

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menemukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

1. Pengujian *Driver Motor*.
2. Pengujian *Soil Moisture Sensor*.
3. Pengujian kecepatan Motor DC.
4. Pengujian sistem keseluruhan.

5.1 Pengujian *Driver Motor DC*

a. Tujuan

Pengujian *driver motor Direct Current (DC)* ini bertujuan untuk mengetahui *output driver motor* yang dibandingkan dengan masukannya yang kemudian dapat diketahui juga hubungan keluaran *Pulse Width Modulation (PWM)* dengan tegangan yang dibutuhkan untuk motor *Direct Current (DC)*.

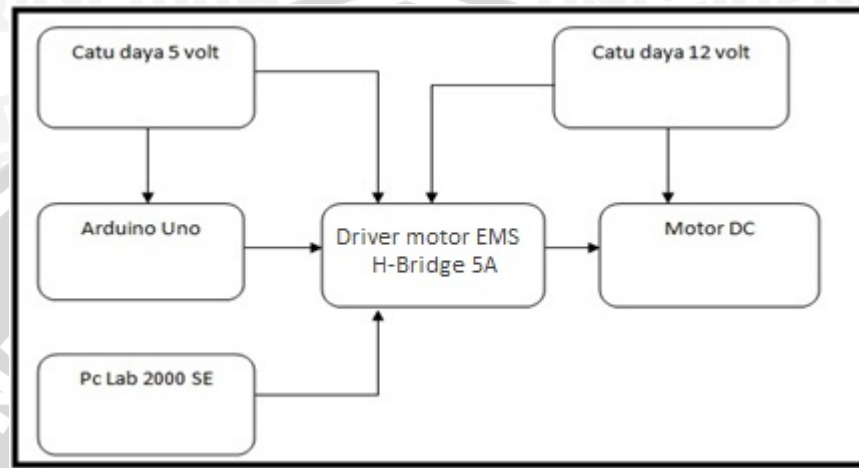
Peralatan yang digunakan

- Modul Arduino Uno
- *Driver motor*
- Motor DC
- Catu daya 5V dan 12V
- *Hardware dan software Pulse Width Modulation (PWM)*

b. Langkah pengujian

1. Merangkai peralatan seperti Gambar 5.1.
2. Mengunduh program yang mengeluarkan data berupa *Pulse Width Modulation (PWM)* dengan keluaran 10-250 dengan interval setiap 10 *Pulse Width Modulation (PWM)* pada *software arduino ERW 1.0.5*.

3. Jalankan *software* PC Lab 2000SE.
4. Pilih mode osiloskop lalu pilih *Run* untuk menjalankan osiloskop.
5. Mengamati sinyal kontrol berupa *duty cycle* pada osiloskop untuk setiap pengujian mikrokontroler dan *driver*.



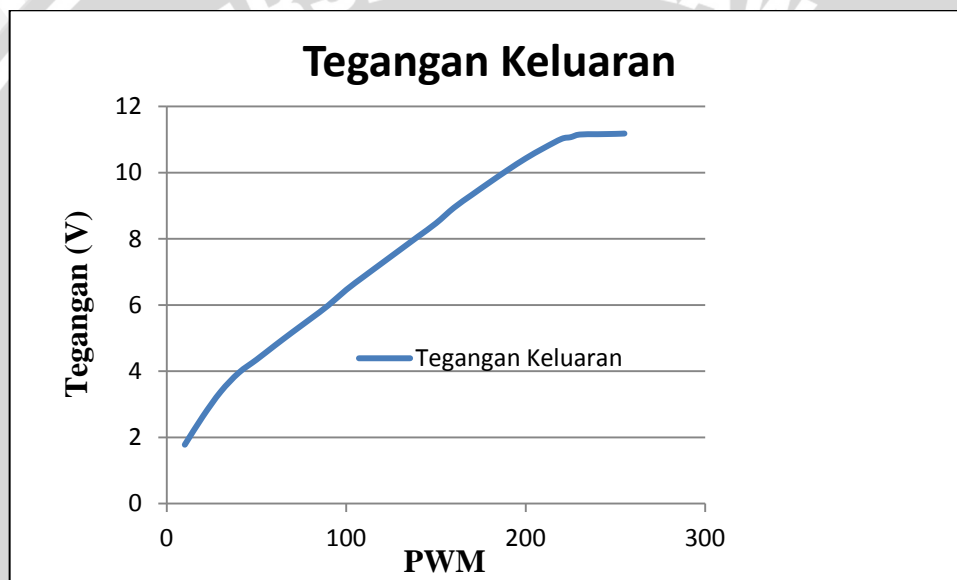
Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian *Driver* Motor DC

c. Hasil pengujian

Tabel 5.1 Hasil Pengujian *Driver* Motor DC

PWM	<i>Duty Cycle Driver</i>	Tegangan <i>Driver</i> (V)
10	11	1.78
20	19.3	2.63
30	26.4	3.38
40	31.3	3.95
50	35.1	4.35
60	38.9	4.77
70	42.6	5.18
80	64.5	5.58
90	50.2	5.99
100	54.6	6.46
110	58.6	6.87
120	62.3	7.27
130	65.4	7.67
140	69.2	8.07
150	73	8.47

160	77.6	8.94
170	81.4	9.33
180	84.7	9.71
190	88.1	10.08
200	91.4	10.43
210	93.9	10.74
220	95.6	11.02
225	97.7	11.07
220	??	11.15
240	??	11.16
250	??	11.17
255	??	11.18



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Tegangan dengan PWM

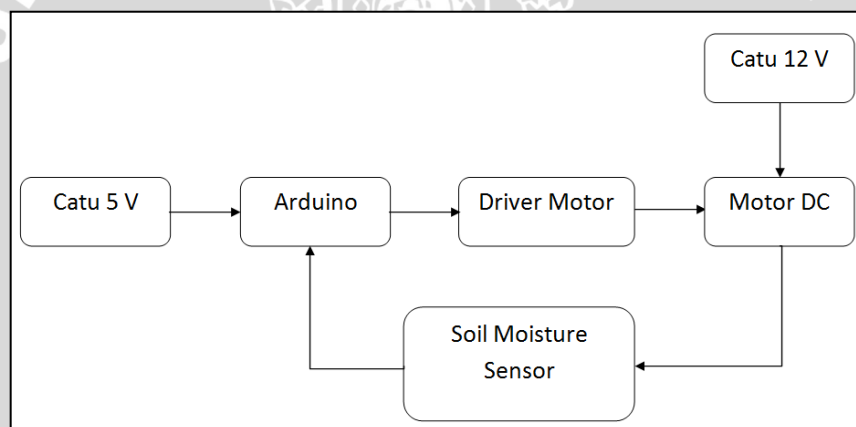
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel dapat diketahui bahwa tegangan yang keluar berubah-ubah sesuai dengan perubahan *Pulse Width Modulation (PWM)* dengan demikian dapat disimpulkan *driver* dapat berfungsi dengan baik.

5.2 Pengujian *Soil Moisture Sensor YL69/LM393* dan Sensor Kecepatan Motor

a. Tujuan

Mengetahui kadar air pada tanah yang terbaca pada sensor *Soil Moisture Sensor* serta pengujian sensor kecepatan yang dilakukan untuk mengetahui RPM yang terbaca pada sensor motor agar sesuai dengan nilai yang diinginkan untuk diolah kembali ke kontroler PID sebagai input

- b. Peralatan yang digunakan
 - Modul Arduino uno
 - Driver EMS H-Bridge 5A
 - Motor DC
 - Catu daya 5V dan 12V
 - *Soil Moisture Sensor* YL69/LM393
 - Tachometer
- c. Langkah pengujian
 1. Merangkai rangkaian seperti pada gambar 5.3.
 2. Mengisi arduino uno dengan program pembacaan sensor
 3. Mengaktifkan catu daya 5 volt dan 12 Volt
 4. Mencatat hasil pengukuran kadar air pada tanah yang keluar dan putaran motor.



Gambar 5.3 Diagram Blok Pengujian Sensor

- d. Hasil pengujian
- Hasil pengujian pembacaan *Soil Moisture Sensor* YL69/LM393 dalam skala 0-5 volt pada tanah ditentukan ditunjukkan pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Pengujian *Soil Moisture Sensor* YL69/LM393

Porsi Air (ml)	Tanah kebun (v)	Pasir dan kerikil(v)	Tanah dan kerikil(v)	Pasir(v)
0	0,77	4,88	0,75	5
5	0,68	2,13	0,60	1,82
10	0,65	1,21	0,60	1,07
15	0,62	1,16	0,58	1,03
20	0,60	1,8	0,55	1,02

Dengan ketentuan pembacaan pada modul arduino :

Kering = > 3 volt

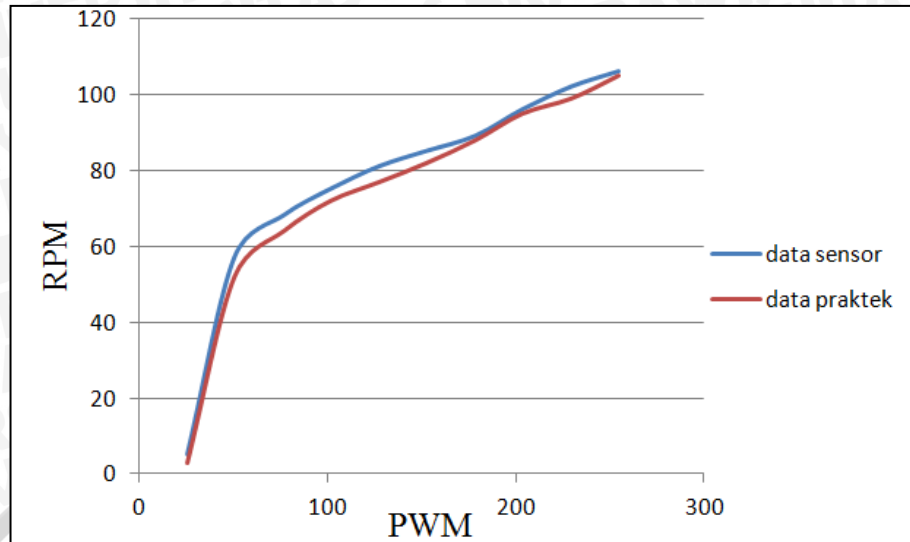
Basah = < 3 volt

Bila dikonversikan ke nilai ADC pada *serial monitor* maka 3 volt bernilai 614.

Hasil pengujian sensor motor didapatkan data hasil pengujian motor *Direct Current* (DC) dengan nilai *Pulse Width Modulation* (PWM) yang ditentukan. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.4.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Motor dan Praktek Menggunakan Tachometer

Nilai PWM	Nilai RPM Arduino	Nilai RPM Tachometer
0	0	0
26	5	3
51	57	52
77	68	64
102	75	72
128	81	77
153	85	82
179	89	88
204	96	95
230	102	99
255	106	105



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Perbandingan Nilai Pembacaan Sensor

Dari hasil pengujian didapat kesalahan antara pembacaan sensor dan pembacaan manual menggunakan *tachometer* sebesar 3.66%.

5.3 Pengujian Kecepatan Motor DC

a. Tujuan

Untuk mengetahui kecepatan motor yang diberikan masukan berupa *Pulse Width Modulation* (PWM) yang berbeda-beda.

b. Peralatan yang digunakan

- Catu daya 5 volt dan 12 volt
- Modul Arduino Uno
- *Driver* motor
- Motor DC

c. Langkah pengujian

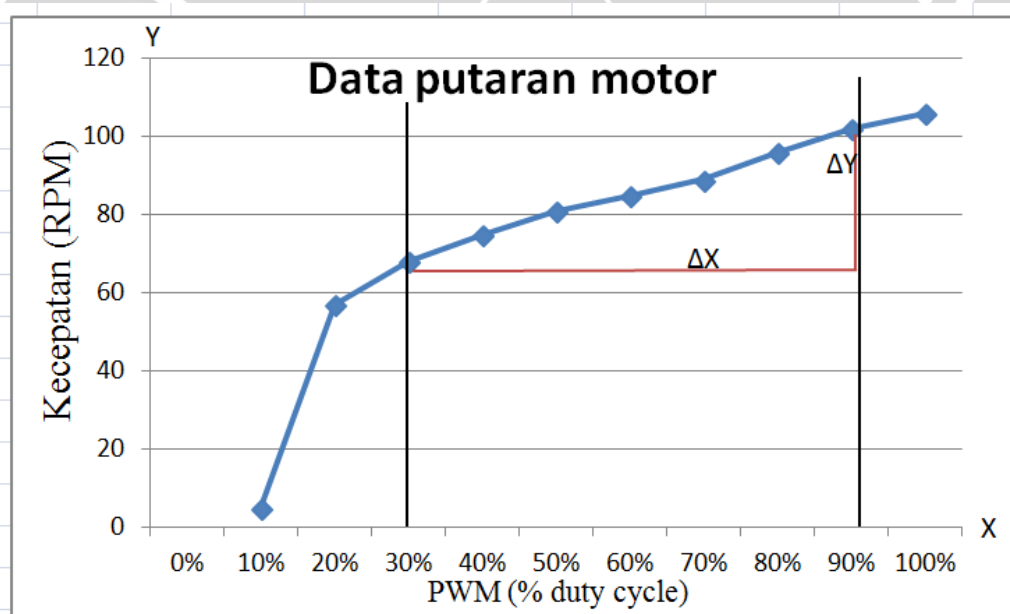
Mengukur kecepatan motor dengan nilai *Pulse Width Modulation* (PWM) yang berbeda, sehingga didapatkan kecepatan yang diinginkan.

d. Hasil pengujian

Hasil pengujian kecepatan motor dengan nilai *Pulse Width Modulation* (PWM) yang ditentukan ditunjukkan pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.5.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kecepatan Motor dengan nilai PWM

Dalam persen (%)	Nilai PWM	Nilai RPM Arduino
0%	0	0
10%	26	5
20%	51	57
30%	77	68
40%	102	75
50%	128	81
60%	153	85
70%	179	89
80%	204	96
90%	230	102
100%	255	106

**Gambar 5.5** Grafik Hubungan PWM dengan Kecepatan Motor.

$$\begin{aligned}
 \text{Gain Steady State (Gss)} &= \frac{\Delta Y}{\Delta X} \\
 &= \frac{102 - 68}{90\% - 30\%} \\
 &= \frac{34}{0,6} \\
 &= 56,67
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat motor mulai berputar di kisaran PWM 10%. Pada PWM dibawah 30% dan diatas 90% perfomansi motor

tidak linier. Sehingga dapat disimpulkan motor berputar dengan masukan berupa *Pulse Width Modulation* (PWM) yang berbeda, kecepatan yang diperhitungkan adalah pada kisaran nilai PWM 30%-90% karena pada persentase tersebut performansi motor menjadi linier, dan diluar persentase tersebut tidak diperhitungkan.

5.4 Pengujian Sistem Keseluruhan

a. Tujuan

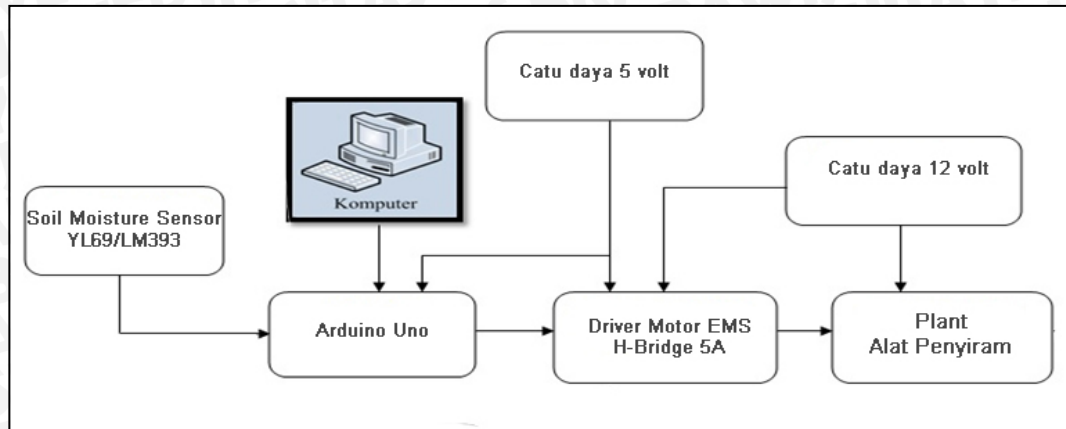
Agar mengetahui kerja dari perangkat keras dan perangkat lunak setelah diintegrasikan dalam sebuah sistem terpadu dan bekerja sesuai dengan *setpoint* yang diharapkan.

b. Peralatan yang digunakan

- Alat penyiram tanaman lengkap dengan motor DC.
- Halaman mini lengkap dengan *Soil Moisture Sensor* YL69/LM393 yang sudah tertanam di dalam tanah
- Jalur lintasan yang sudah disiapkan dan sumber pompa air
- Catu daya 12 volt dan 5 volt
- Modul Arduino Uno
- *Driver* motor menggunakan modul EMS 5A *H-Bridge*
- Kabel serial

c. Langkah Pengujian

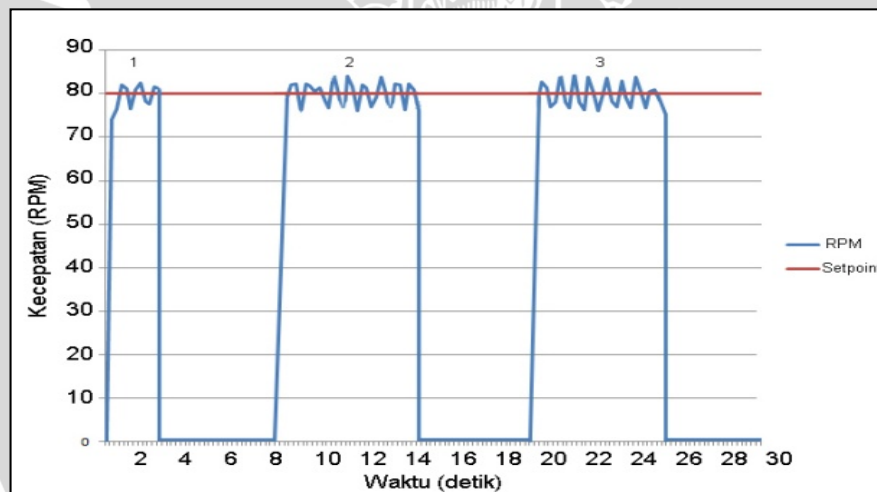
Pengujian alat ini dilakukan dengan cara merangkai rangkaian seperti pada Gambar 5.6 kemudian mengunduh program $kp = 10$ $ki = 0$ dan $kd = 100$ pada *software* arduino uno. Nilai keluaran pembacaan kecepatan oleh sensor kemudian ditampilkan pada serial monitor *software* Arduino Uno. Setelah itu mengamati hasil keluaran berupa nilai RPM yang terbaca kemudian membuat grafik kecepatan terhadap waktu yang menampilkan data setiap 1 detik pada sensor yang terbaca. Langkah terakhir mencatat *error* yang menjadi hasil pembacaan sensor dengan *setpoint* yang diinginkan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kontrol sistem terhadap kondisi lintasan yang lurus dan menanjak .



Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Keseluruhan Sistem

d. Hasil pengujian

Setelah melakukan prosedur pengujian dengan nilai $k_p = 10$, $k_i = 0$, $k_d = 100$ didapatkan hasil keluaran sistem. Berikut hasil pengujian sistem keseluruhan:



Gambar 5.7 Grafik Respon Sistem Keseluruhan

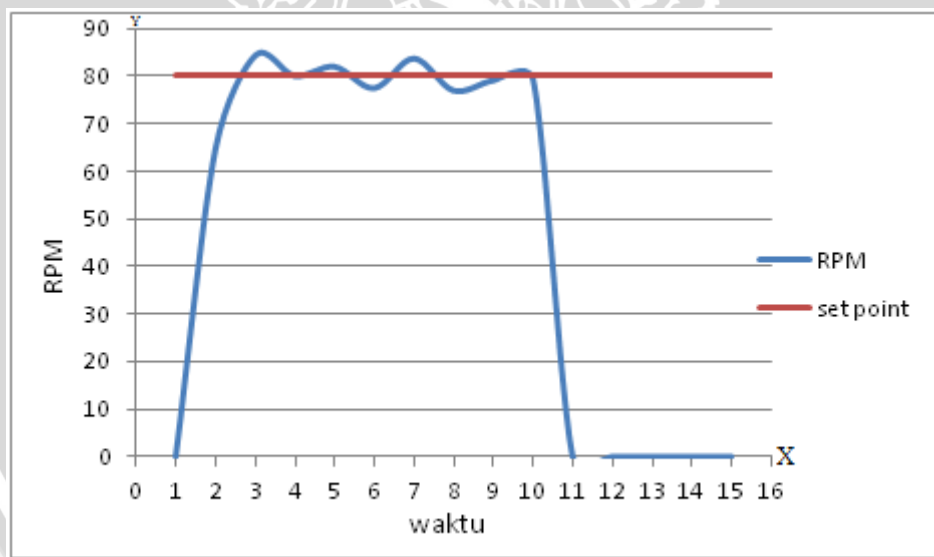
Dari Gambar 5.7, diketahui bahwa hasil respon ketika lintasan lurus memiliki % error sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{Ess}_1 &= \frac{|\text{Average speed steady} - \text{setpoint}|}{\text{setpoint}} \times 100 \% \\
 &= \frac{|79.08 - 80|}{80} \times 100 \% \\
 &= 1.14 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% E_{SS2} &= \frac{|Average\ speed\ steady - setpoint|}{setpoint} \times 100 \% \\
 &= \frac{|79.88 - 80|}{80} \times 100\% \\
 &= 0.15 \% \\
 \% E_{SS3} &= \frac{|Average\ speed\ steady - setpoint|}{setpoint} \times 100 \% \\
 &= \frac{|79.75 - 80|}{80} \times 100\% \\
 &= 0.3 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil penghitungan didapatkan *error* sensor 1 sebesar 1.14%, sensor 2 sebesar 0.15%, dan sensor 3 sebesar 0.3% serta waktu *steady* 0,9 detik, sistem dikatakan cukup baik karena *error* yang didapatkan masih di bawah dalam toleransi 2%.

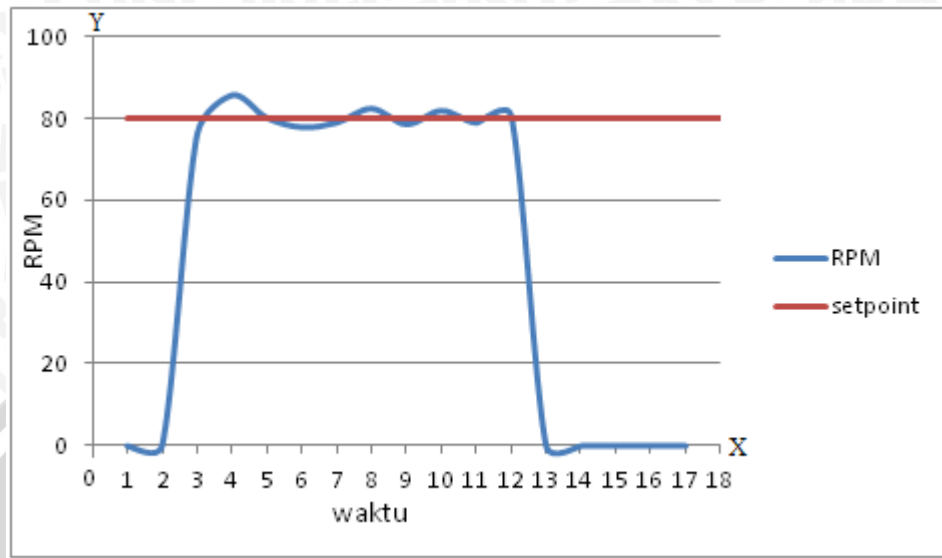
Respon sistem dengan beban tanjakan dengan sudut kemiringan lintasan 30° ditunjukkan dalam Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik Respon Sistem dengan Sudut Kemiringan 30°

$$\begin{aligned}
 \% E_{SS} &= \frac{|Average\ speed\ steady - setpoint|}{setpoint} \times 100 \% \\
 &= \frac{|78,47 - 80|}{80} \times 100\% \\
 &= 1,9 \%
 \end{aligned}$$

Respon sistem dengan beban tahanan dengan sudut kemiringan lintasan 45° ditunjukkan dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.8 Grafik Respon Sistem dengan Sudut Kemiringan 45°

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Ess} &= \frac{|Average\ speed\ steady - setpoint|}{setpoint} \times 100 \% \\
 &= \frac{|80,162 - 80|}{80} \times 100\% \\
 &= 0,2 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil penghitungan didapatkan *error* pada sudut 30 ° sebesar 1,9% serta waktu *steady* 3 detik dan *error* pada sudut 45 ° sebesar 0,2% serta waktu *steady* 4 detik, sistem dikatakan cukup baik karena *error* yang didapatkan masih di dalam batas toleransi 2%.