

PENGATUR KECEPATAN KIPAS ANGIN LISTRIK BERBASIS *PULSE WIDTH MODULATION*

Dermawan¹⁾

ABSTRAK: Teknologi dengan menggunakan sistem kendali kecepatan banyak digunakan dalam keseharian masyarakat. Salah satu peralatan rumah tangga yang menggunakan sistem ini adalah kipas angin. Pada alat ini digunakan sebuah kontrol untuk mengatur kecepatan kipas angin AC 220v melalui luaran PWM mikrokontroller. Luaran dari alat yang dibuat adalah kipas angin AC 220v/45 watt dengan ukuran baling-baling 6". Pada proyek penelitian ini yang akan dibuat, pembahasan berfokus pada beberapa hal berikut ini, diantaranya luaran yang digunakan adalah kipas angin AC 220v/45 watt dengan ukuran baling-baling 6", dan tampilan menggunakan sebuah tujuh ruas, alat yang dibuat menggunakan kecepatan minimal satu dan maksimal sembilan, serta pemrograman alat ini menggunakan bahasa C dengan pustaka *IRremote*.

Kata kunci : Motor Listrik, Kipas Angin, Remote, Mikrokontroller

PENDAHULUAN

Perkembangan kipas angin di era modern seperti sekarang ini sudah semakin pesat, terutama dalam hal kontrol dan teknik dalam menggerakkan udara disekitarnya. Jika dulu kipas angin hanya dapat dikendalikan melalui tombol-tombol yang ada pada alat tersebut, sekarang pengendalian sudah dapat dilakukan secara jarak jauh menggunakan *remote control*. Pengaturan kecepatan kipas angin biasanya disesuaikan dengan lilitan tembaga pada motor penggeraknya. Selain itu juga dapat diatur melalui daya yang diberikan pada beban, sehingga tidak merubah jumlah lilitan pada motornya. Intisari-Teknologi dengan menggunakan sistem kendali kecepatan banyak digunakan dalam keseharian masyarakat. Salah satu peralatan rumah tangga yang menggunakan sistem ini adalah kipas angin. Pada alat ini digunakan sebuah kontrol untuk mengatur kecepatan kipas angin AC 220v melalui luaran PWM mikrokontroller. Luaran dari

alat yang dibuat adalah kipas angin AC 220v/45 watt dengan ukuran baling-baling 6".

Pada proyek penelitian ini yang akan dibuat, pembahasan berfokus pada beberapa hal berikut ini, diantaranya luaran yang digunakan adalah kipas angin AC 220v/45 watt dengan ukuran baling-baling 6", dan tampilan menggunakan sebuah tujuh ruas, alat yang dibuat menggunakan kecepatan minimal satu dan maksimal sembilan, serta pemrograman alat ini menggunakan bahasa C dengan pustaka *IRremote*.

Tujuan akhir dari rancang bangun Pengatur Kecepatan Kipas Angin Listrik Berbasis *Pulse Width Modulation* untuk mendapatkan informasi dalam bentuk data maupun karakteristik/grafik melalui kontrol PWM pada motor-motor listrik, dan merealisasikan suatu rancang bangun simulasi alat untuk pengontrolan otomatis terhadap motor induksi satu fasa dengan sensor temperatur berbasis mikrokontroller.

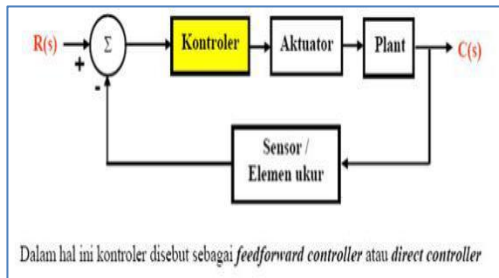
1

¹⁾ adalah dosen Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10, Tamalanrea Makassar 90245

KONTROLER

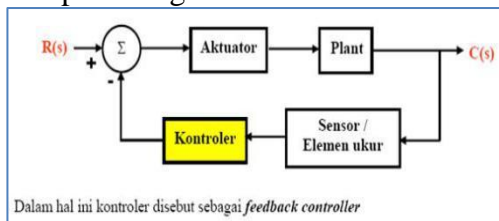
Kontroler merupakan salah satu komponen sistem pengaturan yang berfungsi mengolah sinyal umpan balik dan sinyal masukan acuan (setpoint) atau sinyal error mejadi sinyal kontrol. Sinyal error disini adalah selisih antara sinyal umpan balik yang dapat berupa sinyal keluaran plant sebenarnya atau sinyal keluaran terukur dengan sinyal masukan acuan (*setpoint*). Letak kontroler dalam sistem pengaturan khususnya sistem pengaturan loop tertutup dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan desain, yaitu :

1. Kontroler terletak pada lintasan umpan maju (*feedforward*), seperti pada diagram blok berikut ini :



Gambar 1. Lintasan umpan maju

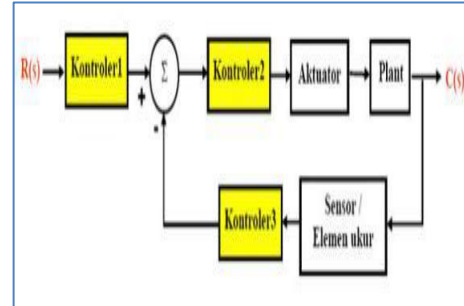
2. Kontroler terletak pada lintasan umpan balik (*feedback*), seperti pada diagram blok berikut ini :



Gambar 2. Lintasan umpan balik

3. Kontroler terletak pada lintasan umpan maju (*feedforward*), lintasan umpan balik (*feedback*) dan diletakkan seri dengan

loop tertutup. Dalam hal ini kontroler disebut sebagai *model following controller*. Hal ini dapat kita lihat seperti pada diagram blok berikut ini :



Gambar 3. Model Following Controller

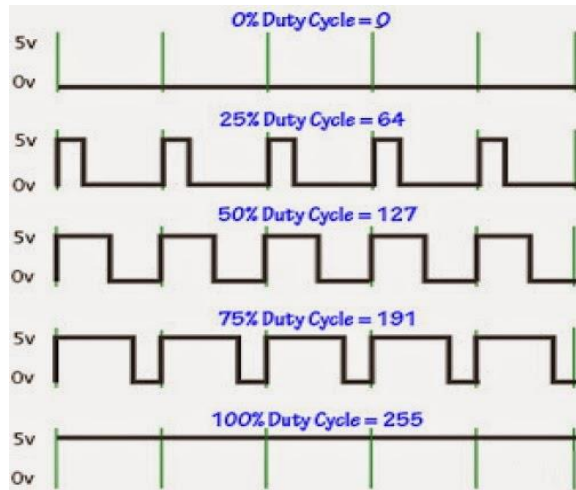
PWM (Pulse Width Modulation)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulse dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulse yang bervariasi. Lebar Pulse PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, Sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun *duty cycle* bervariasi (antara 0% hingga 100%). PWM pada arduino uno memiliki resolusi 8 bit yang berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak $2^8=256$ variasi mulai dari 0–255 perubahan nilai yang mewakili *duty cycle* 0–100% dari keluaran PWM tersebut.

Dengan cara mengatur lebar pulse “on” dan “off” dalam satu perioda gelombang melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu

PWM akan didapat *duty cycle* yang diinginkan. *Duty cycle* dari PWM dapat dinyatakan sebagai:

$$DutyCycle = \frac{t_{ON}}{(t_{ON} + t_{OFF})} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

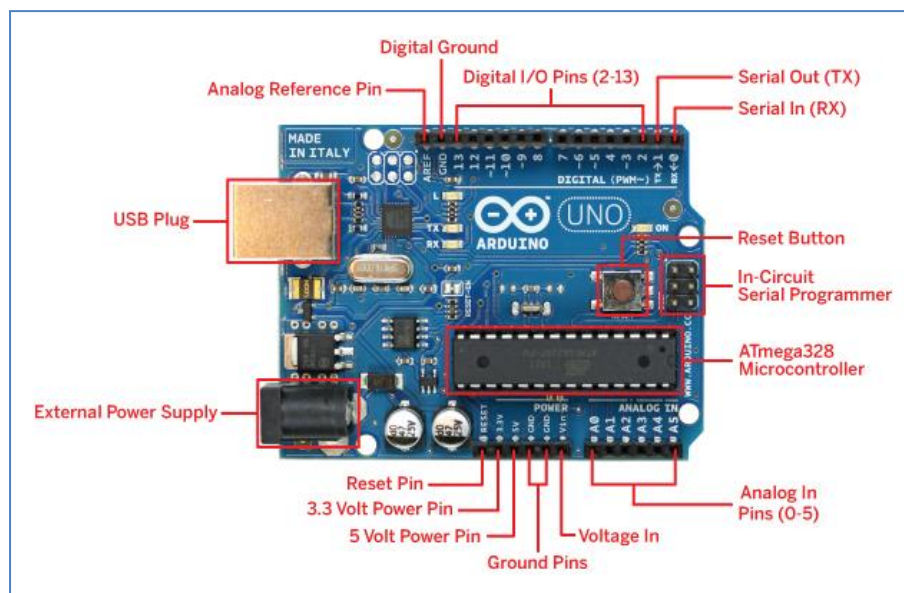


Gambar 4 Pulse PWM

Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino uno mempunyai 14 pin masukan/luaran digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai

luaran PWM), 6 masukan analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*.



Gambar 5 Board Arduino Uno

Setiap 14 pin digital pada Arduino uno dapat digunakan sebagai masukan dan luaran, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi pada tegangan 5v. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* 20-50 k Ω . Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (*Transistor-Transistor Logic*).
- *External Interrupts*: 2 dan 3. Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah *interrupt* pada sebuah nilai rendah, kenaikan atau penurunan yang besar, atau perubahan nilai.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit luaran PWM dengan fungsi *analogWrite()*.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan pustaka SPI.
- LED: 13. Ada sebuah LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai tinggi, LED menyala; ketika pin bernilai rendah, LED mati.

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Uno

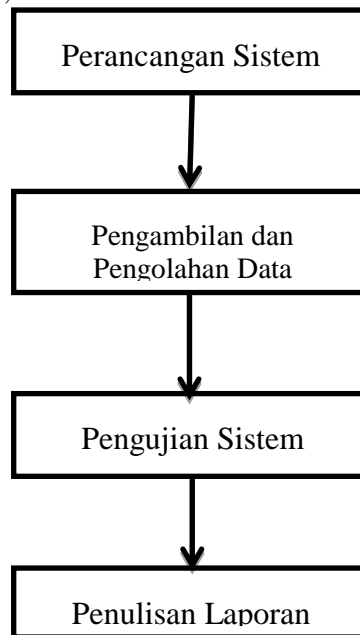
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

METODOLOGI PENELITIAN

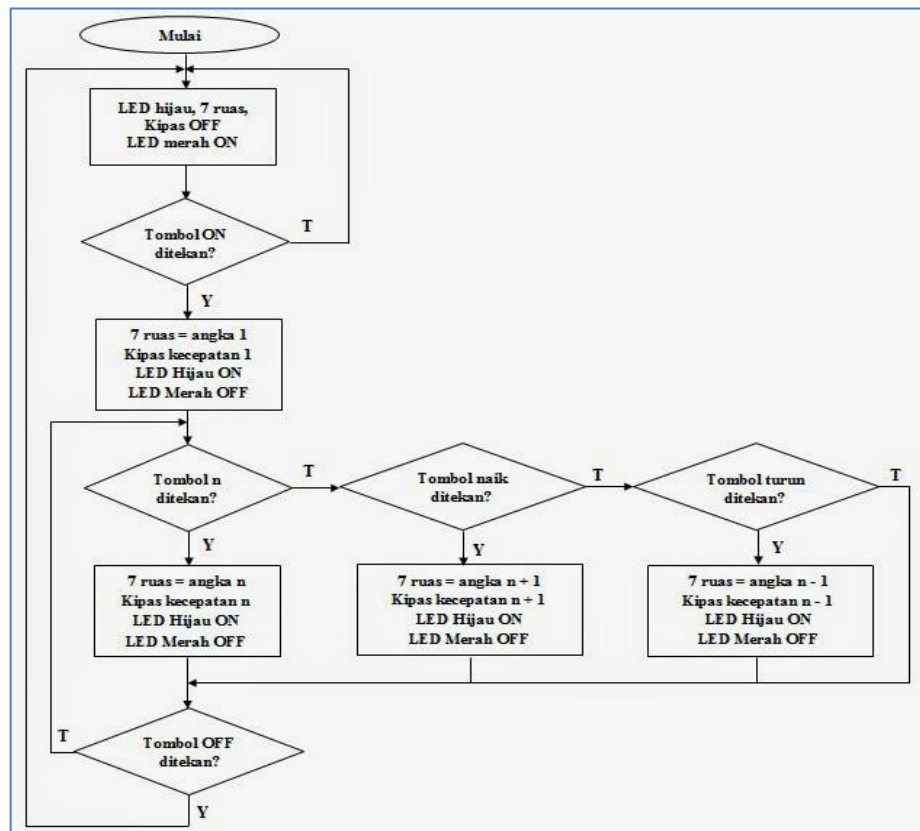
Pengatur Kecepatan Kipas Angin Listrik Berbasis *Pulse Width Modulation* membuat perilaku sistem antara sinyal kontrol dan *output plant* tidak terganggu terhadap ketidakpastian parameter kontrol, sinyal yang diberikan berturut-turut menunjukkan sinyal kontrol serta pengukuran dan sinyal *output*. Sedangkan sinyal yang diberikan adalah sinyal hasil estimasi, dimana sinyal kontrol diberikan oleh kontrol *PWM*, yaitu kontrol pada model nominal.. Kemampuan ini dapat ditunjukkan dengan memperhatikan, dari

ketiga fungsi alih bahwa desain kontrol ini untuk menentukan performa kecepatan putar kipas angin, dan perilaku ketiga fungsi alih sistem tersebut ketika nilai kecepatan akan menunjukkan arah putar.

Hal ini berarti dinamika sistem dari satu ke bentuk yang lain menjadi sama seperti model nominal, sehingga hal ini menunjukkan bahwa pada kecepatan rendah, yang ada akan diredam, dan hal ini menunjukkan bahwa nilai kecepatan akan diperhitungkan oleh sistem yaitu mikrokontroler.



Gambar 6 Alur Penelitian



Gambar 7 Diagram alir kerja alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengatur Kecepatan motor listrik Berbasis *Pulse Width Modulation* membuat perilaku sistem antara sinyal kontrol dan *output plant* tidak terganggu terhadap ketidakpastian parameter kontrol, sinyal yang diberikan berturut-turut menunjukkan sinyal kontrol serta pengukuran dan sinyal output. Sedangkan sinyal yang diberikan adalah sinyal hasil estimasi, dimana sinyal kontrol diberikan oleh kontrol *PWM*, yaitu kontrol pada model nominal.. Kemampuan ini dapat ditunjukkan dengan memperhatikan, dari ketiga fungsi alih bahwa desain kontrol ini untuk menentukan

performa kecepatan putar kipas angin, dan perilaku ketiga fungsi alih sistem tersebut ketika nilai kecepatan akan menunjukkan arah putar. Hal ini berarti dinamika sistem dari satu ke bentuk yang lain menjadi sama seperti model nominal, sehingga hal ini menunjukkan bahwa pada kecepatan rendah, yang ada akan diredam, dan hal ini menunjukkan bahwa nilai kecepatan akan diperhitungkan oleh sistem yaitu mikrokontroler. Setelah pembuatan rancangan alat, maka dilakukan pengujian alat dan analisa data. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui bahwa rancang bangun pengatur kecepatan putar motor DC ini bekerja sesuai dengan

perancangan sistem. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap hardware dan pengujian software, kemudian analisa pembahasan terhadap data yang diperoleh. Pengambilan data pada alat berfungsi untuk mengatur besar kecepatan dan arah putar dari motor

listrik. Rangkaian input menggunakan potensiometer agar memudahkan untuk pengambilan data.

a. Pengambilan data Arah Putar Motor

Table 4.1 Arah Putar Motor DC

Input	Enable Pin	Output	Keterangan
H	H	H	Searah jarum jam
L	H	L	Berlawanan arah
H	L	Z	Diam
L	L	Z	Diam

Keterangan :

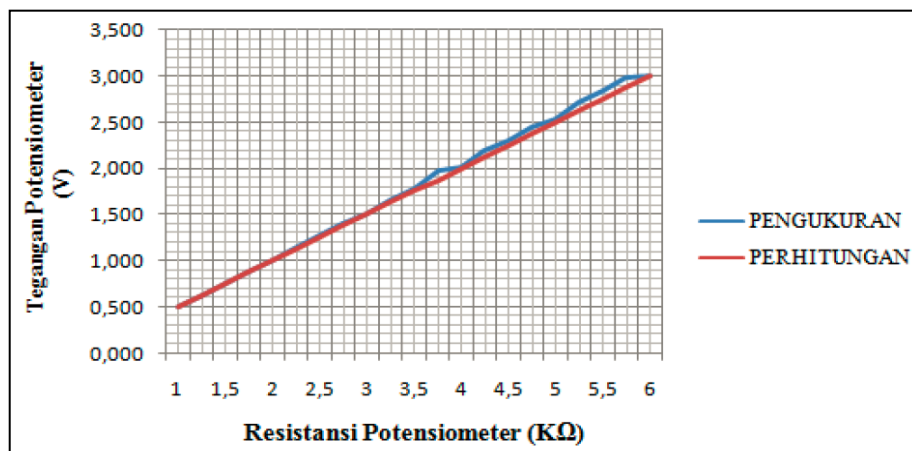
- H = Aktif Tinggi
- L = Aktif Rendah
- Z = Impedansi Tinggi

b. Pengambilan data Kecepatan Motor

Secara teori, tegangan keluaran dari potensiometer ditulis dalam persamaan :

$$V_{output} = \frac{R_{potensiometer}}{R_{total}} \times V_{input} \dots(2)$$

Data hasil pengujian potensiometer ditunjukkan pada Tabel 4.3. Resistansi pada potensio melambangkan posisi garasi. Dengan 1KΩ mempunyai selisih posisi 60°. Data dalam Tabel 4.2 dapat digambarkan menjadi bentuk grafik seperti dalam Gambar 4.2



Gambar 8. Grafik Antara Tegangan Perhitungan dan Pengukuran

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Logika motor

No	Logika Keluaran		Arah Putaran Motor
	PIN 2	PIN 13	
1	High	Low	Searah Jarum Jam
2	Low	High	Berlawanan Jarum Jam

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa motor listrik akan berputar searah jarum jam ketika diberi logika 1-0, dan apabila diberi logika 0-1 maka motor akan berputar berlawanan arah jam. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa

rangkain driver motor listrik ini dapat berjalan dengan baik pada sistem yang direncanakan. Pengujian dilakukan dengan mengatur nilai PWM mulai dari 10, 20, dst untuk mengetahui hubungan antara nilai PWM dan kecepatan motor listrik.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Rangkaian Sensor Potensiometer

No	Sudut	Resistansi (K Ohm)	Tegangan Perhitungan (V)	Tegangan Pengukuran (V)	Error (%)
1	0	1	0,498	0,5	0,399
2	15	1,25	0,626	0,624	0,161
3	13	1,5	0,754	0,749	0,578
4	45	1,75	0,883	0,874	0,915
5	60	2	0,999	0,999	0,132
6	75	2,75	1,145	1,124	1,778
7	90	2,5	1,267	1,249	1,387
8	105	2,75	1,391	1,374	1,164
9	120	3	1,502	1,499	0,134
10	135	3,25	1,651	1,624	1,601
11	150	3,5	1,782	1,749	1,81
12	165	3,75	1,967	1,874	4,907
13	180	4	2,002	1,999	0,101
14	195	4,25	2,189	2,124	3,012
15	210	4,5	2,304	2,249	2,385
16	225	4,75	2,436	2,374	2,569
17	240	5	2,524	2,499	0,947
18	255	5,25	2,712	2,624	3,315
19	270	5,5	2,837	2,749	3,152
20	285	5,5	2,837	2,874	3,34

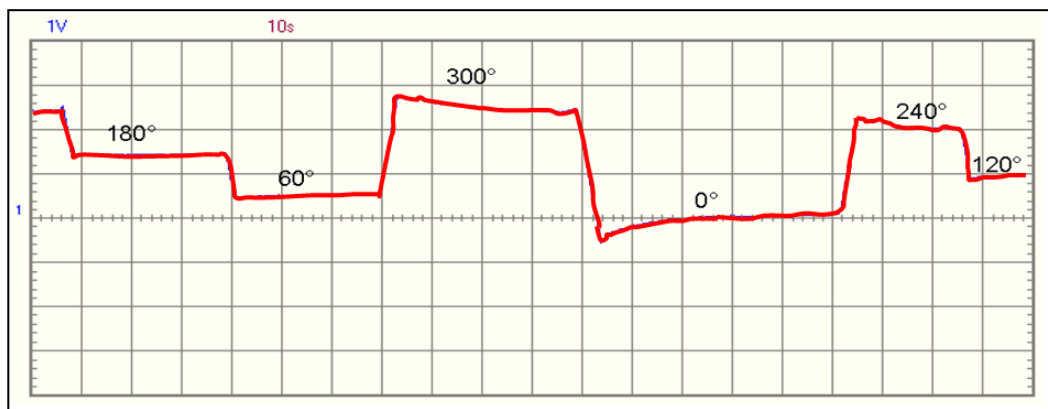
Pengujian dilakukan dengan mengatur nilai PWM mulai dari 10, 20, dst untuk mengetahui hubungan antara nilai PWM dan kecepatan

motor listrik. Nilai set point untuk masing-masing garasi berupa nilai ADC yang ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Sudut Motor DC

No	Motor Listrik		
	ADC	V in	Sudut
1	102	0,968	0
2	204	0,999	60
3	306	1,423	120
4	408	2,002	180
5	510	2,524	240
6	612	2,999	300

Grafik hasil pengujian untuk masing-masing set point dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.3 Pengujian Dengan Setpoint Berbeda

Pada pengujian ini, model diberi setpoint berupa sudut yang diperoleh dari masukan potensiometer, yaitu setpoint pertama motor di posisi 120°, dengan data ADC 306 dan setpoint kedua di posisi 300°, dengan data ADC 612, setpoint ketiga di posisi 240°, dengan data ADC 510, setpoint keempat di posisi 60°, dengan data ADC 204, setpoint kelima di posisi 180°, dengan data

ADC 408, setpoint keenam di posisi 0°, dengan data ADC 102, maka respon sistem dengan *Error steady state (Ess)*, Ess adalah selisih antara nilai keluaran dengan nilai masukan pada saat kondisi steady state. Ess yang didapatkan dari pengujian ini adalah :

1. Untuk sudut 60°,

$$Ess = \frac{(60,25^\circ - 60^\circ)}{60^\circ} \times 100\% = 0.416\%$$

2. Untuk sudut 120° ,
 $Ess = 120,15^\circ - 120^\circ$
 $120^\circ \times 100 \% = 0.125\%$
3. Untuk sudut 180° ,
 $Ess = 180,3^\circ - 180^\circ$
 $180^\circ \times 100 \% = 0.16\%$
4. Untuk sudut 240° ,
 $Ess = 240,2^\circ - 240^\circ$
 $240^\circ \times 100 \% = 0.083\%$
5. Untuk sudut 300° ,
 $Ess = 300,1^\circ - 300^\circ$
 $300^\circ \times 100 \% = 0.033\%$

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulse dalam suatu periode, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda.
2. Salah satu penerapan sinyal PWM adalah untuk pengaturan kecepatan motor LISTRIK, yaitu dengan mengatur besar duty cycle.
3. Pada duty cycle terlihat bahwa semakin besar duty cycle maka tegangan yang masuk ke motor akan semakin besar, terbukti bahwa perputaran motor akan semakin cepat.
4. Dengan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa, duty cycle

sebanding dengan tegangan output dan sebanding dengan kecepatan motor.

5. Pengukuran tegangan masih terdapat selisih, hal ini dapat disebabkan karena, Human eror (kesalahan manusia), alat ukur yang kurang presisi, kualitas komponen, sumber tegangan yang tidak stabil.

DAFTAR PUSTAKA

Andi Nalwan, "Teknik Rancangan Bangun Robot", tingkat dasar, Penerbit CV. Andi Offset, Yogyakarta, 2012.

Endra Pitowarno, "Robotika", Disain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan, Penerbit CV. Andi Offset, Yogyakarta, 2006.

http://innovativeelectronics.com/index_indo.php.sept'2013

<http://blog.famosastudio.com/category/berita.sept'2013>

<http://arduino.cc/en/Main/Robot.sept'2013>

http://www.makershed.com/Arduino_Robot_p/mksp22.htm.sept'2013

<http://www.deltaelectronic.com/Sept'2013>