

## BAB V

### PENGUJIAN ALAT

Tujuan pengujian alat ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perencanaan. Pengujian ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk mempermudah analisis apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perencanaan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari:

1. Pengujian rangkaian *driver* motor dc
2. Pengujian sensor kecepatan
3. Pengujian sistem secara keseluruhan

#### 5.1 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC

##### a. Tujuan:

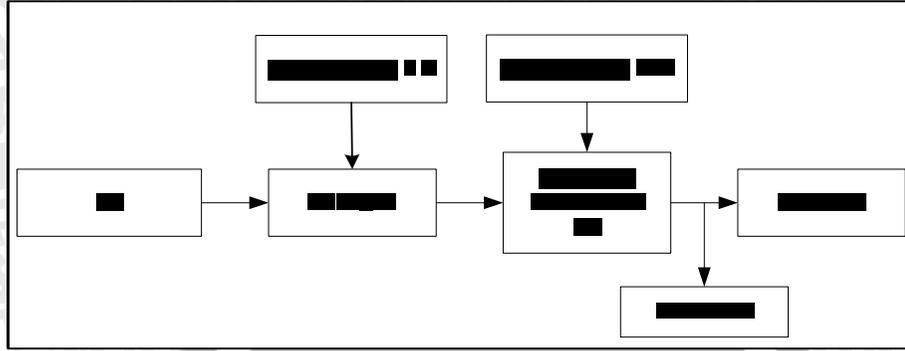
Mengetahui perubahan tegangan motor terhadap perubahan masukan digital DAC dari PC melalui Mikrokontroler.

##### b. Peralatan:

1. PC
2. Rangkaian *driver* motor dc
3. Catu daya +5V dan +24V
4. Mikrokontroler AT89S52
5. Motor dc
6. Multimeter digital

##### c. Langkah Pengujian:

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.1.
2. Mengaktifkan catu daya.
3. Mengubah data masukan pada DAC dari 0 sampai 200.
4. Mengukur dan mencatat tegangan pada multimeter.

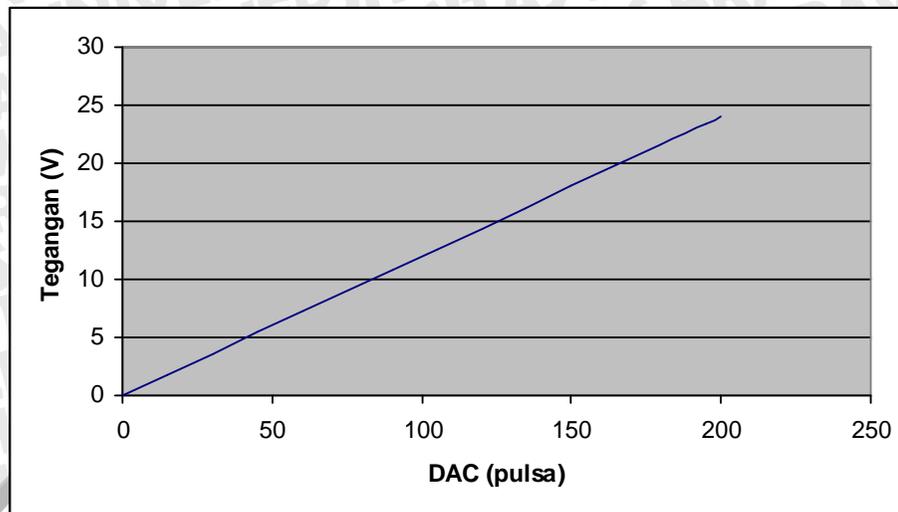


**Gambar 5.1.** Blok diagram pengujian *driver* motor dc

d. Hasil Pengujian dan Analisis.

**Tabel 5.1.** Hasil pengujian tegangan motor

DAC (pulsa)	Tegangan (V)
0	0
15	1.82
30	3.61
45	5.46
60	7.25
75	9.01
90	10.8
105	12.6
120	14.4
135	16.2
150	18.0
165	19.8
180	21.6
195	23.4
200	24.0



**Gambar 5.2.** Grafik tegangan terhadap data masukan DAC

Dari hasil pengujian dapat diketahui motor mulai dapat berputar pada DAC = 18 dan semakin besar nilai DAC maka semakin besar pula tegangan yang diberikan ke motor seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1 dan Gambar 5.2.

## 5.2 Pengujian Sensor Kecepatan

### a. Tujuan:

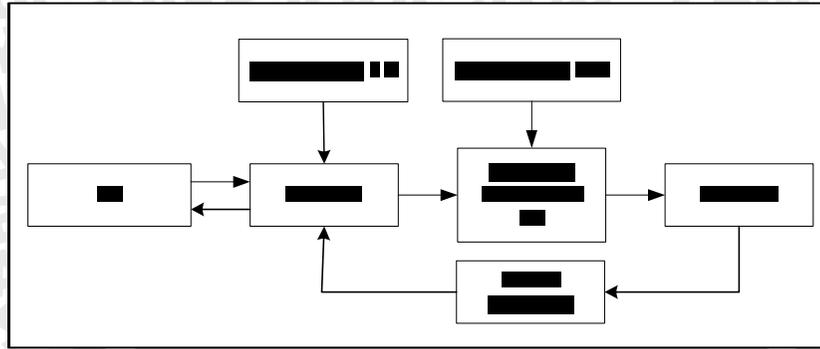
Mengetahui perubahan kecepatan (RPM) terhadap data masukan DAC dari PC melalui mikrokontroler.

### b. Peralatan:

1. PC
2. Rangkaian *driver* motor dc
3. Catu daya +5 volt, +24 volt
4. Mikrokontroler AT89S52
5. Motor dc
6. Sensor kecepatan (*optocoupler* dan *encoder* 32 pulsa)

### c. Langkah Pengujian:

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti dalam Gambar 5.3.
2. Mengaktifkan catu daya.
3. Mengubah data masukan pada DAC dari 0 sampai 200.
4. Mencatat besarnya pulsa/18ms yang terlihat pada monitor.

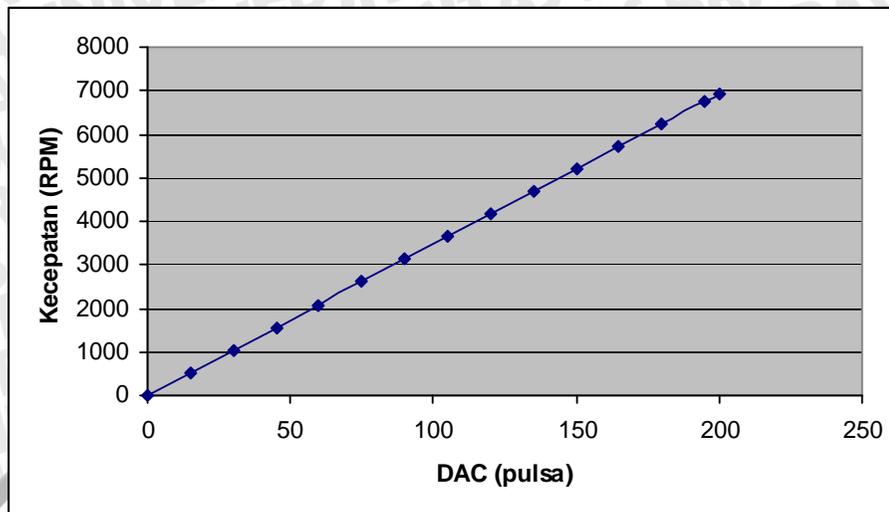


Gambar 5.3. Blok diagram pengujian sensor kecepatan

d. Hasil Pengujian dan Analisis.

Tabel 5.2. Hasil pengujian sensor kecepatan

DAC (pulsa)	Kecepatan (RPM)
0	0
15	520
30	1041
45	1562
60	2083
75	2604
90	3124
105	3645
120	4166
135	4687
150	5208
165	5729
180	6249
195	6770
200	6944



**Gambar 5.4.** Grafik kecepatan terhadap data masukan DAC

Dari Tabel 5.2 dan Gambar 5.4 dapat diketahui bahwa semakin besar data masukan DAC (pulses) maka semakin besar pula kecepatan putar motor (RPM)

### 5.3 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

#### a. Tujuan:

Pengujian sistem secara keseluruhan ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja sistem. Pengujian ini menggunakan sistem keseluruhan antara perangkat keras dan perangkat lunak yang telah diintegrasikan bersama dengan waktu *sampling* 54 ms, yang meliputi :

1. Pengujian *loop* terbuka
2. Pengujian *loop* tertutup tanpa beban
3. Pengujian *loop* tertutup dengan perubahan *set-point*
4. Pengujian *loop* tertutup dengan beban

#### b. Peralatan:

1. PC
2. Rangkaian *driver* motor dc
3. Catu daya +5 volt, +24 volt
4. Mikrokontroler AT89S52

5. Motor dc
6. Sensor kecepatan (*optocoupler* dan *encoder 32 pulsa*)

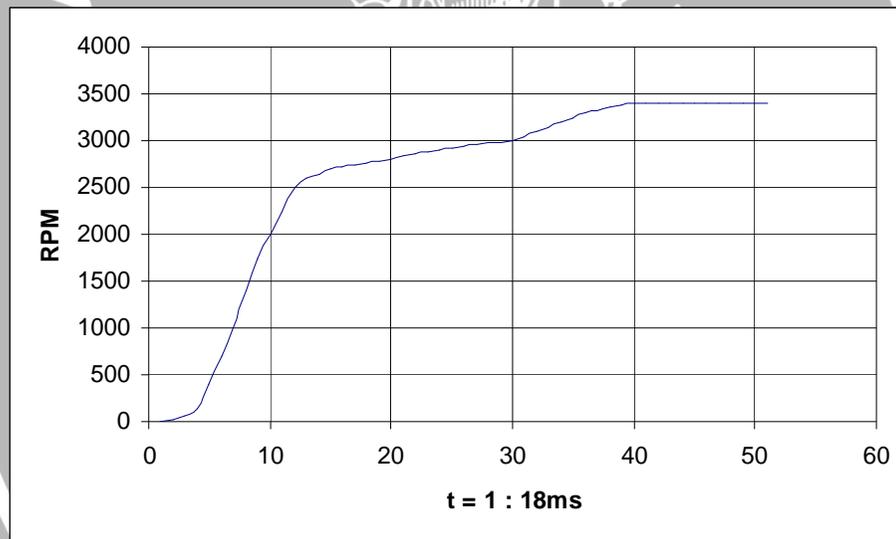
c. Langkah pengujian:

1. Menyiapkan seluruh perangkat keras
2. Mengaktifkan saklar catu daya.
3. Mencatat data-data:
  1. Waktu penetapan ( $t_s$ ) : waktu yang diperlukan mencapai *steady state*.

2. *Offset* : *error* (kesalahan) yang terjadi pada saat sistem telah mencapai *steady state*.

### 5.3.1 Pengujian *Loop* Terbuka

Pengujian *loop* terbuka dengan memberikan *set point* 3500 RPM :



**Gambar 5.5.** Grafik hasil pengujian *loop* terbuka dengan *set point* 3500 RPM.

Dari grafik 5.5 didapatkan data sebagai berikut:

1. Waktu penetapan ( $t_s$ ) : waktu yang diperlukan mencapai *steady state*.

- $t_s = 39 \times 18 \text{ ms} = 702 \text{ ms}$

2. *Offset* : *error* (kesalahan) yang terjadi pada saat sistem telah mencapai *steady state*.

- *Offset* = 100 RPM

Dari grafik dalam Gambar 5.5 dapat dicari nilai  $K_p$ ,  $T_i$  dan  $T_d$  dengan metode pertama Ziegler-Nichols:

$$L = 4 \times 18 \text{ ms} = 72 \text{ ms}$$

$$T = 8 \times 18 \text{ ms} = 144 \text{ ms}$$

$$K_p = 1,2 \frac{T}{L} = 2,4 \quad T_i = 2L$$

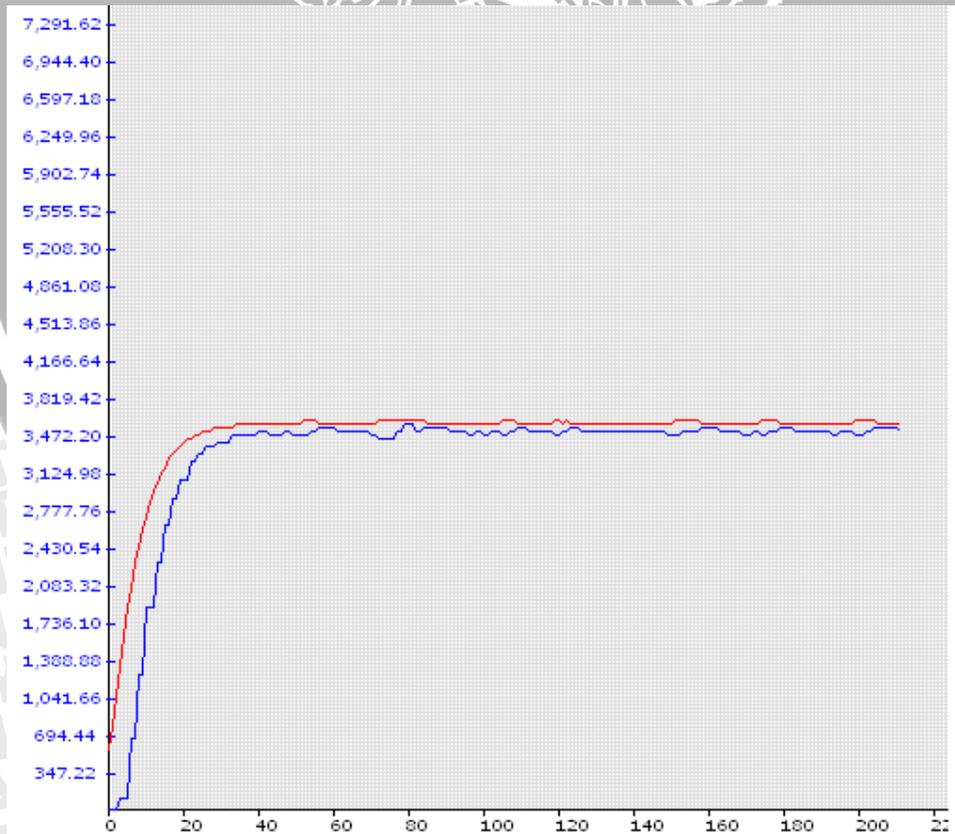
$$T_d = 0,5L$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \cdot T_s = 0,15 \quad K_d = \frac{K_p T_d}{T_s} = 4,8$$

$T_s$  adalah waktu sampling sebesar 18 ms.

### 5.3.2 Pengujian *Loop* Tertutup Tanpa Beban

Pengujian *loop* tertutup dengan menggunakan kontrol PID:



**Gambar 5.6.** Grafik hasil pengujian dengan kontrol PID.

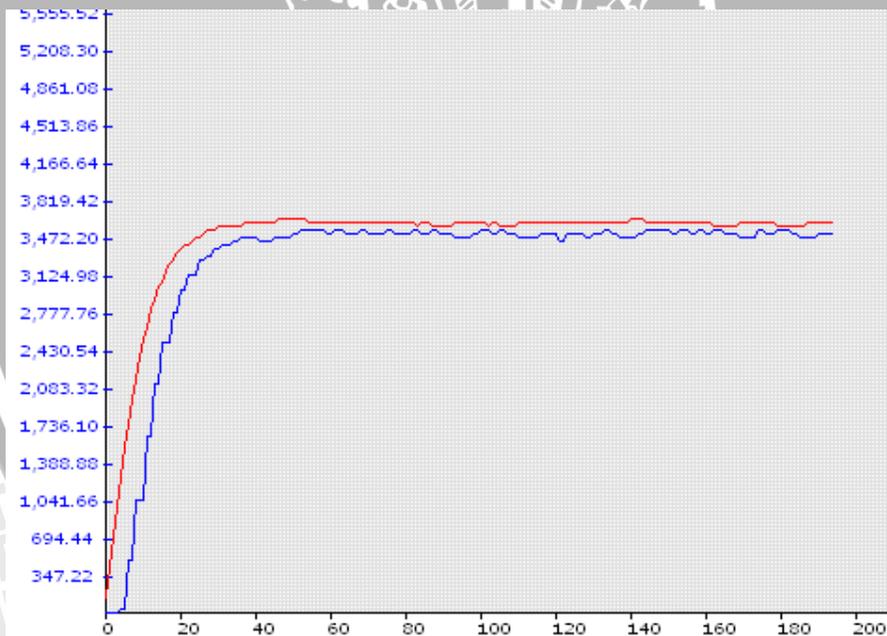
Ket : Garis merah = nilai *output* kontroler (nilai data kontrol)

Garis biru = nilai *output* motor

Dari Gambar 5.6 didapatkan data sebagai berikut:

1. Waktu penetapan ( $t_s$ ) : waktu yang diperlukan mencapai *steady state*.
  - $t_s = 38 \times 18 \text{ ms} = 684 \text{ ms}$
2. *Offset* : *error* (kesalahan) yang terjadi pada saat sistem telah mencapai *steady state*.
  - *Offset* = (+/-) 35 RPM (1% dari harga *set point* 3500 RPM)

Pengujian *loop* tertutup dengan menggunakan kontrol I-PD:



**Gambar 5.7.** Grafik hasil pengujian dengan kontrol I-PD

Dari Gambar 5.7 didapatkan data sebagai berikut:

1. Waktu penetapan ( $t_s$ ) : waktu yang diperlukan mencapai *steady*

state.

- $t_s = 48 \times 54 \text{ ms} = 864 \text{ ms}$

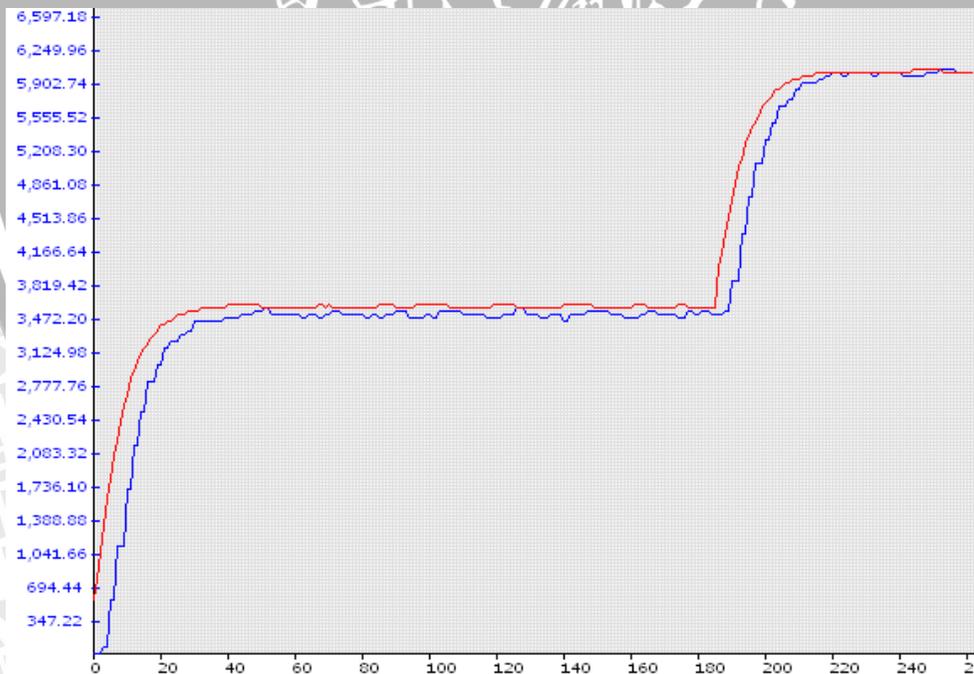
2. *Offset* : *error* (kesalahan) yang terjadi pada saat sistem telah mencapai *steady state*.

- $\text{Offset} = (+/-) 35 \text{ RPM}$  (1% dari harga *set point* 3500 RPM)

Nilai *Offset* yang naik turun tersebut disebabkan oleh keterbatasan proses komunikasi data antara PC dan mikrokontroler via *port DB25*, baik proses pembacaan (*sensing*) kecepatan motor dari *encoder* maupun pengiriman/eksekusi perintah data digital ke DAC.

### 5.3.3 Pengujian Loop Tertutup Dengan Perubahan *Set Point*

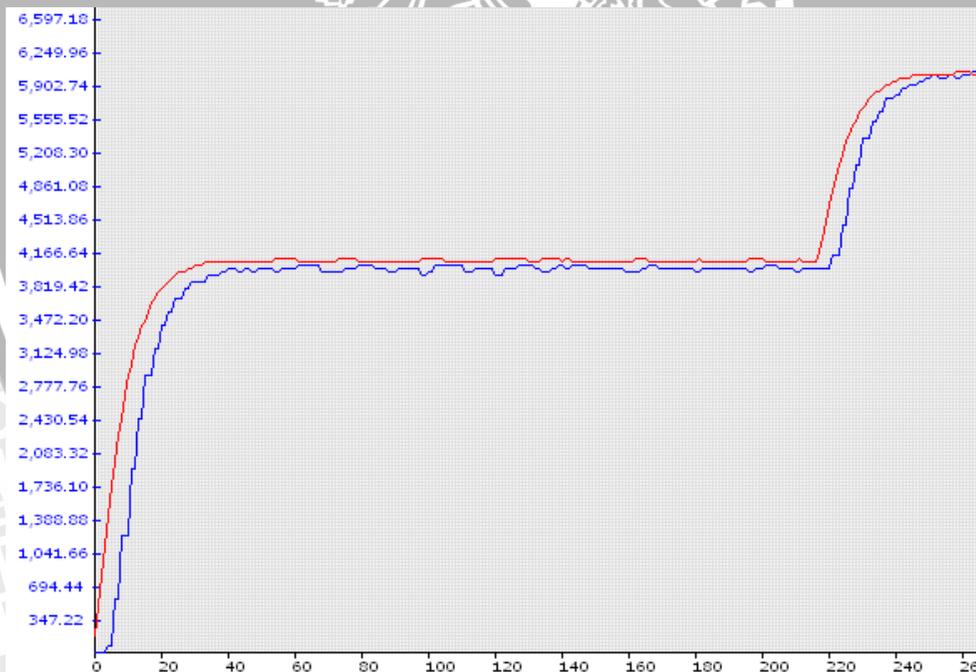
Perubahan ini dilakukan dengan tujuan mengamati karakteristik *output* kontroler pada saat terjadi perubahan *set point* pada sistem. Dengan *set point* awal 3500 RPM, lalu diubah ke 6000 RPM.



**Gambar 5.8.** Grafik hasil pengujian dengan kontrol PID dengan perubahan *set point*

Dari Gambar 5.8 dapat diketahui bahwa terjadi lonjakan nilai (*set point kick*) pada *output* kontroler PID, akibat sifat reaktif kontroler Diferensial apabila pada masukannya diberikan *input unit step* (koreksi terhadap sinyal kesalahan), baik *input* berupa *set point* 3500 RPM, maupun 6000 RPM. Fenomena tersebut terjadi karena *input unit step* tersebut akan menghasilkan *output* berupa sinyal *impuls* yang dihasilkan oleh kontroler diferensial. Nilai dari sinyal *impuls* ini seharusnya terlihat pada grafik sebagai nilai tegangan yang melonjak tinggi hanya pada saat  $t =$  terjadi perubahan *set point*. Namun karena *impuls* tersebut terjadi pada saat keadaan transien (kemungkinan pada saat  $t < 10$  ms), sedangkan proses *sensing* oleh *encoder* dan proses eksekusi data/perintah ke DAC memiliki *sampling rate* 54 ms serta tampilan grafik pada *Visual Basic* memiliki *sampling rate* 18 ms maka lonjakan *impuls* tersebut hanya mampu ditampilkan pada grafik sebagai lonjakan nilai tegangan yang tidak signifikan.

Pengujian kontrol I-PD dengan perubahan *set point* :



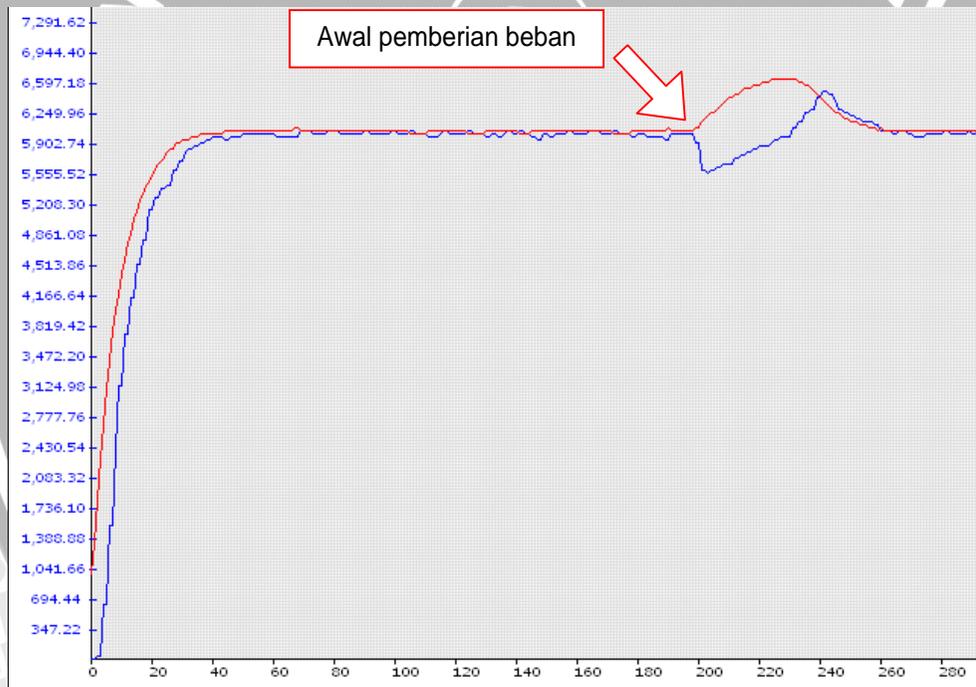
**Gambar 5.9.** Grafik hasil pengujian dengan kontrol I-PD dengan perubahan *set point*

Dari Gambar 5.9 dapat diketahui bahwa karakteristik *output* kontroler I-PD bersifat *smooth* (halus), karena koreksi terhadap sinyal kesalahan hanya dilakukan oleh kontroler Integral, sedangkan kontroler Proporsional dan Diferensial hanya bereaksi terhadap *output* sistem, sehingga tidak terjadi lonjakan nilai pada *output* kontroler I-PD.

#### 5.3.4 Pengujian *Loop* Tertutup Dengan Beban

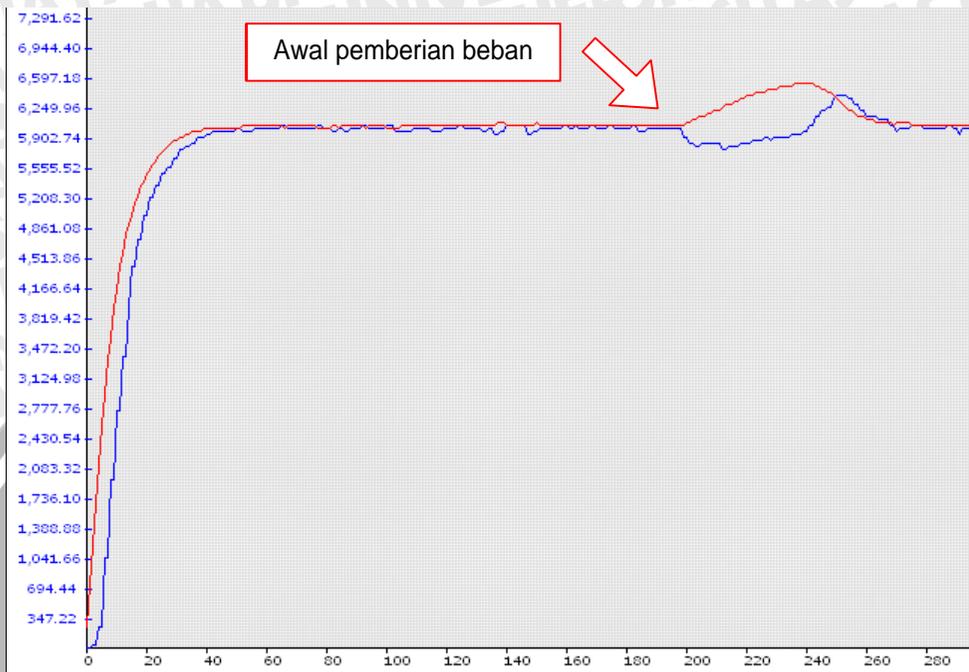
Pada pengujian ini dilakukan dengan melakukan pembebanan terhadap kecepatan motor. Beban yang diberikan berupa beban gesekan acak dengan media kayu (stokastik).

Pengujian kontrol PID dengan beban :



Gambar 5.10. Pengujian kontrol PID dengan beban

Pengujian kontrol I-PD dengan beban:



**Gambar 5.11.** Pengujian kontrol I-PD dengan beban

Dari Gambar 5.10 dan 5.11 dapat diketahui bahwa dengan menggunakan kontrol PID motor lebih cepat mencapai *steady state* saat diberi beban. Sedangkan dengan kontrol I-PD motor lebih lambat mencapai *steady state* saat diberi beban. Pada pengujian kontrol PID dan I-PD dengan beban, motor tetap berputar pada kecepatan sesuai referensi *set point* = 6000 RPM.



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.