

IV. PENGUJIAN SISTEM

1. PENGUJIAN TERHADAP DAC0808

Pengujian terhadap DAC0808 ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya tegangan analog output jika dimasukan suatu input dalam bentuk binari. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan kombinasi bilangan binari pada input DAC dan kemudian mengukur tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan multimeter digital.

Besarnya tegangan analog yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan besaran tegangan analog yang dihasilkan oleh perhitungan secara teori. Dari perbandingan ini akan diketahui seberapa besar faktor kesalahan yang terjadi pada rangkaian ini. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1

Hasil Pengujian DAC0808

DAC INPUT	V OUT TEORI	V OUT UJI	V ERROR
0	- 5,000	- 4,939	0.0610
10	- 4.6094	- 4,570	0.0394
20	- 4.2187	- 4,201	0.0177
30	- 3.8281	- 3,831	0.0029
40	- 3.4375	- 3,463	0.0255
50	-3.0469	- 3,092	0.0451
60	- 2.6563	- 2,724	0.0677
70	- 2.2656	- 2,351	0.0854
80	- 1.8750	-1,418	0.4570
90	- 1.4844	- 1,610	0.1256
100	- 1.0938	-1,242	0.1482
110	- 0.7031	-0,873	0.1699
120	- 0.3125	- 0,502	0.1895
130	0.0781	- 0,120	0.0419
140	0.4688	0,248	0.2208

150	0.8594	0,616	0.2434
160	1.2500	0,986	0.2640
170	1.6406	1,353	0.2876
180	2.0313	1,724	0.3073
190	2.4219	2,093	0.3289
200	2.8125	2,467	0.3455
210	3.2031	2,838	0.3651
220	3.5937	3,207	0.3867
230	3.9844	3,573	0.4114
240	4.3750	3,943	0.4320
250	4.7656	4,313	0.4526
255	4.9609	4,497	0.4639

Dari hasil pengujian di atas diperoleh:

$$VR_Error = \frac{\Sigma V_Error}{n}$$

$$= \frac{5.986}{27} = 0,2217$$

$$\%Full_Scale_Error = \frac{VR_Error}{Full_Scale_Voltage} \times 100\%$$

$$= \frac{0,2217}{10} \times 100\%$$

$$= 2,217\%$$

2. PENGUJIAN TERHADAP SENSOR DAN ADC0808

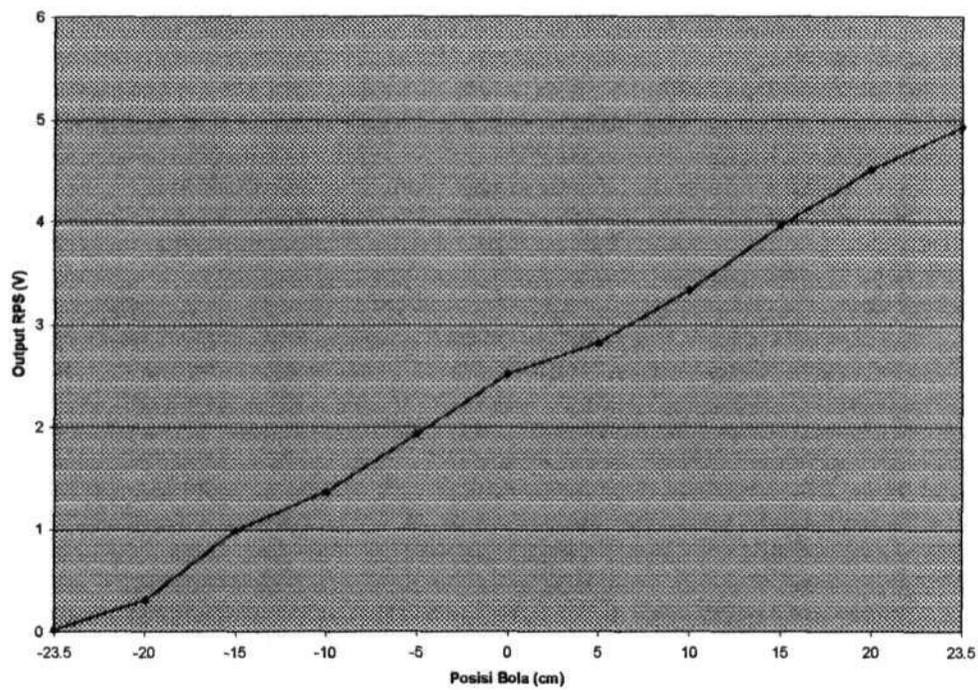
Pengujian sensor terbagi dua yaitu untuk sensor posisi bola dan sensor sudut batang. Output dari RPS sensor diukur dengan voltmeter digital, serta diinputkan ke ADC0808, lalu ditampilkan ke LCD. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2

Pengujian Sensor Posisi Bola

POSISI BOLA	OUTPUT RPS	OUTPUT ADC0808
- 23,5 cm	0,02 V	1
- 20 cm	0,31 V	16
- 15 cm	0,99 V	51
- 10 cm	1,37 V	70
- 5 cm	1,93 V	98
0 cm	2,52 V	129
5 cm	2,82 V	144
10 cm	3,34 V	170
15 cm	3,96 V	202
20 cm	4,51 V	230
23,5 cm	4,93 V	252

Grafik Output RPS terhadap Posisi Bola



Gambar 4.1

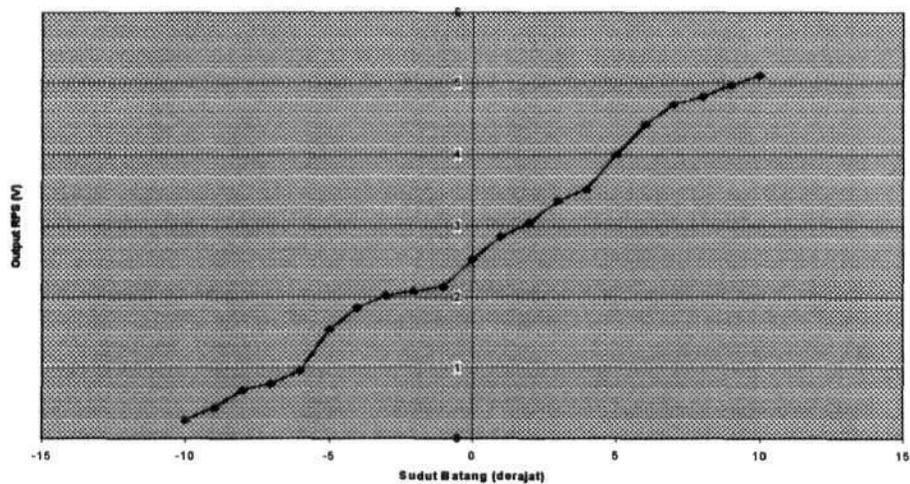
Grafik Output RPS terhadap Posisi Bola

Tabel 4.3

Pengujian Sensor Sudut Batang

SUDUT BATANG	OUTPUT RPS	OUTPUT ADC0808
-10 ⁰	0,273 V	13
-9 ⁰	0,448 V	23
-8 ⁰	0,688 V	35
-7 ⁰	0,782 V	40
-6 ⁰	0,961 V	49
-5 ⁰	1,558 V	79
-4 ⁰	1,846 V	93
-3 ⁰	2,022 V	103
-2 ⁰	2,081 V	105
-1 ⁰	2,146 V	108
0 ⁰	2,535 V	129
1 ⁰	2,848 V	143
2 ⁰	3,057 V	155
3 ⁰	3,353 V	170
4 ⁰	3,521 V	181
5 ⁰	4,001 V	203
6 ⁰	4,423 V	223
7 ⁰	4,702 V	239
8 ⁰	4,805 V	243
9 ⁰	4,981 V	252
10 ⁰	5,104 V	255

Grafik Output RPS terhadap Sudut Batang



Gambar 4.2

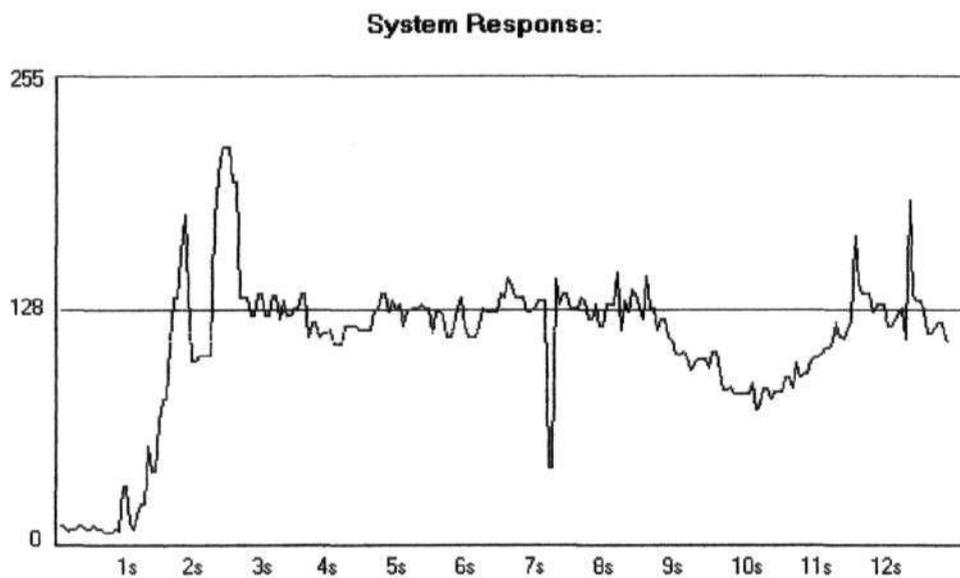
Grafik Output RPS terhadap Sudut Batang

3. PENGUJIAN SISTEM KENDALI

Pengujian sistem kendali dilakukan dengan variasi jumlah rule, dimana masing-masing variasi dicoba dengan menggunakan ukuran bola yang berbeda. Variasi jumlah rule yang memberikan respon paling baik digunakan untuk pengujian dengan variasi *setting point*. Pengujian yang terakhir dilakukan dengan melihat kemampuan kendali sistem terhadap gangguan yang diberikan padanya.

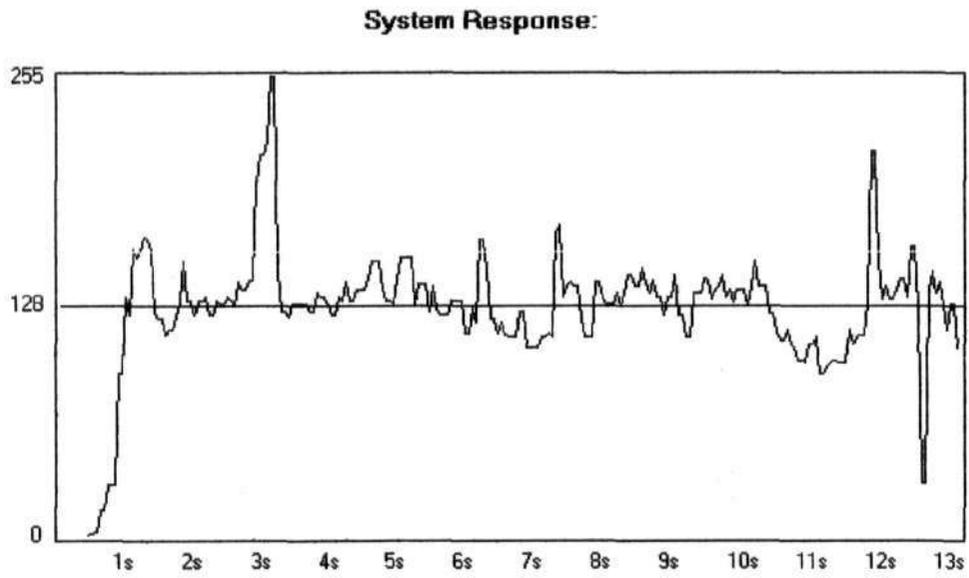
3.1 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 9 Rules

Sistem pertama kali diuji dengan menggunakan 9 rules dasar (rule 1 sampai rule 9 pada tabel 3.4). Pada pengujian ini, *crisp input Velocity* dan *Theta Dot* tidak digunakan (nol). Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:



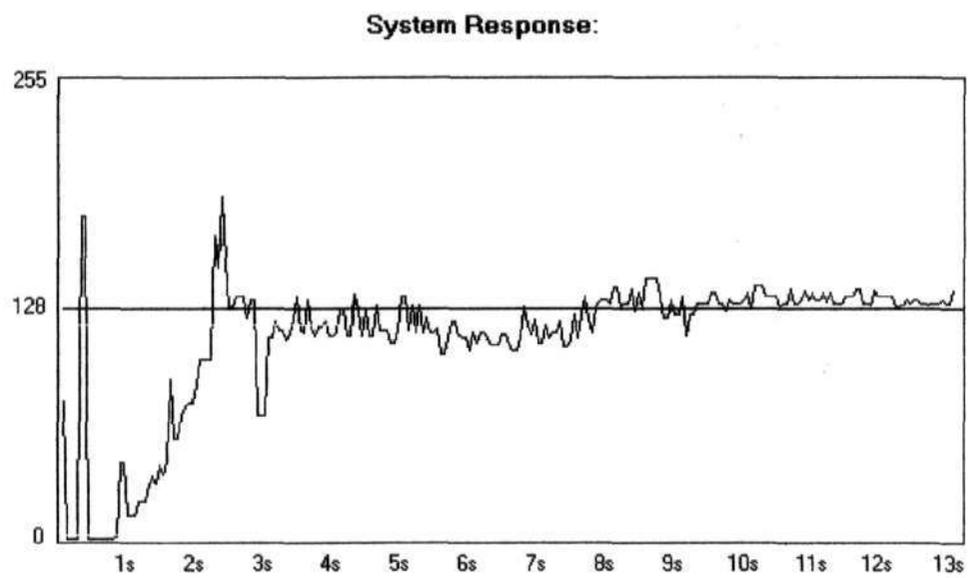
Gambar 4.3

Grafik Respon Sistem 9 Rules dengan Bola Kecil



Gambar 4.4

Grafik Respon Sistem 9 Rules dengan Bola Sedang



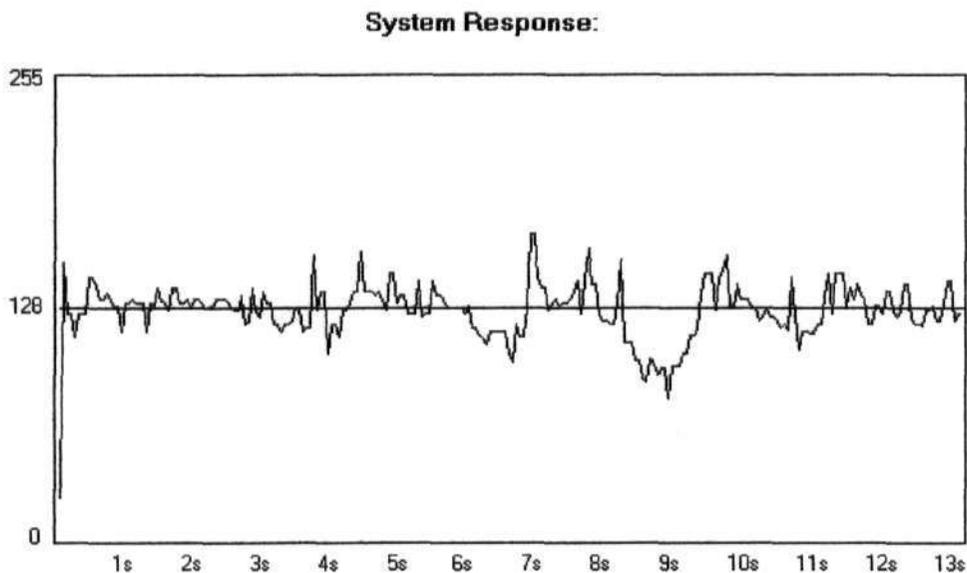
Gambar 4.5

Grafik Respon Sistem 9 Rules dengan Bola Besar

Dari hasil pengujian di atas terlihat bahwa bola tidak pernah mencapai keadaan stasioner tetapi selalu berosilasi di sekitar *setting point*. Respon *overshoot* yang terjadi tiba-tiba diakibatkan oleh adanya *bouncing* antara permukaan bola dengan sensor posisi. Hal ini disebabkan oleh perubahan arah gerak bola serta gerakan yang cepat dari bola. Dengan menggunakan bola yang lebih berat didapatkan hasil pembacaan sensor yang lebih baik, tetapi ditemui masalah dalam hal kecepatan gerak bola.

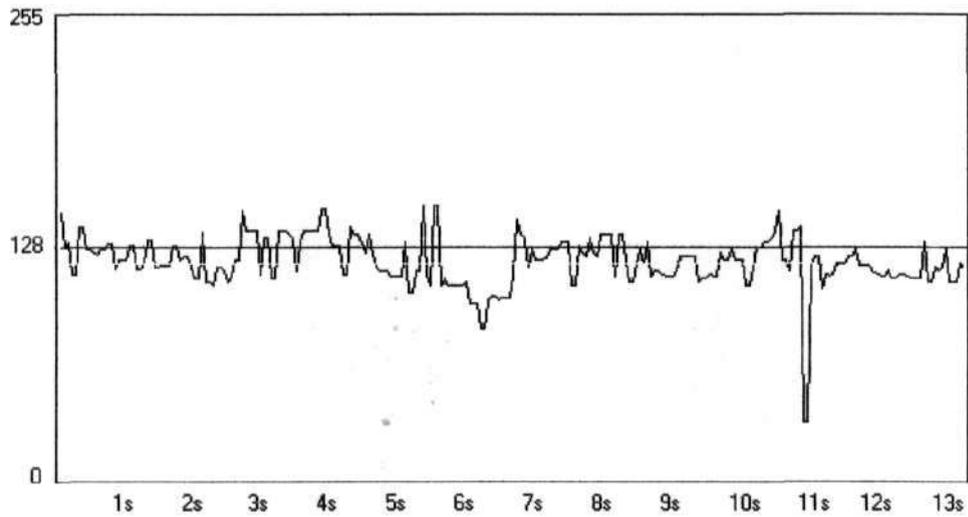
3.2 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 27 Rules

Dari 9 rules dasar dicoba ditambahkan rule-rule pelengkap dengan melibatkan *crisp input Velocity*. Sedangkan *crisp input Theta Dot* tetap tidak digunakan (nol). Rules yang digunakan yaitu rule 1 sampai dengan rule 27 dari tabel 3.4. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:



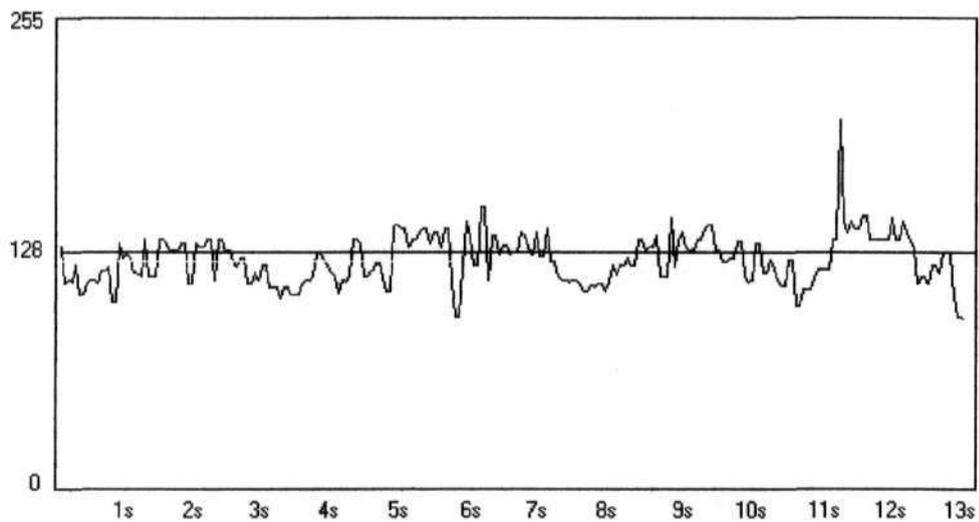
Gambar 4.6

Grafik Respon Sistem 27 Rules dengan Bola Kecil

System Response:

Gambar 4.7

Grafik Respon Sistem 27 Rules dengan Bola Sedang

**System Response:**

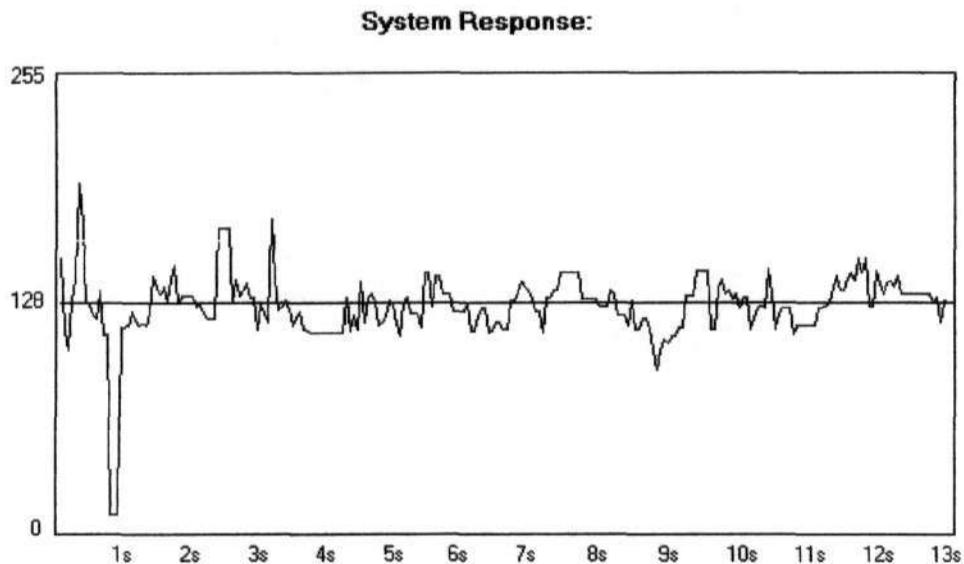
Gambar 4.8

Grafik Respon Sistem 27 Rules dengan Bola Besar

Dari hasil pengujian terlihat respon sistem yang lebih baik bila dibandingkan dengan respon sistem 9 rules. *Overshoot* masih terjadi pada sistem dengan 27 rules ini. Dengan menggunakan crisp input Velocity, dapat diprediksikan arah gerak bola serta seberapa cepat bola tersebut bergerak.

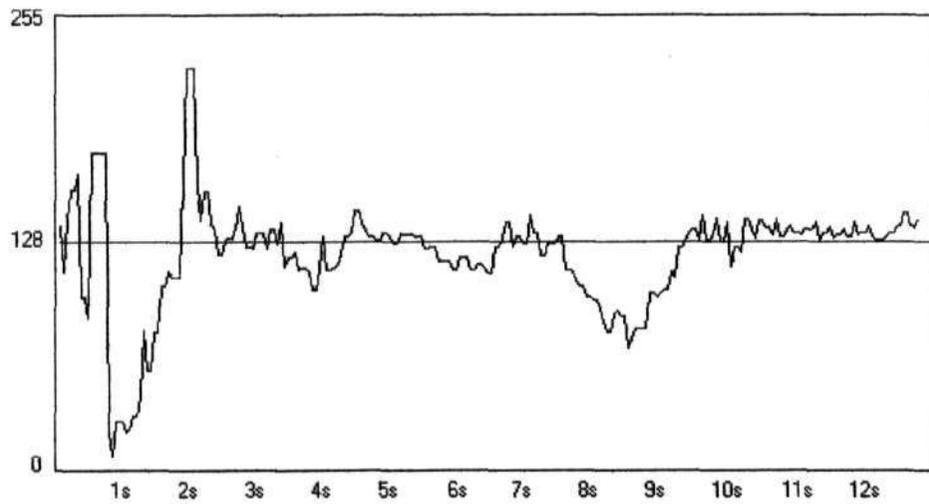
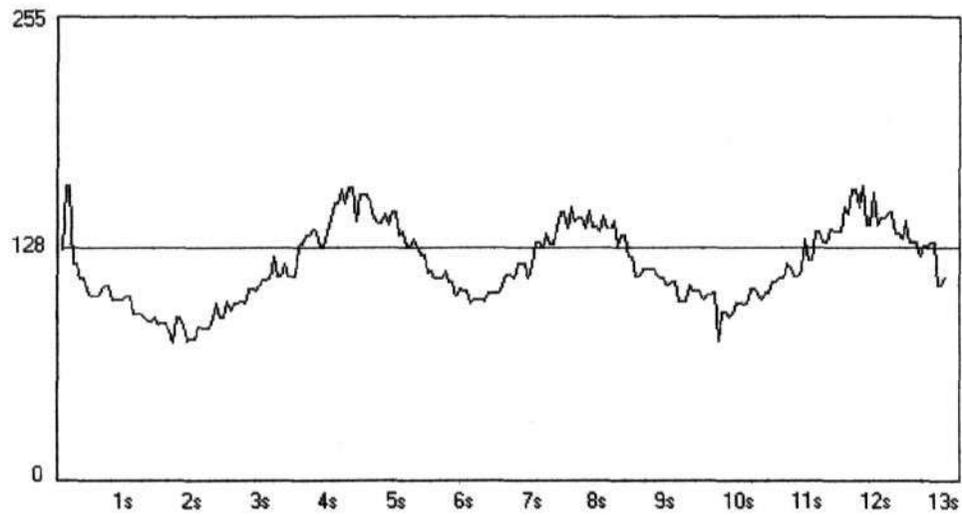
3.3 Pengujian Sistem dengan Menggunakan 81 Rules

Pengujian berikut dilakukan dengan menggunakan seluruh kemungkinan rules, yaitu berjumlah 81 buah rules. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.9

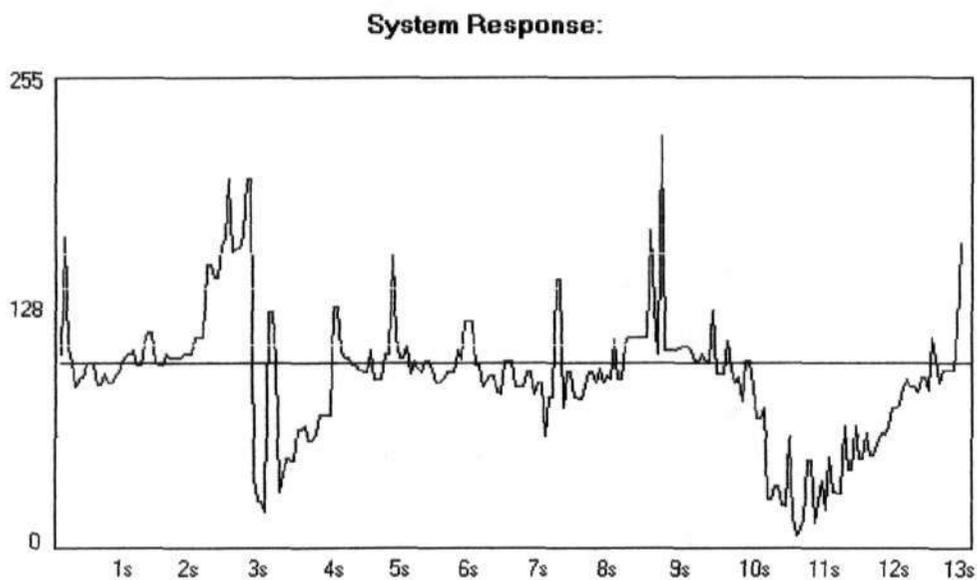
Grafik Respon Sistem 81 Rules dengan Bola Kecil

System Response:**Gambar 4.10****Grafik Respon Sistem 81 Rules dengan Bola Sedang****System Response:****Gambar 4.11****Grafik Respon Sistem 81 Rules dengan Bola Besar**

Dengan menggunakan 81 rules, hasil yang dicapai tidak banyak berubah. Hasil terbaik didapatkan bila menggunakan bola dengan ukuran kecil.

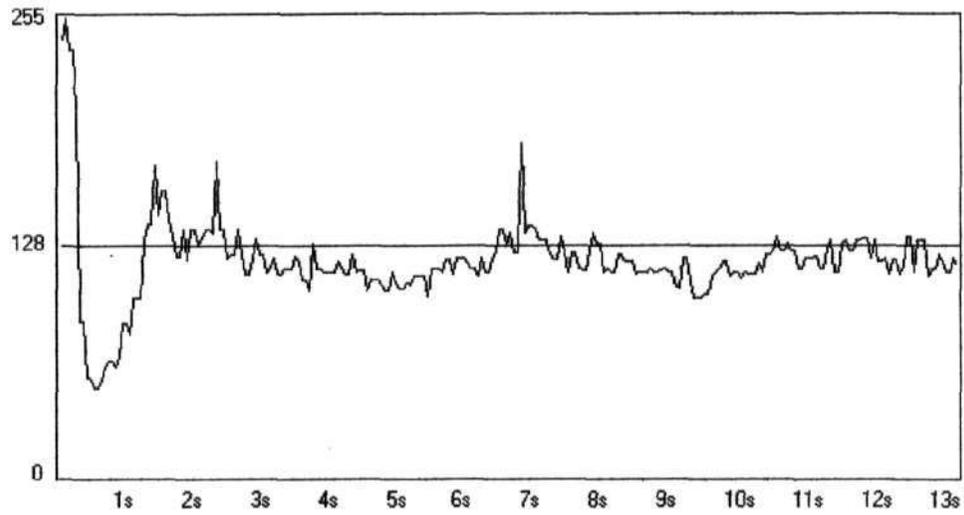
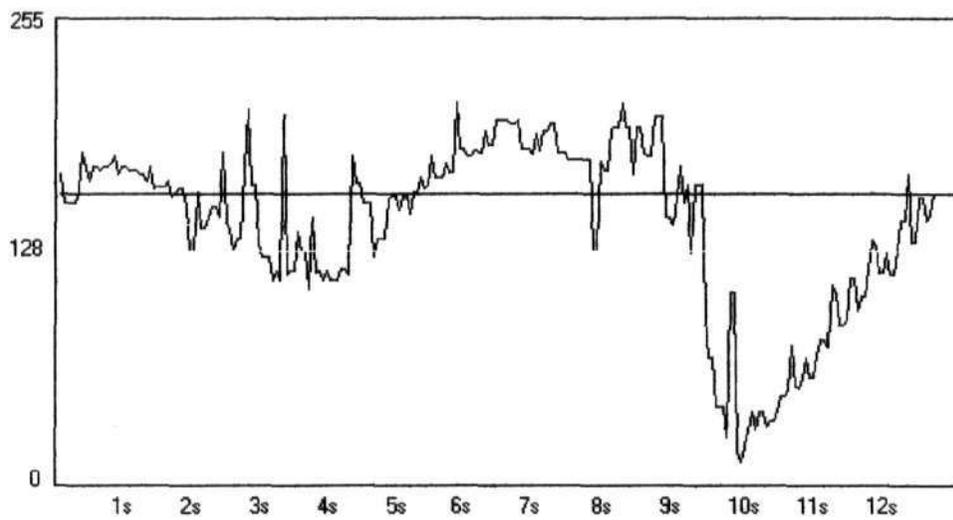
3.4 Pengujian Sistem dengan Variasi Setting Point

Pengujian dilakukan dengan menginputkan beberapa variasi setting point, kemudian respon sistem diamati. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:



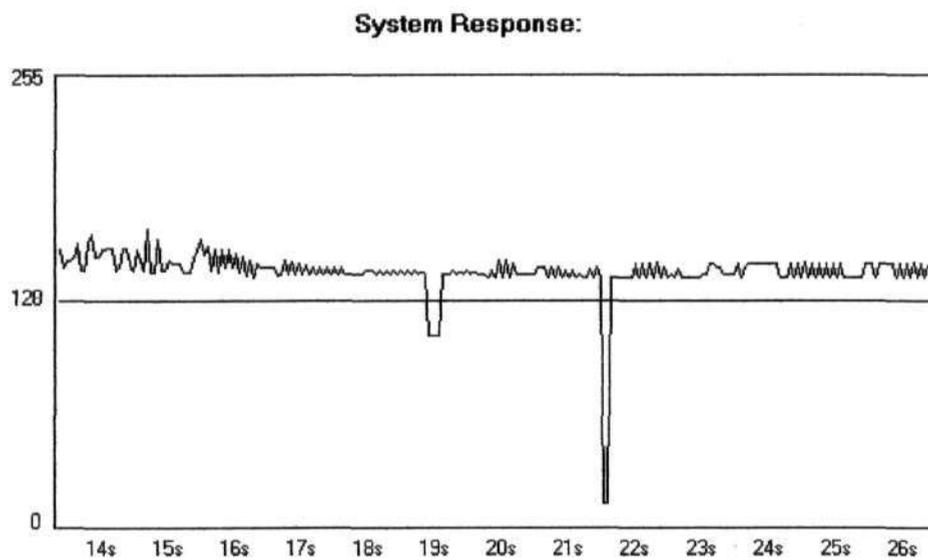
Gambar 4.12

Setting Point = 100

System Response:**Gambar 4.13****Setting Point = 128****System Response:****Gambar 4.14****Setting Point = 160**

3.5 Pengujian Sistem dengan Memberikan Gangguan

Pengujian sistem dengan memberikan gangguan dilakukan dengan sistem 27 rules, dengan setting point 128. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.15

Respon Sistem saat Seimbang

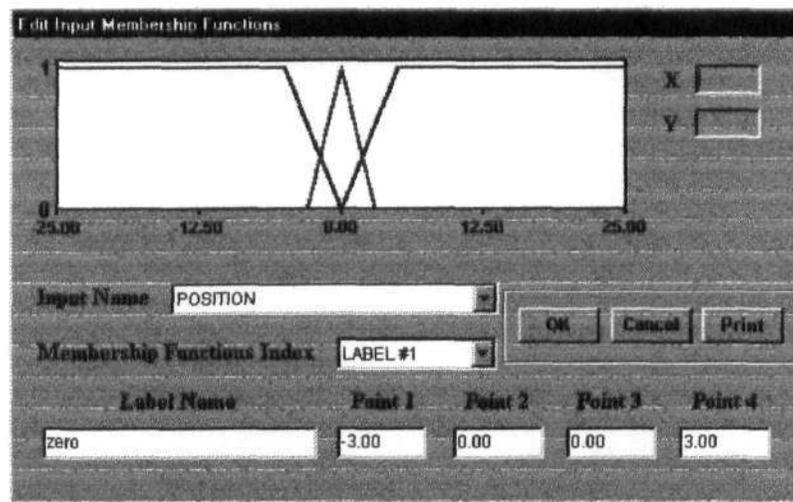


Gambar 4.16

Respon Sistem saat Diberi Gangguan

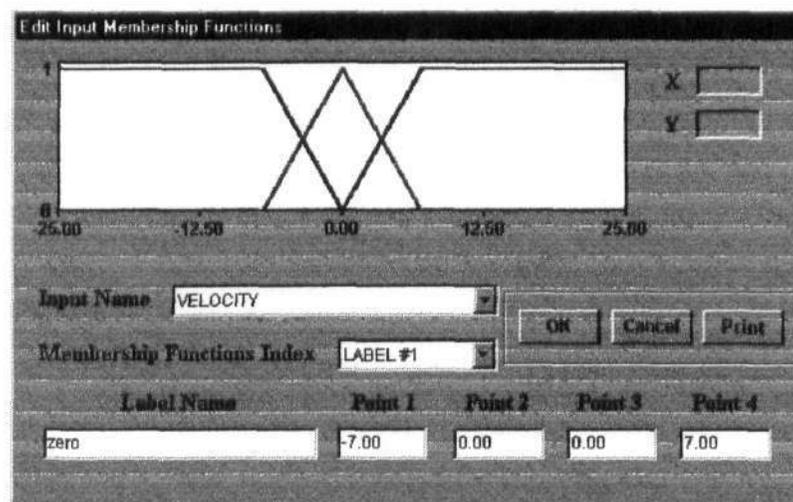
3.6 Pengujian Akhir

Setelah dilakukan tuning terhadap sistem, didapatkan hasil terbaik dengan menggunakan 27 buah rule (rule 1 sampai dengan rule 27 dari tabel 3.4), waktu sampling 0,2 detik dan membership function sebagai berikut:



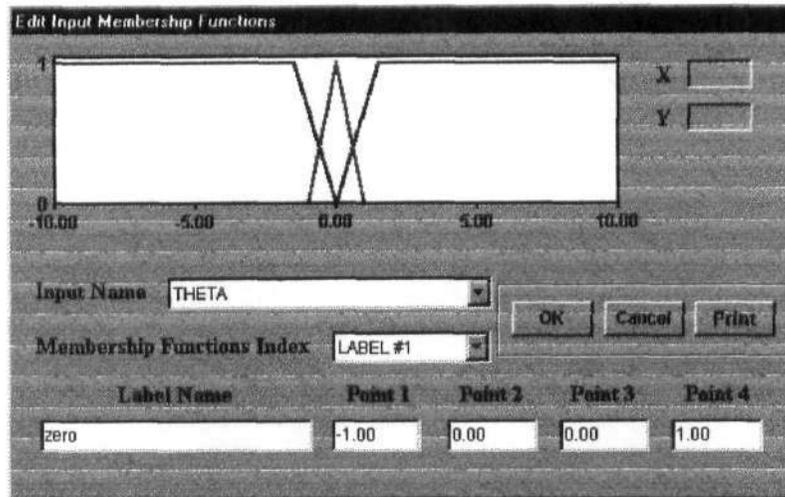
Gambar 4.17

Membership Function Position



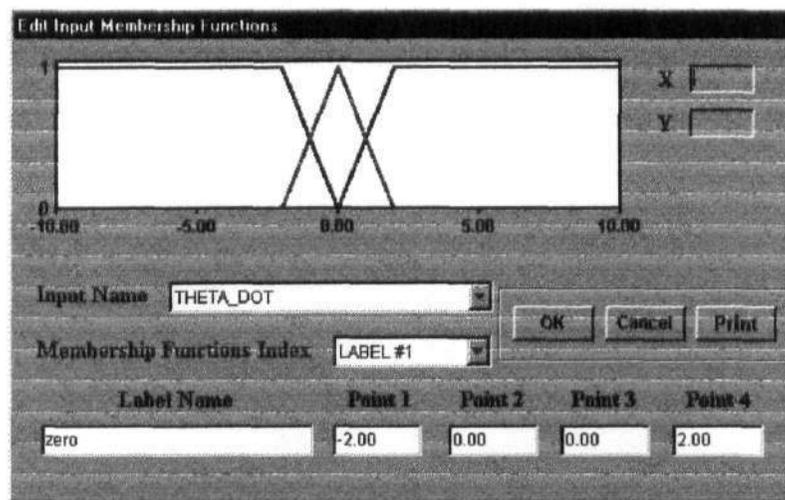
Gambar 4.18

Membership Function Velocity



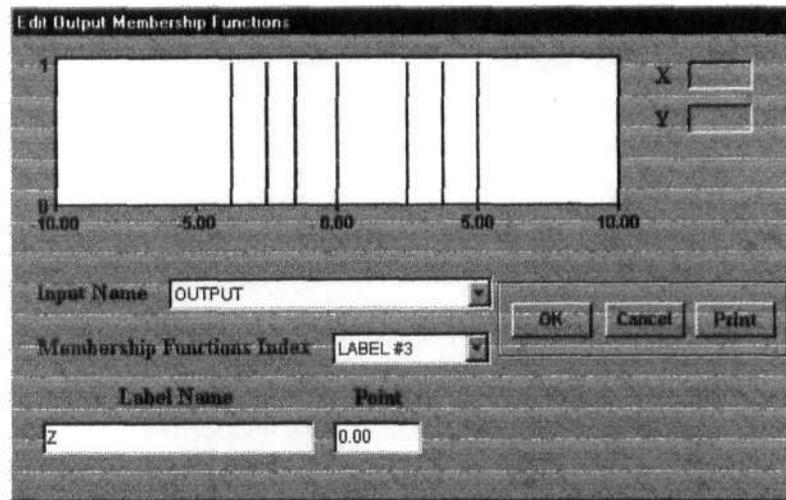
Gambar 4.19

Membership Function Theta



Gambar 4.20

Membership Function Theta Dot

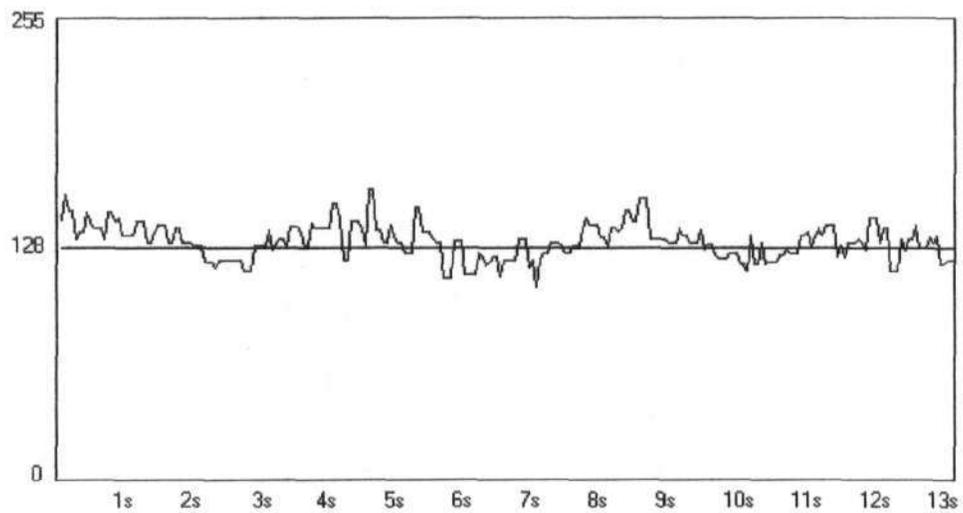


Gambar 4.21

Membership Function Output

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar berikut:

System Response:



Gambar 4.22

Hasil Pengujian Akhir