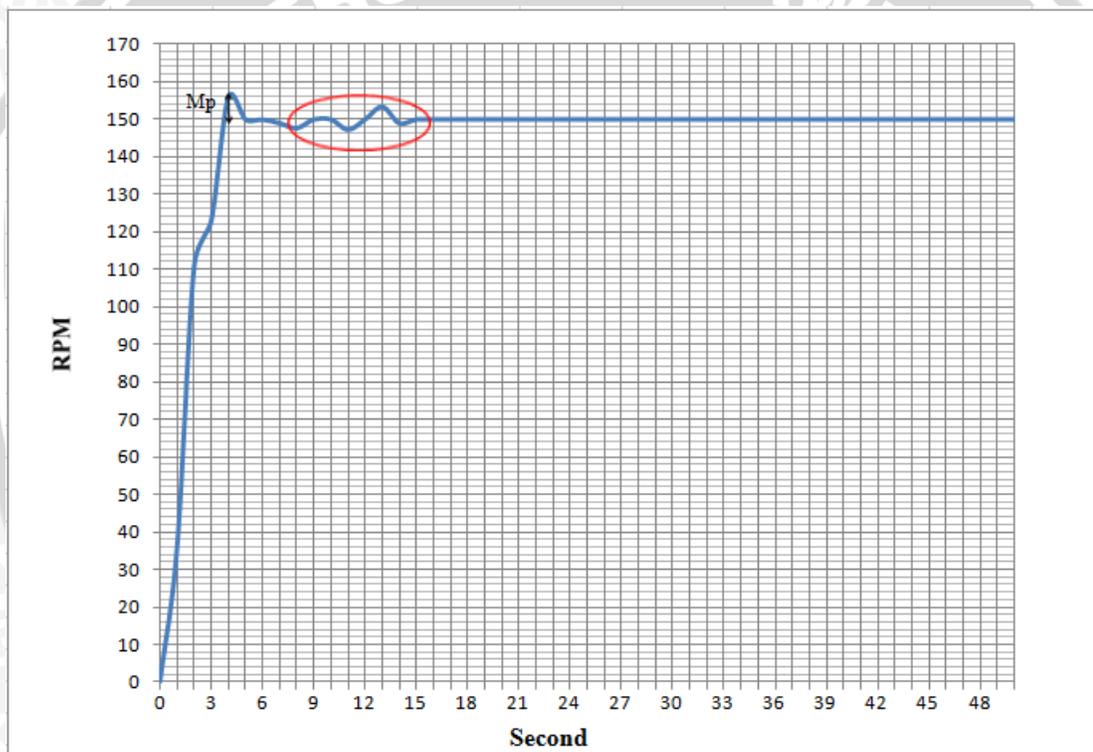
- a. *Time settling* pada kecepatan 150 rpm dengan beban 1 kg didapatkan  $T_s = 4s$   
 b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(153,4 - 150)}{150} \times 100 \% = 2,26 \%$$

- c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 156,4 maka:

$$M_p = \frac{(156,4 - 150)}{150} \times 100 \% = 4,26 \%$$

- Beban 2 kg



Gambar 5.9 Grafik Respon Kecepatan Motor Screw Conveyor pada Set Point 150rpm Beban 2kg

Dari Gambar 5.9 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state* (lingkaran merah) yang didapat karena adanya perubahan putaran motor yang diakibatkan oleh adanya adonan roti yang masuk ke dalam celah *pitch screw* yang berbeda, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

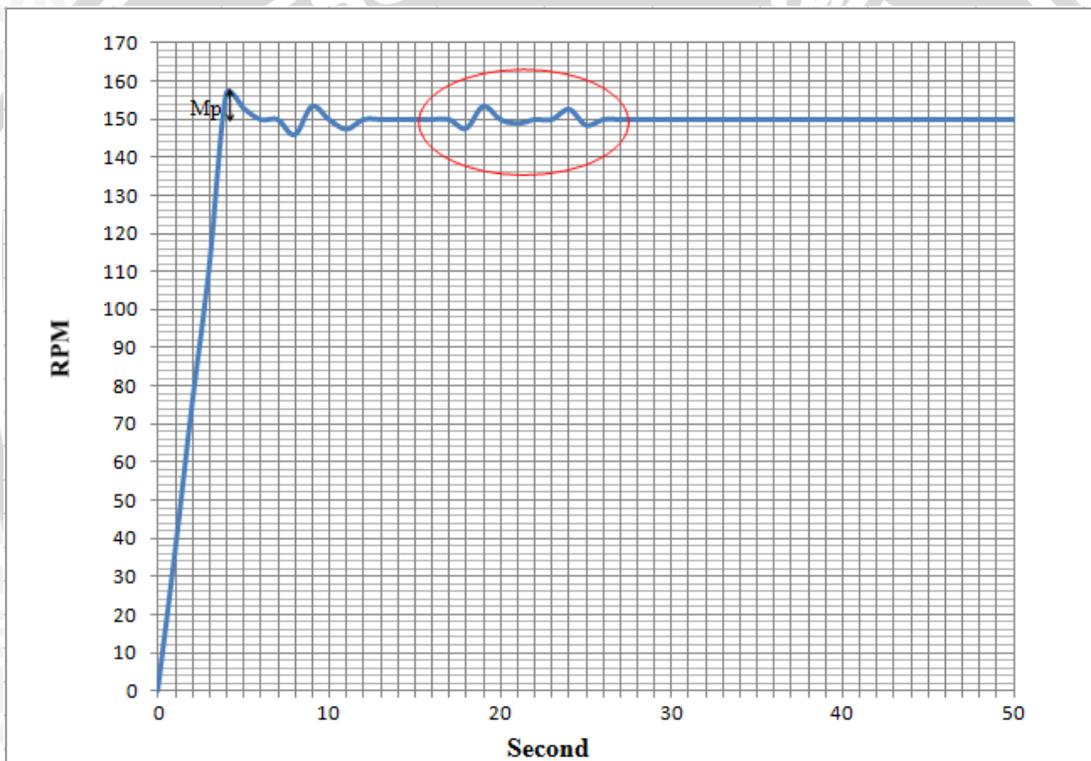
- a. *Time settling* pada kecepatan 150 rpm dengan beban 2 kg didapatkan  $T_s = 4s$   
 b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(153,5 - 150)}{150} \times 100\% = 2,33\%$$

- c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 156,6 maka:

$$M_p = \frac{(156,6 - 150)}{150} \times 100\% = 4,40\%$$

- Beban 3 kg



Gambar 5.10 Grafik Respon Kecepatan Motor Screw Conveyor pada Set Point 150rpm Beban 3kg

Dari Gambar 5.10 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state* (lingkaran merah) yang didapat karena adanya perubahan putaran motor yang diakibatkan oleh adanya adonan roti yang masuk ke dalam celah *pitch screw* yang berbeda, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

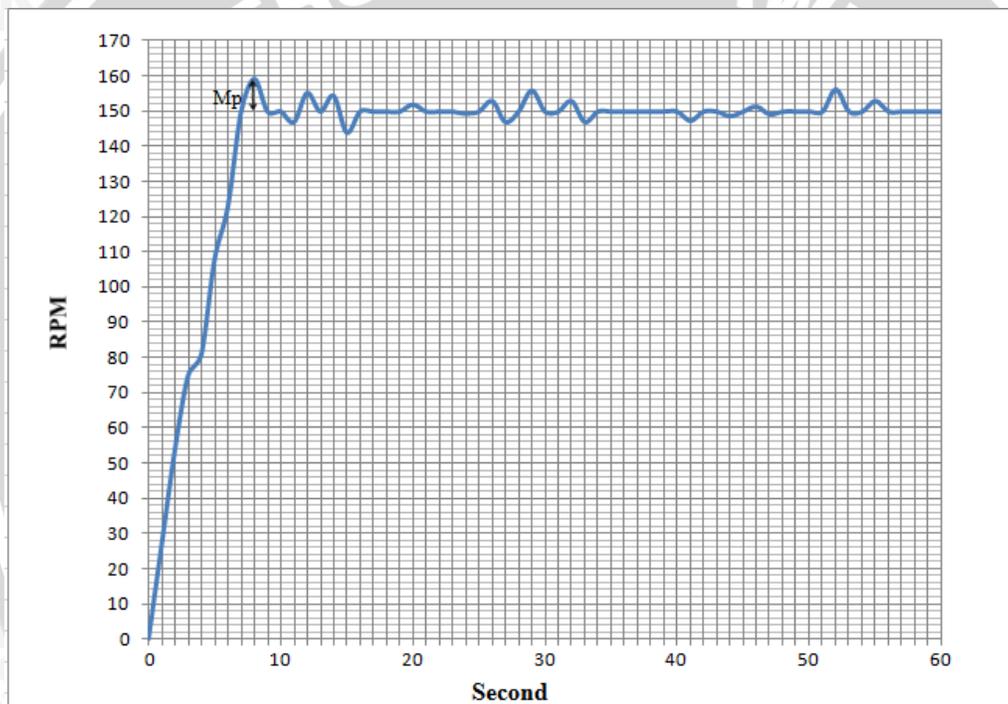
- a. *Time settling* pada kecepatan 150 rpm dengan beban 3 kg didapatkan  $T_s = 6s$   
 b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(154,3 - 150)}{150} \times 100\% = 2,86\%$$

- c. *Maximum Overshoot (Mp)* merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 156,7 maka:

$$Mp = \frac{(156,7 - 150)}{150} \times 100\% = 4,46\%$$

- Beban 4 kg



Gambar 5.11 Grafik Respon Kecepatan Motor Screw Conveyor pada Set Point 150rpm Beban 4kg

Dari Gambar 5.11 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

- a. *Time settling* pada kecepatan 150 rpm dengan beban 4 kg didapatkan  $T_s = 8s$   
 b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(156,4 - 150)}{150} \times 100\% = 4,26\%$$

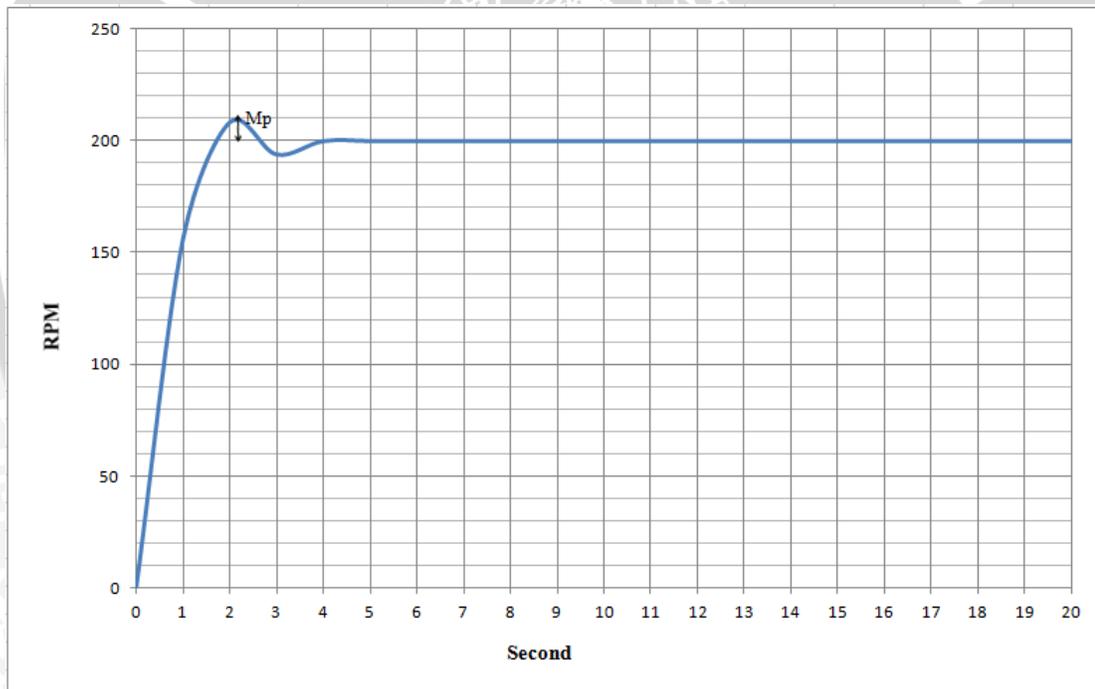
c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 159,3 maka:

$$M_p = \frac{(159,3-150)}{150} \times 100\% = 6,2 \%$$

Jika dilihat dari Gambar 5.21 terdapat banyak *error steady state* yang mengakibatkan putaran motor susah mencapai set point, hal ini dikarenakan beban yang dapat diatur PID adalah terbatas sehingga pada percobaan set point 150 dengan beban berikutnya disarankan diatur kembali kontroler PID dengan cara mengubah parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ .

#### 5.4.2 Set point 200 rpm

- Tanpa beban



Gambar 5.12 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm Tanpa Beban

Dari Gambar 5.12 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

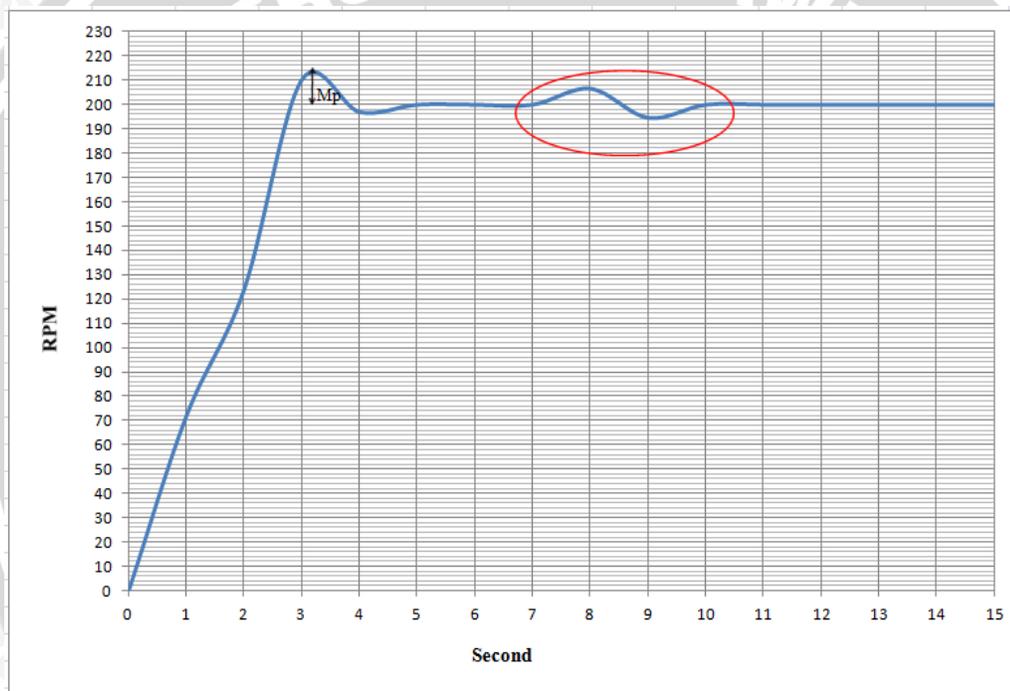
- a. *Time settling* pada kecepatan 200 rpm tanpa beban didapatkan  $T_s = 4s$   
 b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(203,2 - 200)}{200} \times 100 \% = 1,6 \%$$

- c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 208,4 maka:

$$M_p = \frac{(208,4 - 200)}{200} \times 100\% = 4,2 \%$$

- Beban 1 kg



Gambar 5.13 Grafik Respon Kecepatan Motor Screw Conveyor pada Set Point 200rpm 1kg

Dari Gambar 5.13 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state* (lingkaran merah) yang didapat karena adanya perubahan putaran motor yang diakibatkan oleh adanya adonan roti yang masuk ke dalam celah *pitch screw* yang berbeda, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

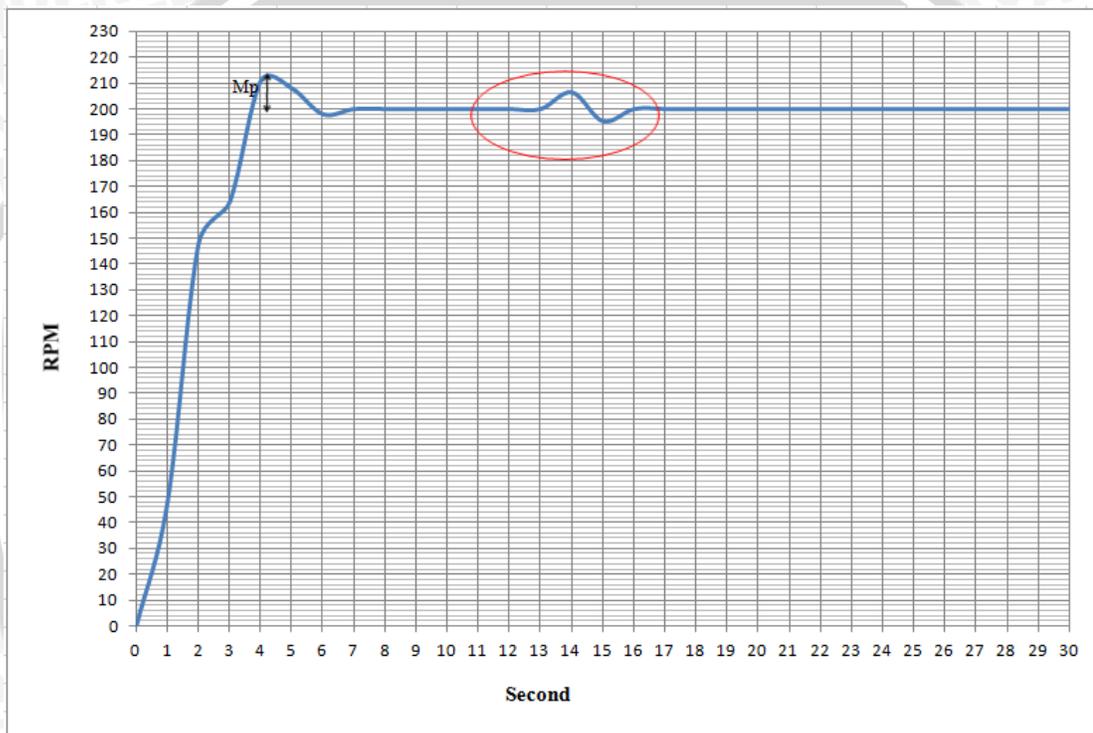
- a. *Time settling* pada kecepatan 200 rpm dengan beban 1 kg didapatkan  $T_s = 5s$   
 b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(206,2 - 200)}{200} \times 100 \% = 3,1 \%$$

c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 210,3 maka:

$$M_p = \frac{(210,3 - 200)}{200} \times 100\% = 5,15 \%$$

- Beban 2 kg



Gambar 5.14 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm 2kg

Dari Gambar 5.14 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state* (lingkaran merah) yang didapat karena adanya perubahan putaran motor yang diakibatkan oleh adanya adonan roti yang masuk ke dalam celah *pitch screw* yang berbeda, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

a. *Time settling* pada kecepatan 200 rpm dengan beban 2 kg didapatkan  $T_s = 7s$

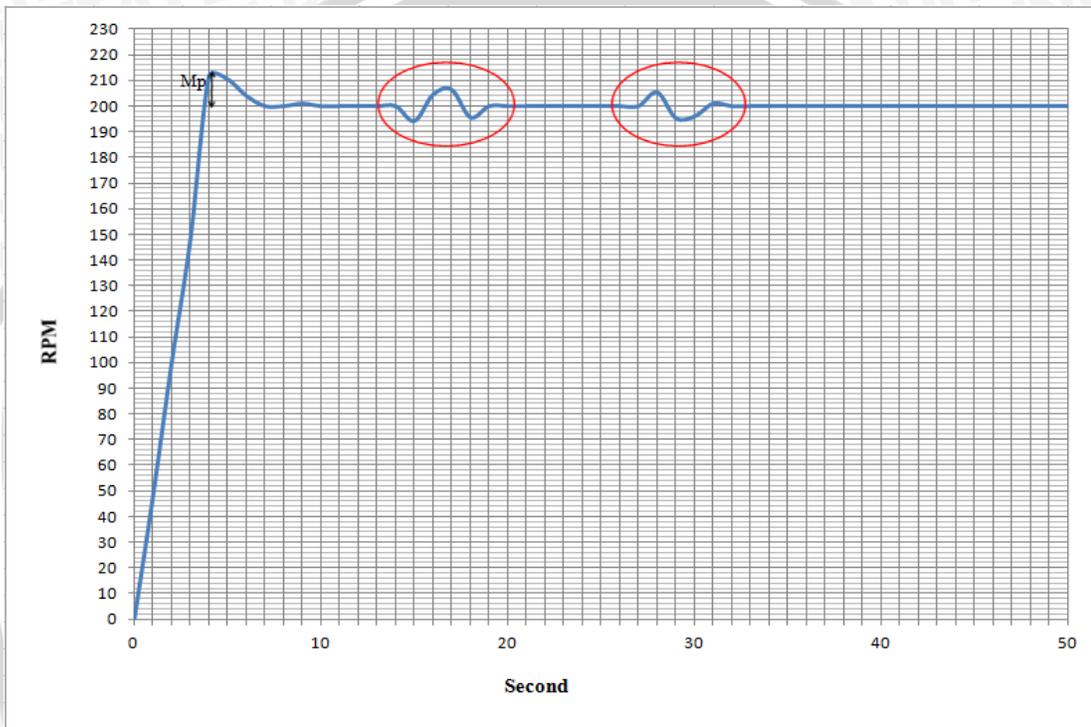
b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(206,7 - 200)}{200} \times 100 \% = 3,35 \%$$

- c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 210,9 maka:

$$M_p = \frac{(210,9 - 200)}{200} \times 100\% = 5,45\%$$

- Beban 3 kg



Gambar 5.15 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm 3kg

Dari Gambar 5.15 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state* (lingkaran merah) yang didapat karena adanya perubahan putaran motor yang diakibatkan oleh adanya adonan roti yang masuk ke dalam celah *pitch screw* yang berbeda, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

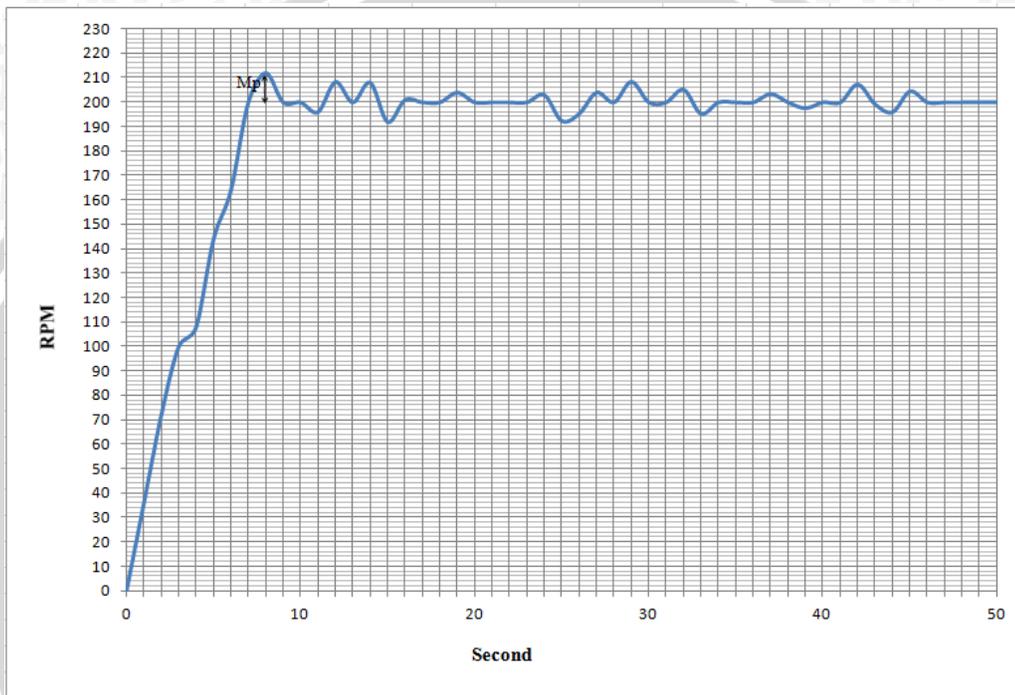
- Time settling* pada kecepatan 200 rpm dengan beban 3 kg didapatkan  $T_s = 7s$
- Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(207,3 - 200)}{200} \times 100\% = 3,65\%$$

c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 211,6 maka:

$$M_p = \frac{(211,6-200)}{200} \times 100\% = 5,80 \%$$

- Beban 4 kg



Gambar 5.16 Grafik Respon Kecepatan Motor *Screw Conveyor* pada Set Point 200rpm 4kg

Dari Gambar 5.16 didapatkan nilai *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, berikut akan dijelaskan pengertian *time settling* atau  $t_s$  dan *error steady state*, beserta perhitungannya.

a. *Time settling* pada kecepatan 200 rpm dengan beban 4 kg didapatkan  $T_s=9s$

b. *Error steady state* yang didapatkan dari pengujian dengan set adalah:

$$ess = \frac{(208,2 - 200)}{200} \times 100\% = 4,1 \%$$

c. *Maximum Overshoot* ( $M_p$ ) merupakan Nilai tertinggi dari grafik adalah 212,3 maka:

$$M_p = \frac{(212,3-200)}{200} \times 100\% = 6,15 \%$$

Jika dilihat dari Gambar 5.26 terdapat banyak *error steady state* yang mengakibatkan putaran motor susah mencapai set point, hal ini dikarenakan beban yang dapat diatur PID adalah terbatas sehingga pada percobaan set point 200 dengan beban berikutnya disarankan diatur kembali kontroler PID dengan cara mengubah parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ .

Pengujian ini ditentukan memiliki prosentase kesalahan *Ess* yang diperbolehkan adalah 5% berdasarkan sistem yang dinyatakan. Dengan demikian nilai toleransi yang diperbolehkan pada kecepatan 150 rpm adalah dalam kisaran 3 rpm sampai 6 rpm dan pada 200 rpm adalah 10 rpm. Berikut merupakan data hasil pengujian performansi sistem dalam Tabel 5.2 dan 5.3.

**Tabel 5.3 Tabel Data Performansi Sistem Set Point 150 rpm**

Beban (kg)	Motor (rpm)	Settling time (ts)	Overshoot (%)	Ess (%)
0	150	3 second	2,73	0,93
1	150	4 second	4,26	2,26
2	150	4 second	4,40	2,33
3	150	6 second	4,46	2,86
4	150	8 second	6,2	4,26

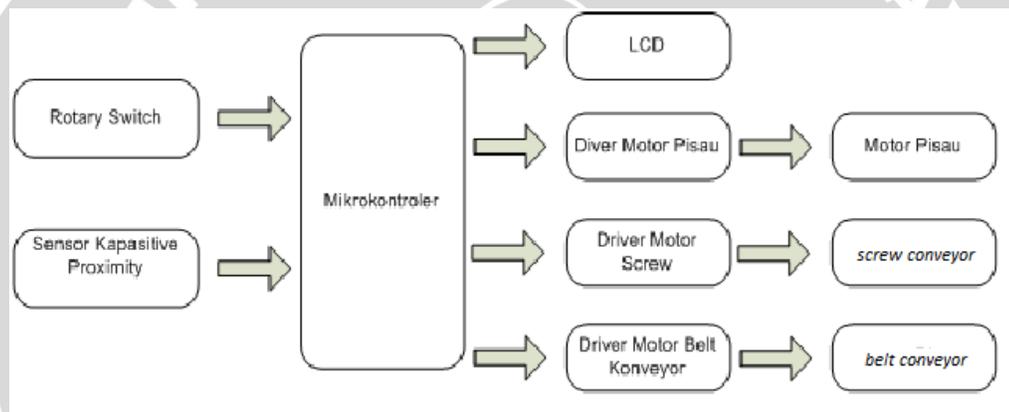
**Tabel 5.4 Tabel Data Performansi Sistem Set Point 200 rpm**

Beban (kg)	Motor (rpm)	Settling time (ts)	Overshoot (%)	Ess (%)
0	200	5 second	4,2	1,6
1	200	5 second	5,15	3,1
2	200	7 second	5,45	3,35
3	200	7 second	5,80	3,65
4	200	9 second	6,15	4,1

## 5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dalam dua tahap. Tahap pengujian pertama dilakukan dalam skala laboratorium. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan kerja sistem dan analisisnya secara ilmiah. Pengujian kedua dilakukan pada UKM MR Bakery. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan kerja sistem dalam skala industri.

Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan semua bagian alat yang dibuat dan melihat kinerja alat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat yang dibuat dan memberikan analisis terhadap kinerja alat. Diagram blok pengujian sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam Gambar 5.17.

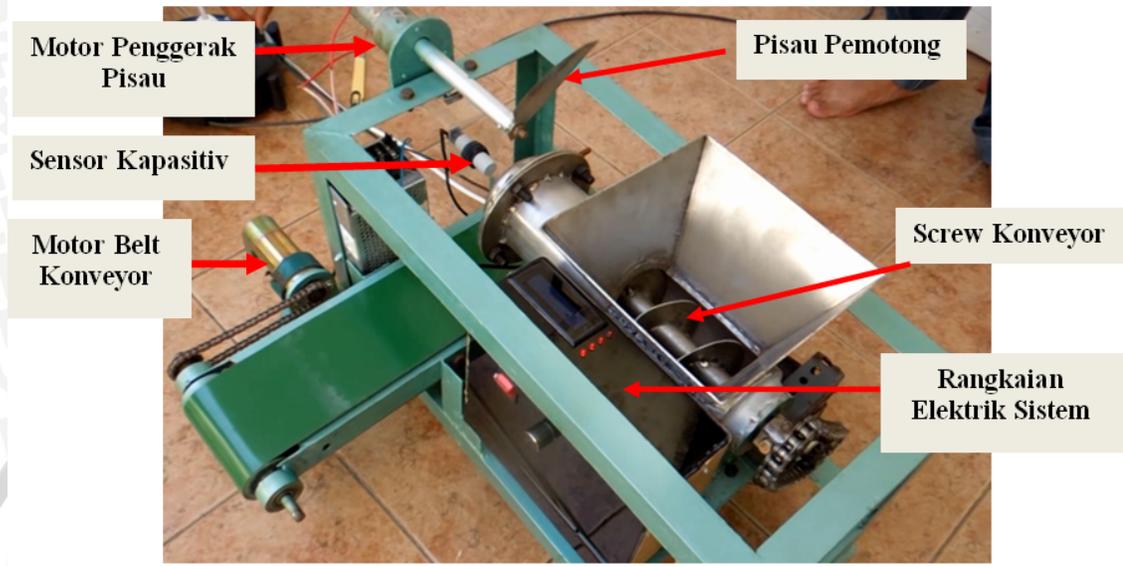


Gambar 5.17 Diagram Blok Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Dalam pengujian ini mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali utama sistem. Rotary switch diset pertama kali untuk menentukan mode kecepatan perputaran motor screw konveyor. Rotary switch difungsikan sebagai referensi tegangan analog yang selanjutnya diubah menjadi bentuk digital melalui fitur ADC (*analog to digital converter*) yang ada pada mikrokontroler. ADC dari rotary switch digunakan sebagai referensi besar kecilnya duty cycle pada PWM (Pulse Width Modulation). Sinyal PWM ini selanjutnya digunakan sebagai masukan pada driver motor screw konveyor.

Setelah rotary switch selesai diatur, catu daya dihidupkan selanjutnya memberi sentuhan pada sensor kapasitive. Semua motor akan berjalan ketika sensor

pertama kali aktif dan counter mulai menghitung jumlah potongan adonan. Set pengujian dan tampilan data pada LCD ditunjukkan dalam Gambar 5.18.



**Gambar 5.18 Set Pengujian Keseluruhan Sistem**

Dari pengujian ini terlihat bahwa semua sistem berjalan dengan baik. Setelah sensor diberi sentuhan, mikrokontroler dapat mengendalikan putaran motor belt konveyor dan motor pisau.

Pengujian tahap kedua dilakukan untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam membagi adonan roti. Setelah pengujian dalam skala laboratorium selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan pengujian dalam skala industri. Pengujian dilakukan dengan memasukkan adonan pada feeding hopper kemudian menimbang hasil potongan adonan dan menghitung jumlah potongan adonan dalam waktu satu menit. Berat hasil potongan adonan seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.5 Pengujian Berat Adonan

No.	Pembagian Secara Manual		Pembagian Menggunakan Alat	
	Berat Adonan (gram)	Simpangan dari nilai rata-rata (gr)	Berat Adonan (gram)	Simpangan dari nilai rata-rata (gr)
1	70	2	75	3
2	65	7	70	2
3	75	3	70	2
4	65	7	75	3
5	75	3	75	3
6	80	8	70	2
7	70	2	70	2
8	75	3	70	2
9	80	8	65	7
10	65	7	70	2
Simpangan rata-rata		5	3,8	

Simpangan rata-rata dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{simpangan rata - rata} = \frac{|\text{berat rata-rata} - \text{berat adonan}|}{\text{Jumlah Sampel}}$$

Dari Tabel 5.4 dapat diketahui bahwa simpangan rata-rata pembagian adonan menggunakan alat adalah 3,8. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan cara manual yang mempunyai simpangan rata-rata 5. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja lebih baik dibandingkan dengan cara manual.

Dari perhitungan jumlah adonan dalam waktu satu menit didapatkan hasil bahwa alat ini dapat membagi 60 adonan dalam waktu satu menit. Pembagian ini lebih cepat dibandingkan dengan cara manual yang sebesar 25- 30 adonan permenit.