

BAB IV

Hasil dan Pembahasan

4.1 Kalibrasi sensor

Pada uji coba kalibrasi sensor kali menggunakan tachometer, sensor proximity yang dimiliki oleh laboratorium konversi energi elektrik dengan sensor groove coupler yang akan dipakai pada penelitian ini, tujuan dari kalibrasi sensor ini adalah untuk mengetahui apakah sensor groove coupler bekerja dengan baik atau tidak. Di bawah ini adalah hasil uji coba kalibrasi sensor proximity dengan sensor groove coupler.

4.1.1 Hasil uji coba sensor proximity



Gambar 4. 1 Hasil uji coba sensor proximity

Pada gambar di atas adalah hasil putaran yang dideteksi oleh sensor proximity, cara kerja sensor proximity disini yaitu memanfaatkan adanya radiasi elektromagnetik (medan elektromagnetik). Jadi, saat terdapat benda atau objek mendekati sensor maka akan tercipta sebuah sinyal. Benda atau objek tersebut bisa bersifat logam maupun non logam. Disini dapat diketahui dengan frekuensi 30Hz dapat menghasilkan putaran dengan rpm 1816 yang dideteksi oleh sensor proximity.

4.1.2 Hasil uji coba sensor groove coupler



Gambar 4. 2 Hasil uji coba sensor groove coupler

Diatas adalah hasil uji coba sensor groove coupler, sensor ini bekerja apabila terdapat benda yang melewati antara IR RED dan phototransistor. Phototransistor akan mengenali sinar inframerah yang dipancarkan oleh IR LED. Kondisi ini memicu adanya suatu hubungan pada switch. Phototransistor menghasilkan output berupa suatu kondisi dari proses mendeteksi cahaya inframerah sebagai output.

Pada hasil uji coba sensor groove coupler dapat diketahui deteksi yang dilakukan sensor groove coupler hampir sama dengan sensor proximity yaitu dengan rpm 1831 hanya berbeda 15 rpm dengan frekuensi yang sama, pada uji coba kalibrasi sensor ini dilakukan dengan cara memasang sensor bersebelahan dan diberikan frekuensi yang sama pada motor.

4.1.3 Hasil dari tachometer



Gambar 4. 3 Pengukuran dari tachometer

Pada gambar di atas adalah hasil dari pengukuran menggunakan tachometer dapat dilihat bahwa nilai pengukuran rpm dari tachometer adalah 2.695, pada kalibrasi ini menggunakan frekuensi 50 hz berbeda dengan kalibrasi menggunakan sensor proximity yang hanya menggunakan frekuensi 30 hz.

4.1.4 Uji coba sensor groove coupler



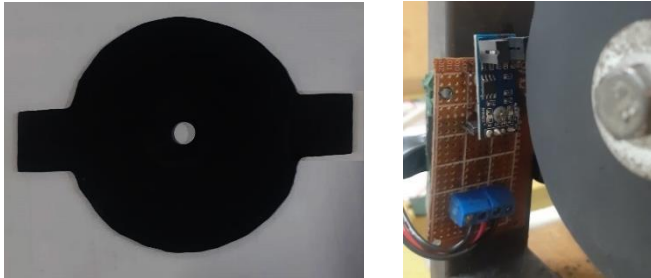
Gambar 4. 4 Hasil uji coba sensor dan frekuensi

Pada gambar diatas dapat dilihat hasil dari sensor groove coupler menggunakan frekuensi yang sama yaitu 50 hz dan mendapatkan nilai rpm 2701 hampir sama dengan tachometer dengan rpm 2.695, pada kalibrasi ini saat motor dihidupkan maka sensor akan mendeteksi putaran dan tachometer di arahkan pada sebuah triger pulse yang sudah diberikan tanda kertas warna putih.

Penggunaan filtering ini didapat per 10 data untuk mencari nilai rata rata pembacaan agar data manghasilkan nilai RPM yang stabil. Adapun rumus yang digunakan untuk filtering yaitu :

$$\frac{\text{jumlah bacaan sensor}}{\text{jumlah data}} = \text{hasil nilai rata - rata filtering}$$

Jadi nilai RPM yang didapat saat ini sudah dapat stabil dengan metode filtering yaitu ketika frekuensi menunjukkan 50Hz maka putaran yang dihasilkan 3000.



Gambar 4. 5 Bentuk triger pulse dan tata letak sensor

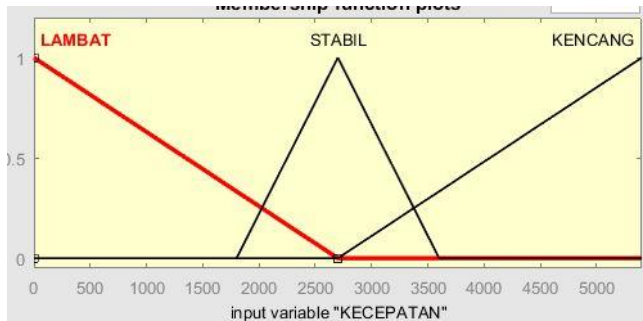


Gambar 4. 6 Ketika pulsa low (kiri) dan ketika pulsa high (kanan)

4.2 Penerapan Fuzzy

4.2.1 Parameter kecepatan (RPM)

Parameter fuzzy pada rpm dikelompokkan dalam himpunan fuzzy lambat, stabil, kencang.



Gambar 4. 7 Membership Function RPM

Berikut penjelasan dari fungsi keanggotaan di atas:

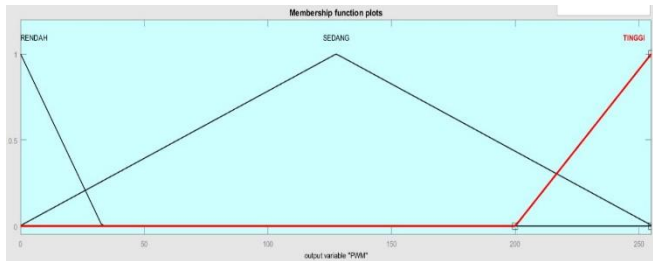
$$\mu[L] = \begin{cases} 1 & \text{untuk } L \leq 0 \\ \frac{(2650 - L)}{(2600 - 0)} & \text{untuk } 0 \leq L \leq 2650 \\ 0 & \text{untuk } L \geq 2650 \end{cases}$$

$$\mu[S] = \begin{cases} 0 & \text{untuk } 1800 \leq S \leq 3600 \\ \frac{(S - 1800)}{(2700 - 1800)} & \text{untuk } 1800 < S < 2700 \\ 1 & \text{untuk } S = 2700 \\ \frac{(3600 - S)}{(3600 - 2700)} & \text{untuk } 2700 > S < 3600 \end{cases}$$

$$\mu[K] = \begin{cases} 0 & \text{untuk } K \leq 2800 \\ \frac{(K - 2800)}{(5400 - 2800)} & \text{untuk } 2800 > K \leq 5400 \\ 1 & \text{untuk } K \geq 5400 \end{cases}$$

4.2.2 Parameter output PWM

PWM (Pulse Width Modulation) sendiri adalah teknik modulasi yang mengubah lebar pulsa (pulse width) dengan nilai frekuensi dan amplitudo (tinggi pulsa) yang tetap. Jadi pada saat duty cycle dinaikan maka sinyal output juga akan naik begitupun sebaliknya jika duty cycle turun maka output akan turun. Variable yang dipake dalam pw mini adalah Rendah , Sedang, Tinggi.



Gambar 4. 8 Membership Function PWM

Berikut penjelasan dari fungsi keanggotaan di atas:

$$\mu[R] = \begin{cases} 1 & \text{untuk } R \leq 0 \\ \frac{(33 - R)}{(30 - 33)} & \text{untuk } 0 \leq R \leq 33 \\ 0 & \text{untuk } R \geq 33 \end{cases}$$

$$\mu[S] = \begin{cases} 0 & \text{untuk } S \leq 0 \text{ atau } S \geq 255 \\ \frac{(S - 0)}{(160 - 0)} & \text{untuk } 0 < S < 160 \\ 1 & \text{untuk } S = 160 \\ \frac{(255 - S)}{(255 - 160)} & \text{untuk } 160 < S < 255 \end{cases}$$

$$\mu[T] = \begin{cases} 0 & \text{untuk } T \leq 200 \\ \frac{(T - 200)}{(255 - 200)} & \text{untuk } 200 < T \leq 255 \\ 1 & \text{untuk } T \geq 255 \end{cases}$$

4.3 Hasil Pengujian Tegangan TRIAC

Pada pengujian triac ini dengan menggunakan beban bayangan (dummy load) sebesar 300 watt, beban bayangan tersebut digunakan untuk menyeimbangkan pada generator, untuk pengujian triac menggunakan 3 kali percobaan dengan frekuensi 50 hz. Hasil uji coba tegangan triac dapat dilihat pada gambar avometer dibawah ini



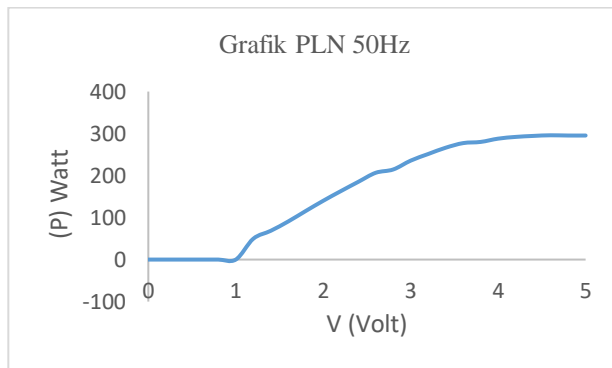
Gambar 4. 9 Hasil tegangan pada triac

4.3.1 Menggunakan Sumber Dari PLN

Tabel 4. 1 Input (Voltage) dan Output (Watt) TRIAC

No.	Input signal of power module (0-5volt)	AC Source from PLN 50Hz		
		V(volt)	I (Amp)	P (Watt)
1	0	0	0	0
2	0,2	0	0	0
3	0,4	0	0	0
4	0,6	0	0	0
5	0,8	0	0	0
6	1	0	0	0
7	1,2	72	0,6	49,6
8	1,4	88,8	0,7	68,5
9	1,6	106,5	0,8	90,8
10	1,8	123,5	0,9	115,7
11	2	141,3	0,9	140

12	2,2	155,1	1	162,9
13	2,4	169,3	1	185
14	2,6	180	1,1	206,6
15	2,8	184,8	1,1	214,5
16	3	197	1,1	235,6
17	3,2	205,8	1,2	251,3
18	3,4	213,6	1,2	266,3
19	3,6	219,5	1,2	277,3
20	3,8	220,7	1,2	280,1
21	4	225	1,2	287,9
22	4,2	227,3	1,2	292
23	4,4	228,3	1,2	294,4
24	4,6	228,5	1,2	295,9
25	4,8	228,5	1,2	295,3
26	5	228,5	1,2	295,3



Gambar 4. 10 Grafik Input dan Output TRIAC

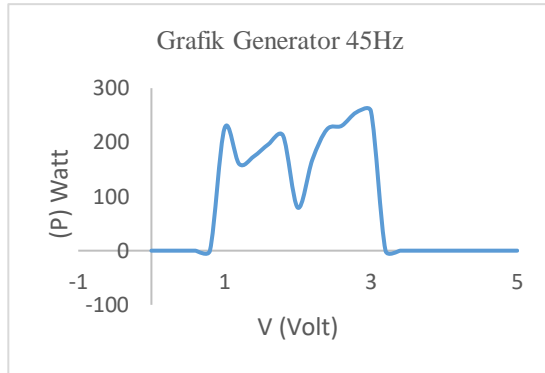
Pada percobaan di atas menggunakan sumber dari pln dapat diketahui bahwa input tegangan dari triac naik terus dan output watt nya juga naik maka dari itu pada percobaan di atas dianggap linier dikarenakan frekuensi dari pln stabil dan tidak naik turun.

4.3.2 Menggunakan Sumber Dari Generator 45Hz

Tabel 4. 2 Input (Voltage) dan Output (Watt) TRIAC 45Hz

No.	Input Signal of Power module (0-5volt)	AC Source from generator 45Hz			
		V (Volt)	I (Amp)	P (Watt)	Hasil Hz
1	0	0	0	0	0
2	0,2	0	0	0	0
3	0,4	0	0	0	0
4	0,6	0	0	0	0
5	0,8	0	0	0	0
6	1	180	1,1	226	43
7	1,2	136	0,9	160	44
8	1,4	163,3	1	174	43
9	1,6	176,2	1,1	196,4	43
10	1,8	183	1,1	212,1	43
11	2	98,2	0,7	79,4	44
12	2,2	144,8	1	167,9	43,5
13	2,4	190,9	1,1	224	43
14	2,6	194	1,1	230,5	43
15	2,8	207,5	1,2	255,2	43
16	3	208,8	1,2	257,7	42
17	3,2	.....	.....	.....
18	3,4	.....	.....	.....
19	3,6	.....	.....	.....
20	3,8	.....	.....	.....
21	4	.....	.....	.....
22	4,2	.....	.....	.....
23	4,4	.....	.....	.....
24	4,6	.....	.....	.....

25	4,8	.....	.....	.....
26	5	.....	.....	.....



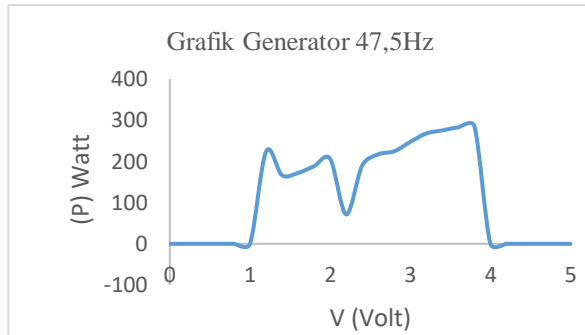
Gambar 4. 11 Grafik Input dan Output TRIAC 45Hz

Dari hasil grafik gambar 4.4 merupakan hasil pengukuran *input voltage* dan *output watt* pada TRIAC menggunakan sumber dari Generator. Dimana *Voltage* berasal dari output PWM to Voltage yang digunakan untuk mengontrol *input* TRIAC agar dapat menghasilkan *output* untuk diteruskan ke *dummy load*. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan *output watt* terhadap tegangan tidak linier. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan *output watt* terhadap tegangan tidak linier pada 2 v terjadi penurunan daya dan pada 3,2 v tidak ada daya yang terbaca.

4.3.3 Menggunakan Sumber Dari Generator 47,5Hz

Tabel 4. 3 Input (Voltage) dan Output (Watt) TRIAC 47,5Hz

No.	Input Signal of Power module (0-5volt)	AC Source from generator 47Hz			
		V (Volt)	I (Amp)	P (Watt)	Hasil Hz
1	0	0	0	0	0
2	0,2	0	0	0	0
3	0,4	0	0	0	0
4	0,6	0	0	0	0
5	0,8	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0
7	1,2	180,8	1,1	223,8	44,9
8	1,4	141,5	1	166,5	44,7
9	1,6	162,5	1	172,2	45
10	1,8	172,3	1	188,5	44,9
11	2	182,2	1,1	206,4	44,8
12	2,2	91,5	0,9	71,5	46,3
13	2,4	171,4	1,1	190	45
14	2,6	187,2	1,1	217,3	44,8
15	2,8	191,2	1,1	224,7	44,6
16	3	203,9	1,2	247,5	44
17	3,2	214	1,2	268	43
18	3,4	218	1,2	275,4	43
19	3,6	222,1	1,2	283	43
20	3,8	223,5	1,2	285,7	43
21	4	.....	.....	.....
22	4,2	.....	.....	.....
23	4,4	.....	.....	.....
24	4,6	.....	.....	.....
25	4,8	.....	.....	.....
26	5	.....	.....	.....



Gambar 4. 12 Grafik Input dan Output TRIAC 47,5Hz

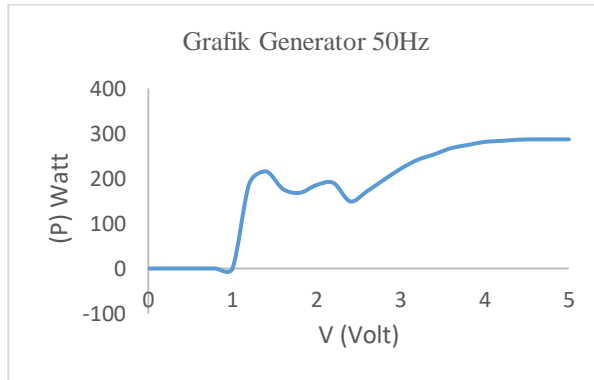
Dari hasil grafik gambar 4.4 merupakan hasil pengukuran *input voltage* dan *output watt* pada TRIAC menggunakan sumber dari Generator. Dimana *Voltage* berasal dari output PWM to Voltage yang digunakan untuk mengontrol *input* TRIAC agar dapat menghasilkan *output* untuk diteruskan ke *dummy load*. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan *output watt* terhadap tegangan tidak linier pada 2,2 v terjadi penurunan daya dan pada 4 v tidak ada daya yang terbaca.

4.3.4 Menggunakan Sumber Dari Generator 50Hz

Tabel 4. 4 Input (Voltage) dan Output (Watt) TRIAC 50Hz

No.	Input Signal of Power module (0-5volt)	AC Source from generator 50Hz			
		V (Volt)	I (Amp)	P (Watt)	Hasil Hz
1	0	0	0	0	0
2	0,2	0	0	0	52
3	0,4	0	0	0	52
4	0,6	0	0	0	52
5	0,8	0	0	0	52
6	1	0	0	0	52
7	1,2	160,1	1	188,4	47,5
8	1,4	178	1,1	215,6	47,1
9	1,6	146,7	1	176,6	48
10	1,8	160,4	1	168,1	47,3
11	2	170,9	1	185,4	47
12	2,2	173,6	1	190,1	47
13	2,4	135,5	0,9	149	48
14	2,6	160,4	1	171,6	47,5
15	2,8	175,9	1,1	197	47,3
16	3	189,6	1,1	221,6	47
17	3,2	200,3	1,2	241,3	46,5
18	3,4	207	1,2	253,7	46,5
19	3,6	214,4	1,2	267,4	46
20	3,8	217,9	1,2	274,4	46
21	4	221,5	1,2	281,3	46
22	4,2	225,5	1,2	283,5	46
23	4,4	223,8	1,2	286,1	45,5

24	4,6	224,2	1,2	286,9	45,5
25	4,8	224,2	1,2	286,9	45,5
26	5	224,1	1,2	286,9	45,5



Gambar 4. 13 Grafik Input dan Output TRIAC 50Hz

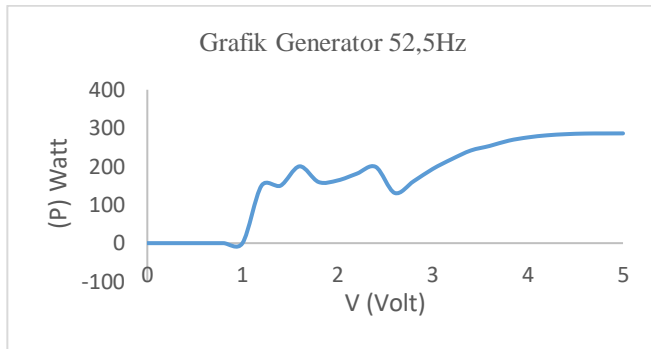
Pada gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa kenaikan pada output watt hampir linier terhadap tegangan triac, grafik diatas dapat dibandingkan dengan frekuensi dibawah 50 hz yang kenaikan output wattnya sangat signifikan. Pada grafik diatas dapat dilihat ketika pada tegangan 2,4 v output watt terus naik sampai tegangan 5v. Input triac yang berupa voltage digunakan untuk mentrigger triac agar dapat menghasilkan output yang diteruskan ke dummyload. Pada percobaan diatas pembacaan oleh triac yaitu pada tegangan 5v yang seharusnya mendapatkan output sebesar 300 watt, sedangkan pada triac hanya mendapatkan nilai output 286,9 watt. Akan tetapi secara keseluruhan pada grafik frekuensi 50 hz dari generator sudah hampir mendekati grafik frekuensi 50 hz dari pln.

4.3.5 Menggunakan Sumber Dari Generator 52,5Hz

Tabel 4. 5 Input (Voltage) dan Output (Watt) TRIAC 52,5Hz

No.	Input Signal of Power module (0-5volt)	AC Source from generator 50Hz			
		V (Volt)	I (Amp)	P (Watt)	Hasil Hz
1	0	0	0	0	52
2	0,2	0	0	0	52
3	0,4	0	0	0	52
4	0,6	0	0	0	52
5	0,8	0	0	0	52
6	1	0	0	0	52
7	1,2	151,6	0,9	149,9	52
8	1,4	148,2	0,9	149,9	50,6
9	1,6	170,1	1,1	200,3	50,6
10	1,8	146	1	159,4	50,6
11	2	157,7	1	163,5	50,6
12	2,2	168,5	1	181	50,4
13	2,4	178,4	1,1	198,9	50
14	2,6	130	0,9	130,9	49,8
15	2,8	154,4	1	161,6	51
16	3	173,1	1,1	193,6	50,5
17	3,2	188,6	1,1	219,2	50
18	3,4	200,1	1,2	241,6	49,1
19	3,6	207	1,2	253,6	49,4
20	3,8	213,6	1,2	267,4	49
21	4	219	1,2	275,8	48,7
22	4,2	221,2	1,2	281,2	48,5
23	4,4	222,4	1,2	284,2	48,4

24	4,6	223,5	1,2	285,8	48,2
25	4,8	223,9	1,2	286,1	48,1
26	5	223	1,2	286,2	48



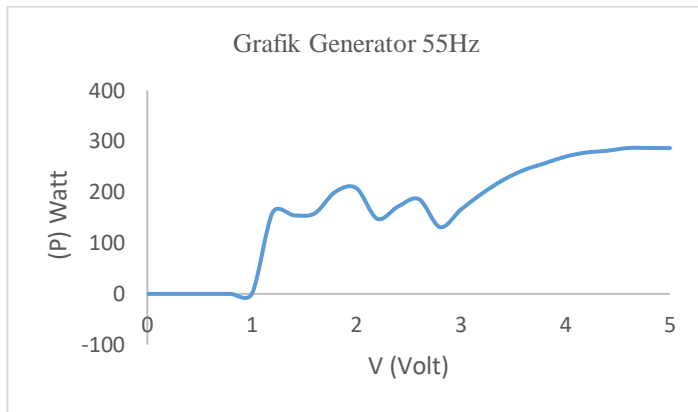
Gambar 4. 14 Grafik Input dan Output TRIAC 52,5Hz

Pada gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa kenaikan pada output watt hampir linier terhadap tegangan triac, Input triac yang berupa voltage digunakan untuk mentrigger triac agar dapat menghasilkan output yang diteruskan ke dummyload. Pada percobaan diatas pembacaan oleh triac yaitu pada tegangan 5v yang seharusnya mendapatkan output sebesar 300 watt, sedangkan pada triac hanya mendapatkan nilai output 286,2 watt.

4.3.6 Menggunakan Sumber Dari Generator 55Hz

Tabel 4. 6 Input (Voltage) dan Output (Watt) TRIAC 55Hz

No.	Input Signal of Power module (0-5volt)	AC Source from generator 55Hz			
		V (Volt)	I (Amp)	P (Watt)	Hasil Hz
1	0	0	0	0	55
2	0,2	0	0	0	55
3	0,4	0	0	0	55
4	0,6	0	0	0	55
5	0,8	0	0	0	55
6	1	0	0	0	55
7	1,2	140,4	0,9	160,6	53,3
8	1,4	143,6	0,9	154,6	53,2
9	1,6	147,4	0,9	158,2	53,3
10	1,8	171,7	1,1	200,8	53
11	2	176,1	1,1	207,9	52,9
12	2,2	148	0,9	147,7	53,2
13	2,4	162,6	1	172	52,9
14	2,6	171,9	1	186,2	52,8
15	2,8	131,2	0,9	131,2	53,7
16	3	158	1	165,8	53
17	3,2	175,5	1,1	197	52,8
18	3,4	190,7	1,1	223,5	52,5
19	3,6	201,5	1,2	243,4	52,1
20	3,8	208,8	1,2	256,7	52,1
21	4	216	1,2	270	52
22	4,2	219,8	1,2	278,1	52
23	4,4	221,7	1,2	281,6	52
24	4,6	224,5	1,2	287	52
25	4,8	224,3	1,2	287	52,1
26	5	224,4	1,2	286,8	52,1



Gambar 4. 15 Grafik Input dan Output TRIAC 55Hz

Pada gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa kenaikan pada output watt hampir linier terhadap tegangan triac. Input triac yang berupa voltage digunakan untuk mentrigger triac agar dapat menghasilkan output yang diteruskan ke dummyload. Pada percobaan diatas pembacaan oleh triac yaitu pada tegangan 5v yang seharusnya mendapatkan output sebesar 300 watt, sedangkan pada triac hanya mendapatkan nilai output 286,8 watt.

4.3.7 PWM to Voltage

Tabel 4. 7 Input (PWM) dan Output (Voltage) PWM to Voltage

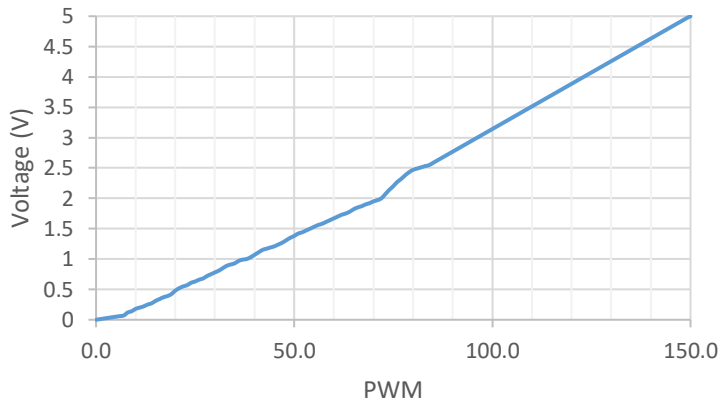
PWM	Voltage(V)	PWM	Voltage(V)
0	0	31	0,81
1	0,01	32	0,85
2	0,02	33	0,89
3	0,03	34	0,91
4	0,04	35	0,93
5	0,05	36	0,97
6	0,06	37	0,99
7	0,07	38	1,00
8	0,12	39	1,03
9	0,14	40	1,07
10	0,18	41	1,11
11	0,20	42	1,15
12	0,22	43	1,17
13	0,25	44	1,19
14	0,27	45	1,21
15	0,31	46	1,24
16	0,34	47	1,27
17	0,37	48	1,31
18	0,39	49	1,35
19	0,42	50	1,38
20	0,48	51	1,42
21	0,52	52	1,44
22	0,55	53	1,47
23	0,57	54	1,50
24	0,61	55	1,53
25	0,63	56	1,56
26	0,66	57	1,58
27	0,68	58	1,61
28	0,72	59	1,64
29	0,75	60	1,67

PWM	Voltage(V)
30	0,78
62	1,73
63	1,75
64	1,78
65	1,82
66	1,85
67	1,87
68	1,90
69	1,92
70	1,95
71	1,97
72	2,00
73	2,07
74	2,14
75	2,20
76	2,27
77	2,32
78	2,38
79	2,43
80	2,47
81	2,49
82	2,51
83	2,53
84	2,55
85	2,58
86	2,62
87	2,66
88	2,69
89	2,73
90	2,77
91	2,81
92	2,84
93	2,88
94	2,92
95	2,96
96	2,99

PWM	Voltage(V)
61	1,70
98	3,07
99	3,10
100	3,14
101	3,18
102	3,22
103	3,25
104	3,29
105	3,33
106	3,37
107	3,40
108	3,44
109	3,48
110	3,51
111	3,55
112	3,59
113	3,63
114	3,66
115	3,70
116	3,74
117	3,78
118	3,81
119	3,85
120	3,89
121	3,92
122	3,96
123	4,00
124	4,04
125	4,07
126	4,11
127	4,15
128	4,19
129	4,22
130	4,26
131	4,30
132	4,33

PWM	Voltage(V)
97	3,03
134	4,41
135	4,45
136	4,48
137	4,52
138	4,56
139	4,60
140	4,63
141	4,67
142	4,71

PWM	Voltage(V)
133	4,37
143	4,74
144	4,78
145	4,82
146	4,86
147	4,89
148	4,93
149	4,97
150	5,00



Gambar 4. 16 Input (PWM) dan Output (Voltage) PWM to Voltage

Dari hasil grafik gambar 4.3 merupakan hasil pengukuran input PWM dan output Voltage pada PWM to Voltage. PWM tersebut hanya menggunakan range 0 – 150 dikarenakan TRIAC(SPC1-50) hanya dapat bekerja dengan range 1 – 5v. Jika sumber tegangan pada PWM to Voltage sebesar 12V maka input PWM pada nilai 150 sudah menghasilkan 5v. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan input PWM terhadap tegangan (Voltage) tergolong linier.

4.4 Hasil pengujian alat

Pada pengujian alat ini menggunakan software Arduino ide untuk membuat program kontrolnya, selain itu pada percobaan ini dibantu dengan dummy load sebagai beban penyeimbang dari beban asli yang berupa lampu sebanyak 2 buah yang memiliki nilai total 200 watt. untuk kontrolnya menggunakan membership fuzzy berupa 3 kurva dan 5 kurva

4.4.1 Function membership 3 kurva

Pada percobaan sistem pengendali ini membentuk 3 kurva dengan rules sebagai berikut:

[R1]	if kecepatan Lambat	and Error is Setpoint	then PWM Sedang
[R2]	if kecepatan Lambat	and Error is Plus	then PWM Rendah
[R3]	if kecepatan Lambat	and Error is Minus	then PWM Rendah
[R4]	if Kecepatan Stabil	and Error is Minus	then PWM Rendah
[R5]	if Kecepatan Stabil	and Error is Setpoint	then PWM Rendah
[R6]	if Kecepatan Stabil	and Error is Plus	then PWM Rendah
[R7]	if Kecepatan Kencang	and Error is Minus	then PWM Sedang
[R8]	if Kecepatan Kencang	and Error is Setpoint	then PWM Rendah
[R9]	if Kecepatan Kencang	and Error is Plus	then PWM Tinggi

Pada pengujian membership function kurva 3 dengan 2 input yaitu input RPM dan input ERROR menggunakan beban nyata sebesar 200 watt dan beban dummyload sebesar 300 watt, digunakan dummyload sebesar 300 watt karena nilai beban dummyload harus lebih besar dari beban nyata. Dalam pengujian ini untuk menentukan parameter parameter membership function menggunakan metode trial and error dengan cara mengubah nilai membership function pada arduino ide. Berikut uji coba alat dengan mengubah parameter nilai fuzzy.

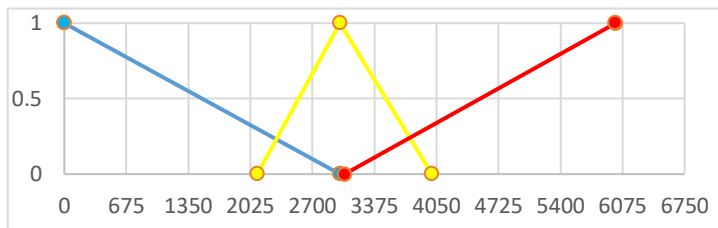
A. Percobaan pertama

Pada percobaan pertama menggunakan nilai membership sebagai berikut :

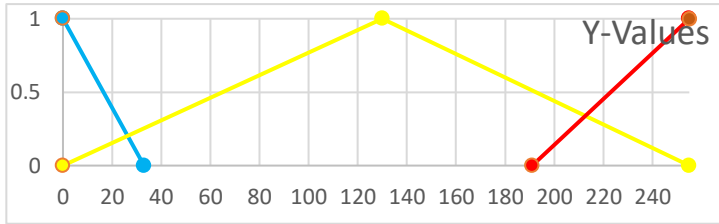
Tabel 4. 8 Membership pertama

Membership RPM				
Titik	A	B	C	D
Lambat	0	0	0	3000
Stabil	2100	3000	3000	4000
Kencang	3050	6000	6000	6000
Membership PWM				
Titik	A	B	C	D
Rendah	0	0	0	33
Sedang	0	130	130	255
Tinggi	191	255	255	255
Membership ERROR				
Titik	A	B	C	D
Error Minus	-3000	-3000	-2720	-1500
Setpoint	-1500	0	0	1500
Error Plus	1500	2500	3000	3000

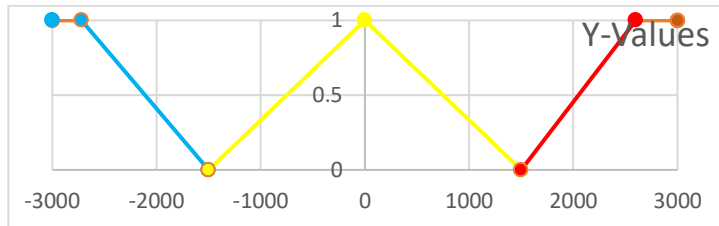
Dari tabel diatas dapat diketahui kurva segitiganya seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 17 Kurva segitiga untuk RPM pada percobaan pertama



Gambar 4.18 Kurva segitiga untuk PWM pada percobaan pertama



Gambar 4.19 Kurva segitiga untuk membership Error

Pada tabel dan kurva di atas dapat diketahui hasil undershoot, settling time dan steady state error pada tabel dibawah ini:

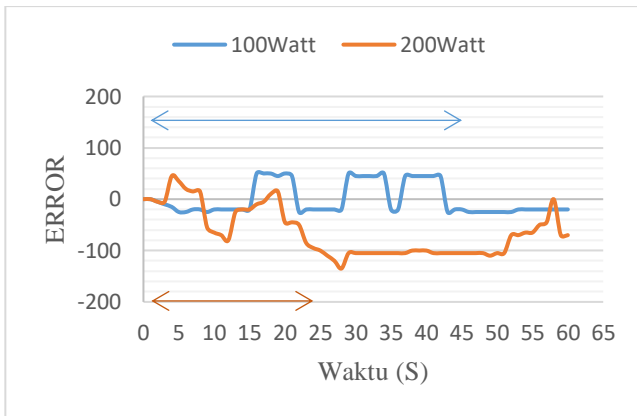
Tabel 4.9 Hasil pada percobaan pertama

Beban	Undershoot (RPM)	Overshoot (RPM)	Steady State Error	Settling Time (S)
0 Watt	2997	3001	-	
100 Watt	2980	3045	0,60 %	30
200 Watt	2995	3015	0,16 %	30

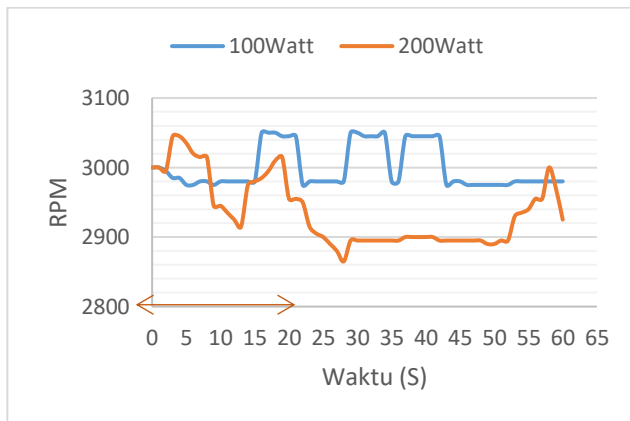
Pada pengujian ini menggunakan metode trial and error. Pada tabel hasil percobaan pertama dapat dilihat ketika tanpa menggunakan beban undershoot rpm sebesar 2.997 dan tidak memiliki nilai error, sedangkan pada beban 100 watt undershootnya menjadi 2.980 untuk nilai steady state errornya sebesar 0,60% dengan rentang waktu

penyetabilan selama 30 detik, dan terakhir menggunakan beban sebesar 200 watt undershootnya 2.995 dengan nilai steady state error sebesar 0,16% dan waktu penyetabilan selama 30 detik. Nilai steady state error ini menunjukkan ketika beban masuk maka rpm akan turun apabila nilai rpm tidak kembali ke set point maka itu dinamakan steady state error. Rumus steady state error :

Pembacaan = Setpoint – Pembacaan Sensor / Setpoint
 Hasil = Pembacaan X 100



Gambar 4. 20 Grafik Error



Gambar 4. 21 Grafik Waktu

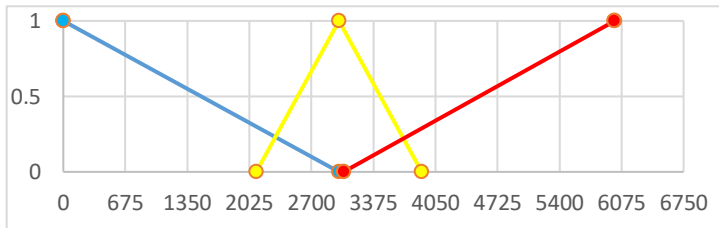
B. Percobaan kedua

Pada percobaan kedua menggunakan nilai membership sebagai berikut :

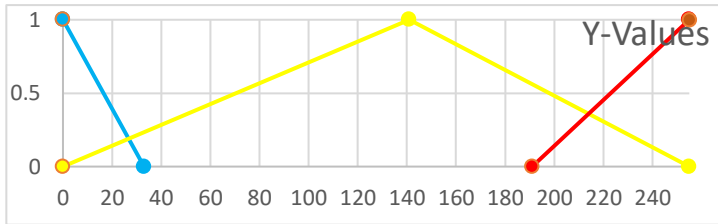
Tabel 4. 10 Membership kedua

Membership RPM				
Titik	A	B	C	D
Lambat	0	0	0	3000
Stabil	2100	3000	3000	3900
Kencang	3000	6000	6000	6000
Membership PWM				
Titik	A	B	C	D
Rendah	0	0	0	33
Sedang	0	141	141	255
Tinggi	191	255	255	255
Membership ERROR				
Titik	A	B	C	D
Error Minus	-3000	-3000	-2720	-1500
Setpoint	-100	0	0	100
Error Plus	1500	2500	3000	3000

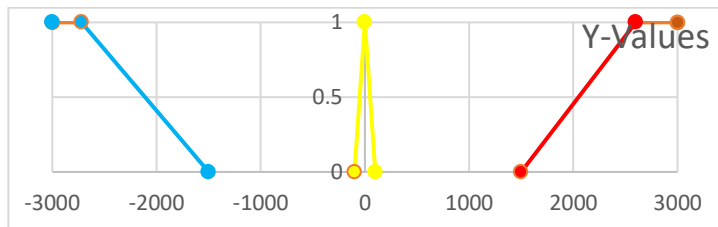
Dari tabel diatas dapat diketahui kurva segitiganya seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. 22 Kurva segitiga untuk RPM pada percobaan kedua



Gambar 4. 23 Kurva segitiga untuk PWM pada percobaan kedua



Gambar 4. 24 Kurva segitiga untuk membership Error

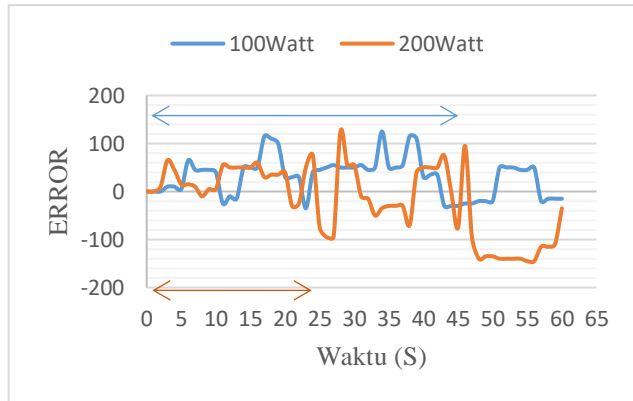
Pada tabel dan kurva di atas dapat diketahui hasil undershoot, settling time dan steady state error pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 11 Hasil pada percobaan kedua

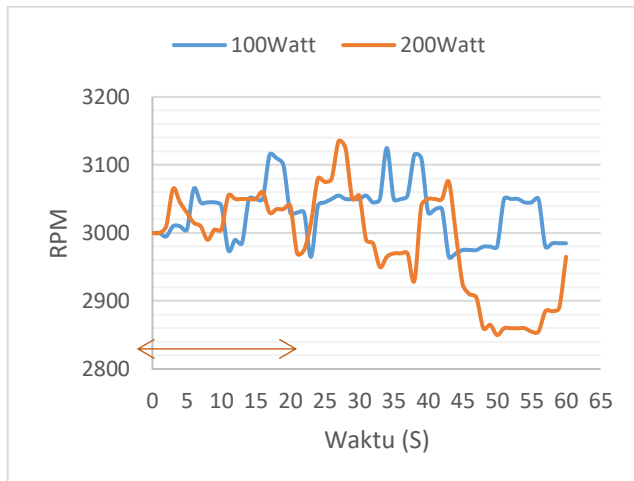
Beban	Undershoot (RPM)	Overshoot (RPM)	Steady State Error	Settling Time (S)
0 Watt	2997	3001	-	
100 Watt	2985	3045	0,5 %	30
200 Watt	2965	3035	1,16 %	50

Pada tabel hasil percobaan kedua dapat dilihat ketika tanpa menggunakan beban undershoot rpm sebesar 2.997 dan tidak memiliki nilai error, sedangkan pada beban 100 watt undershootnya menjadi 2.985 dan untuk nilai steady state errornya sebesar 0,5 % dengan rentan waktu selama 30 detik, dan terakhir menggunakan

beban sebesar 200 watt undershootnya 2.965 dengan nilai steady state error sebesar 1,16% dengan rentan waktu selama 50 detik. Maka dari itu dapat diartikan sistem penyetabilan yang digunakan berfungsi dengan baik dikarenakan nilai error yang dihasilkan masih berada dibawah 5%



Gambar 4. 25 Grafik Error



Gambar 4. 26 Grafik Waktu

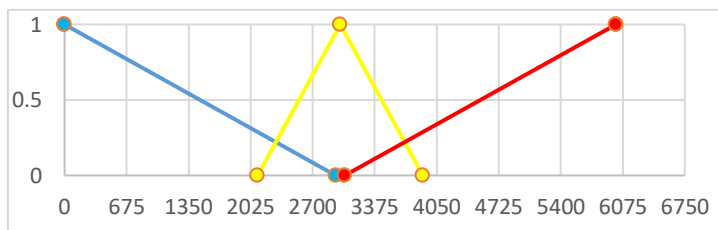
C. Percobaan ketiga

Pada percobaan ketiga menggunakan nilai membership sebagai berikut :

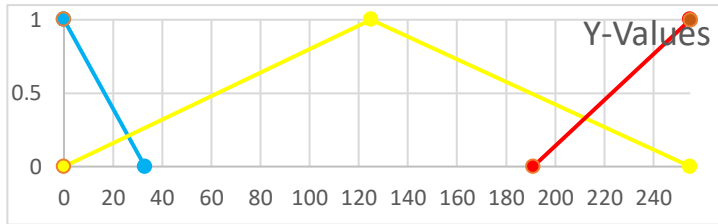
Tabel 4. 12 Membership ketiga

Membership RPM				
Titik	A	B	C	D
Lambat	0	0	0	2950
Stabil	2190	3000	3000	3900
Kencang	3050	6000	6000	6000
Membership PWM				
Titik	A	B	C	D
Rendah	0	0	0	33
Sedang	0	125	125	255
Tinggi	191	255	255	255
Membership ERROR				
Titik	A	B	C	D
Error Minus	-3000	-3000	-2720	-1500
Setpoint	-500	0	0	500
Error Plus	1500	2500	3000	3000

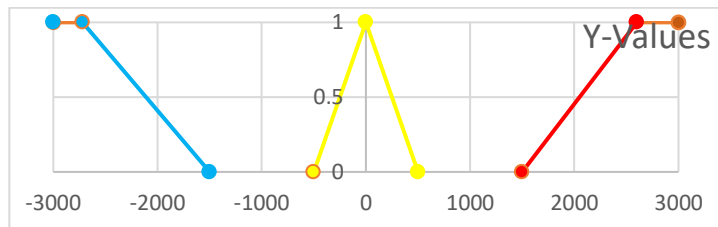
Dari tabel diatas dapat diketahui kurva segitiganya seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 27 Kurva segitiga untuk RPM pada percobaan ketiga



Gambar 4. 28 Kurva segitiga untuk PWM pada percobaan ketiga



Gambar 4. 29 Kurva segitiga untuk membership Error

Pada tabel dan kurva di atas dapat diketahui hasil undershoot, settling time dan steady state error pada tabel dibawah ini:

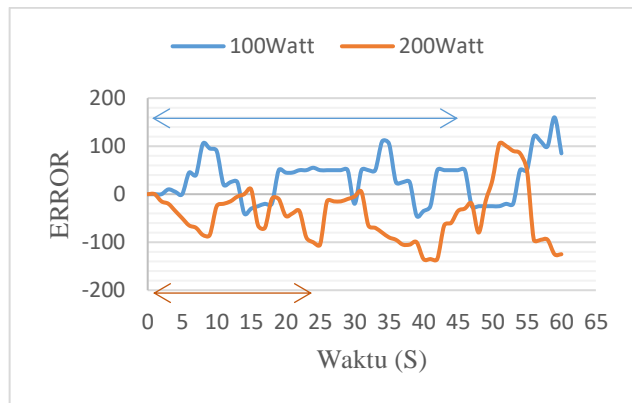
Tabel 4. 13 Hasil pada percobaan ketiga

Beban	Undershoot (RPM)	Overshoot (RPM)	Steady State Error	Settling Time (S)
0 Watt	2997	3001	-	
100 Watt	2980	3040	0,6 %	30
200 Watt	2920	3010	2,66 %	60

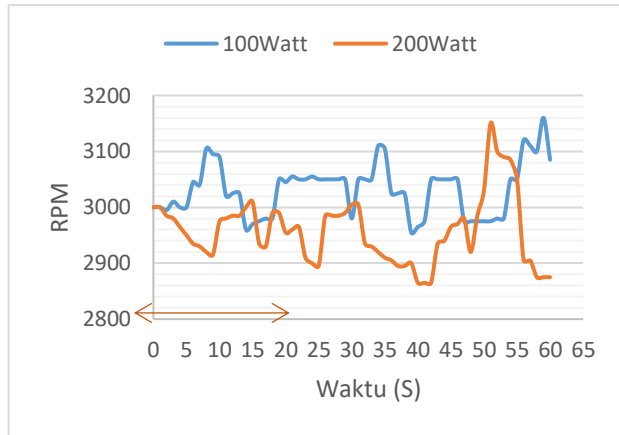
Pada tabel hasil percobaan ketiga dapat dilihat ketika tanpa menggunakan beban undershoot rpm sebesar 2.997 dan tidak memiliki nilai error, sedangkan pada beban 100 watt undershootnya menjadi 2.980 dan untuk nilai errornya sebesar 0,6% dengan rentan waktu 30 detik, dan terakhir menggunakan beban sebesar 200 watt

undershootnya 2.920 dengan nilai error sebesar 2,66% dengan waktu 1 menit. Dalam percobaan ketiga ini sistem penyetabilan yang digunakan masih berfungsi dengan baik dikarenakan nilai error yang dihasilkan masih berada dibawah 5%.

Pada percobaan 3 kurva dapat disimpulkan bahwa penyetabilan responsive dikarenakan menggunakan 3 aturan yaitu lambat, stabil, dan kencang karena error tidak mencapai 5% dan waktu penyetabilan tidak terlalu lama.



Gambar 4. 30 Grafik Error



Gambar 4. 31 Grafik Waktu

4.4.2 Function membership 5 kurva

Pada percobaan sistem pengendali ini membentuk 5 kurva dengan rules sebagai berikut:

- [1] if kecepatan Stabil and Error is Setpoint then PWM Rendah
- [2] if kecepatan Stabil and Error is A.Minus then PWM Rendah
- [3] if kecepatan Stabil and Error is A.Plus then PWM Rendah
- [4] if kecepatan Stabil and Error is Minus then PWM Rendah
- [5] if kecepatan Stabil and Error is Plus then PWM Rendah
- [6] if kecepatan A.Lambat and Error Setpoint then PWM A.Rendah
- [7] if kecepatan A.Lambat and Error is A.Minus then PWM Sedang
- [8] if kecepatan A.Lambat and Error is A.Plus then PWM Sedang
- [9] if kecepatan A.Lambat and Error is Minus then PWM A.Tinggi
- [10] if kecepatan A.Lambat and Error is Plus then PWM A.Tinggi
- [11] if kecepatan Lambat and Error is Setpoint then PWM Rendah
- [12] if kecepatan Lambat and Error is A.Minus then PWM A.Tinggi
- [13] if kecepatan Lambat and Error is Minus then PWM Tinggi
- [14] if kecepatan Lambat and Error is A.Plus then PWM A.Rendah
- [15] if kecepatan Lambat and Error is Plus then PWM Rendah
- [16] if kecepatan A.Kencang and Error Setpoint then PWM Sedang
- [17] if kecepatan A.Kencang and Error A.Minus then PWM A.Rendah

- [18] if kecepatan A.Kencang and Error is Minus then PWM Rendah
- [19] if kecepatan A.Kencang and Error is A.Plus then PWM A.Tinggi
- [20] if kecepatan A.Kencang and Error is Plus then PWM Tinggi
- [21] if kecepatan Kencang and Error Setpoint then PWM Sedang
- [22] if kecepatan Kencang and Error A.Minus then PWM Sedang
- [23] if kecepatan Kencang and Error is Minus then PWM Sedang
- [24] if kecepatan Kencang and Error is A.Plus then PWM Tinggi
- [25] if kecepatan Kencang and Error is Plus then PWM Tinggi

Pada pengujian membership function kurva 5 ini menggunakan beban nyata sebesar 200 watt dan beban dummyload sebesar 300 watt, digunakan dummyload sebesar 300 watt karena nilai beban dummyload harus lebih besar dari beban nyata. Dalam pengujian ini untuk menentukan parameter parameter membership function menggunakan metode trial and error dengan cara mengubah nilai membership function pada arduino ide. Berikut uji coba alat dengan mengubah parameter nilai fuzzy.

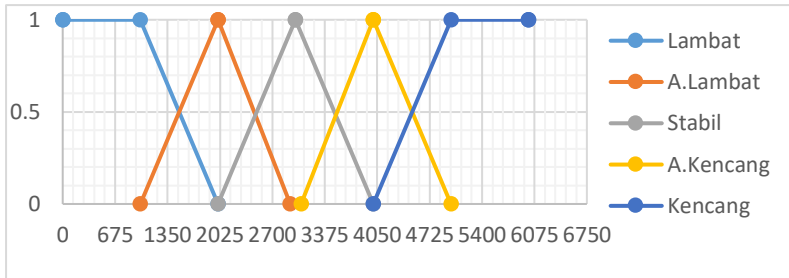
a. Percobaan pertama

Pada percobaan pertama menggunakan nilai membership sebagai berikut :

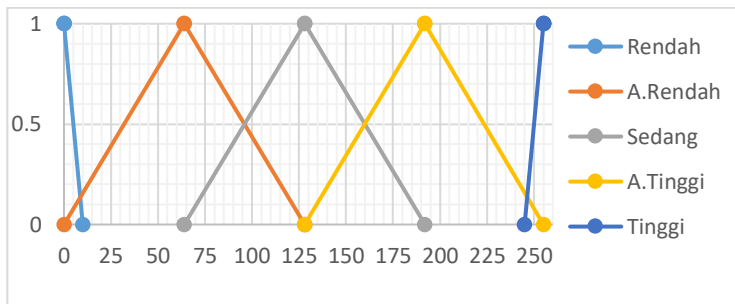
Tabel 4. 14 Membership pertama

Membership RPM				
Titik	A	B	C	D
Lambat	0	0	1000	2000
Agak Lambat	1000	2000	2000	2930
Stabil	2000	3000	3000	4000
Agak Kencang	3070	4000	4000	5000
Kencang	4000	5000	6000	6000
Membership PWM				
Titik	A	B	C	D
Rendah	0	0	0	10
Agak Rendah	0	64	64	128
Sedang	64	128	128	192
Agak Tinggi	128	192	192	255
Tinggi	245	255	255	255
Membership ERROR				
Titik	A	B	C	D
Error Minus	-3000	-3000	-2720	-1500
Agak Minus	-3000	-1500	-1500	0
Error Setpoint	-1500	0	0	1500
Agak Plus	0	1500	3000	3000
Error Plus	1500	2600	3000	3000

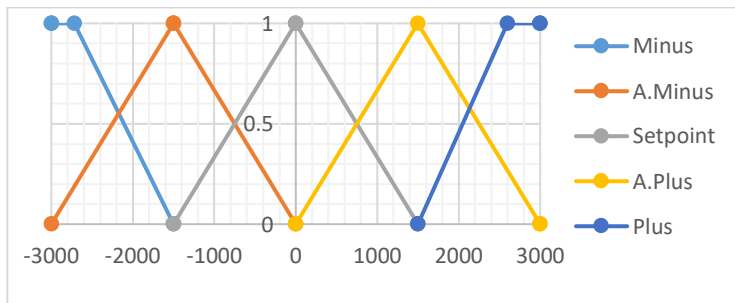
Dari tabel diatas dapat diketahui kurva segitiganya seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 32 Kurva segitiga untuk RPM pada percobaan pertama



Gambar 4. 33 Kurva segitiga untuk PWM pada percobaan pertama



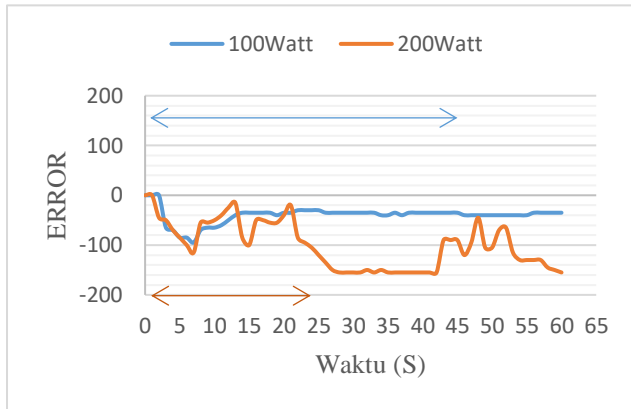
Gambar 4. 34 Kurva segitiga untuk membership Error

Pada tabel dan kurva di atas dapat diketahui hasil undershoot, settling time dan steady state error pada tabel dibawah ini:

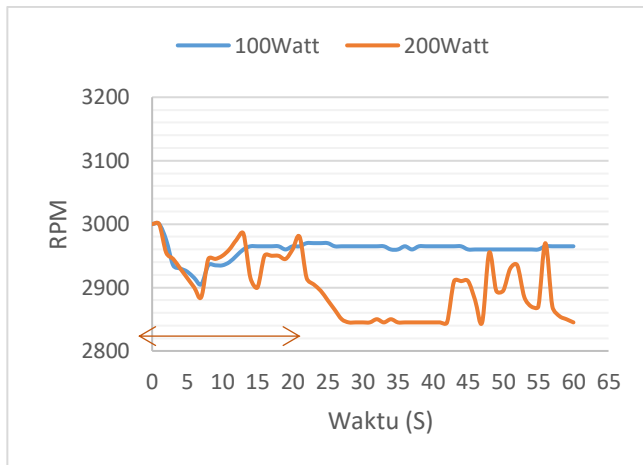
Tabel 4. 15 Hasil pada percobaan pertama

Beban	Undershoot (RPM)	Overshoot (RPM)	Steady State Error	Settling Time (S)
0 Watt	2997	3001	-	
100 Watt	2965	3055	1,16 %	40
200 Watt	2845	3045	5,16 %	60+

Pada percobaan kali ini menggunakan 5 kurva dengan aturan Lambat,Agak lambat,Stabil,Agak tinggi,Tinggi,pengambilan data di atas dengan cara trial and error dimana motor ac hanya mencapai putaran maksimal 3000 rpm dan pada percobaan ini disetting pada rpm 3000. Sedangkan pada pwm juga memakai 5 kurva dengan aturan Rendah,Agak rendah,Sedang,Agak tinggi,Tinggi. Pengambilan datanya sama dengan cara trial and error dengan setting nilai pwm dari 0-255. Hasil percobaan pertama dapat dilihat ketika tanpa menggunakan beban undershoot rpm sebesar 2.997 dan tidak memiliki nilai error,seandainya pada beban 100 watt undershootnya menjadi 2.965 dan untuk nilai errornya sebesar 1,16% dengan rentan waktu 40 detik,dan terakhir menggunakan beban sebesar 200 watt undershootnya 2.845 dengan nilai error sebesar 5,16% dengan waktu 1 menit lebih. Dalam percobaan pertama ini sistem penyetabilan yang digunakan kurang berfungsi dengan baik dikarenakan nilai error yang dihasilkan melebihi 5% pada beban 200 watt.



Gambar 4. 35 Grafik Error



Gambar 4. 36 Grafik Waktu

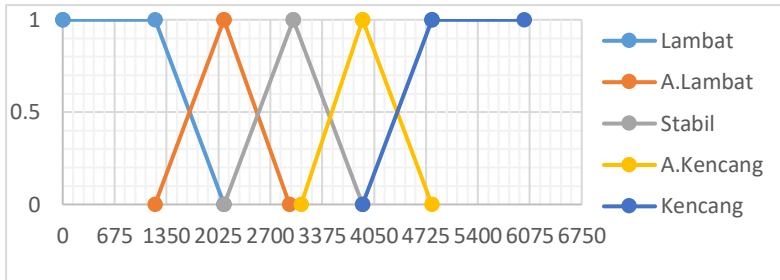
b. Percobaan kedua

Pada percobaan kedua menggunakan nilai membership sebagai berikut :

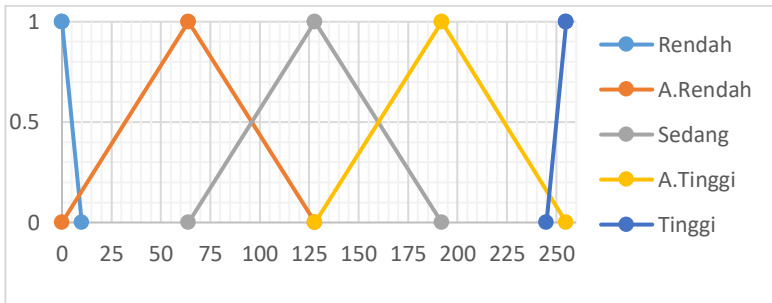
Tabel 4. 16 Membership kedua

Membership RPM				
Titik	A	B	C	D
Lambat	0	0	1000	2000
Agak Lambat	1000	2000	2000	2930
Stabil	2000	3000	3000	4000
Agak Kencang	3070	4000	4000	5000
Kencang	4000	5000	6000	6000
Membership PWM				
Titik	A	B	C	D
Rendah	0	0	0	10
Agak Rendah	0	64	64	128
Sedang	64	128	128	192
Agak Tinggi	128	192	192	255
Tinggi	245	255	255	255
Membership ERROR				
Titik	A	B	C	D
Error Minus	-3000	-3000	-2720	-1500
Agak Minus	-3000	-1500	-1000	0
Error Setpoint	-100	0	0	100
Agak Plus	0	1000	3000	3000
Error Plus	1500	2600	3000	3000

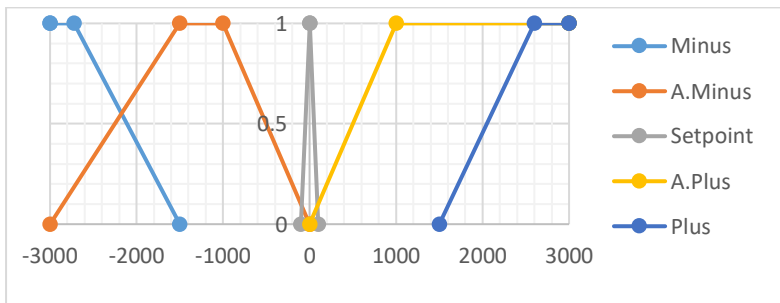
Dari tabel diatas dapat diketahui kurva segitiganya seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 37 Kurva segitiga untuk RPM pada percobaan kedua



Gambar 4. 38 Kurva segitiga untuk PWM pada percobaan kedua



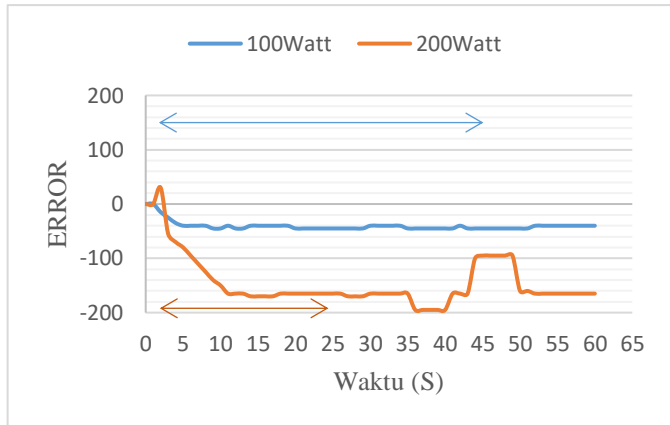
Gambar 4. 39 Kurva segitiga untuk membership Error

Pada 74able dan kurva di atas dapat diketahui hasil undershoot, settling time dan steady state error pada 74able dibawah ini:

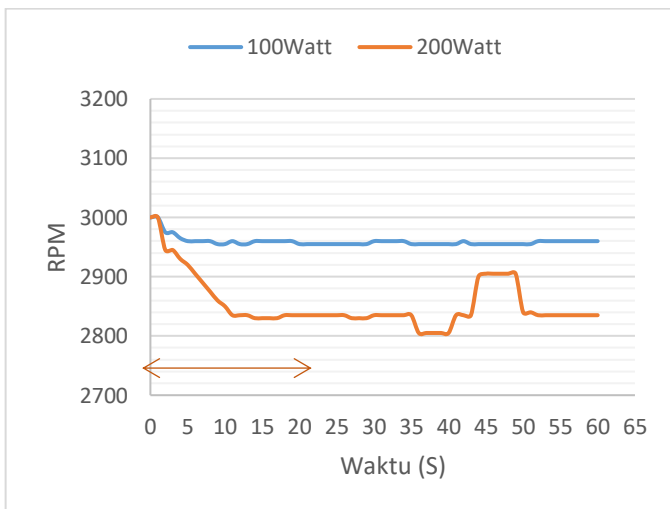
Tabel 4. 17 Hasil pada percobaan kedua

Beban	Undershoot (RPM)	Overshoot (RPM)	Steady State Error	Settling Time (S)
0 Watt	2997	3001	-	
100 Watt	2960	3055	1,33 %	40
200 Watt	2835	3095	5,5 %	60+

Pada tabel hasil percobaan kedua dapat dilihat ketika tanpa menggunakan beban undershoot rpm sebesar 2.997 dan tidak memiliki nilai error, sedangkan pada beban 100 watt undershootnya menjadi 2.960 dan untuk nilai errornya sebesar 1,33% dengan rentan waktu 40 detik, dan terakhir menggunakan beban sebesar 200 watt undershootnya 2.835 dengan nilai error sebesar 5,5% dengan waktu 1 menit lebih. Dalam percobaan kedua ini sistem penyetabilan yang digunakan kurang berfungsi dengan baik dikarenakan nilai error yang dihasilkan melebihi 5% pada beban 200 watt.



Gambar 4. 40 Grafik Error



Gambar 4. 41 Grafik Waktu

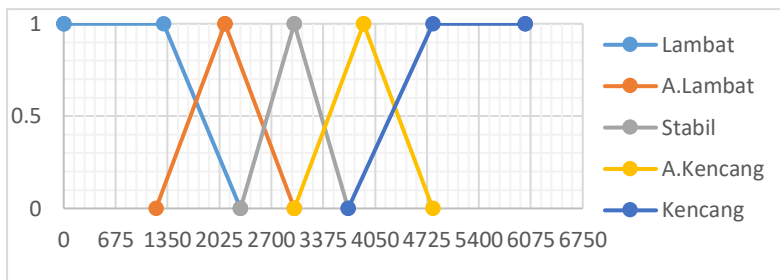
c. Percobaan ketiga

Pada percobaan kedua menggunakan nilai membership sebagai berikut :

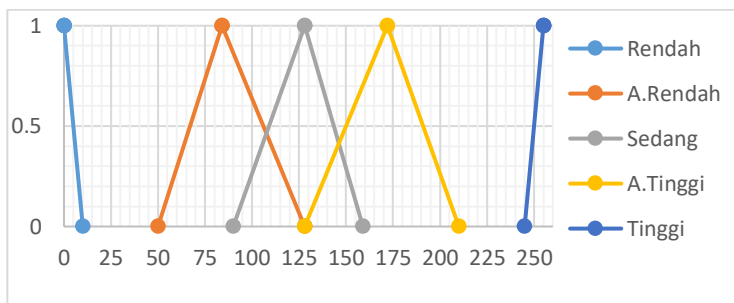
Tabel 4. 18 Membership ketiga

Membership RPM				
Titik	A	B	C	D
Lambat	0	0	1300	2300
Agak Lambat	1200	2100	2100	3000
Stabil	2300	3000	3000	3700
Agak Kencang	3000	3900	3900	4800
Kencang	3700	4800	6000	6000
Membership PWM				
Titik	A	B	C	D
Rendah	0	0	0	10
Agak Rendah	50	84	84	128
Sedang	90	128	128	159
Agak Tinggi	128	172	172	210
Tinggi	245	255	255	255
Membership ERROR				
Titik	A	B	C	D
Error Minus	-3000	-3000	-2720	-1500
Agak Minus	-2000	-700	-700	0
Error Setpoint	-500	0	0	500
Agak Plus	0	700	700	2000
Error Plus	1500	2600	3000	3000

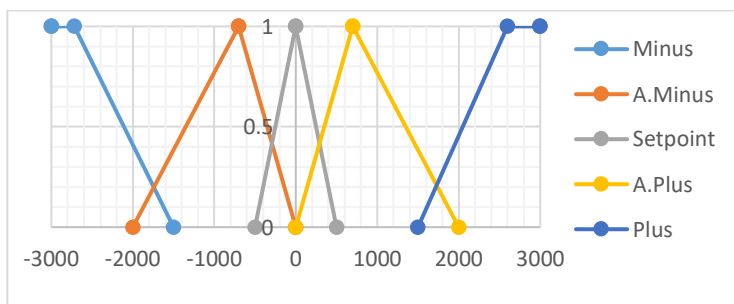
Dari tabel diatas dapat diketahui kurva segitiganya seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 4. 42 Kurva segitiga untuk RPM pada percobaan ketiga



Gambar 4. 43 Kurva segitiga untuk PWM pada percobaan ketiga



Gambar 4. 44 Kurva segitiga untuk membership Error

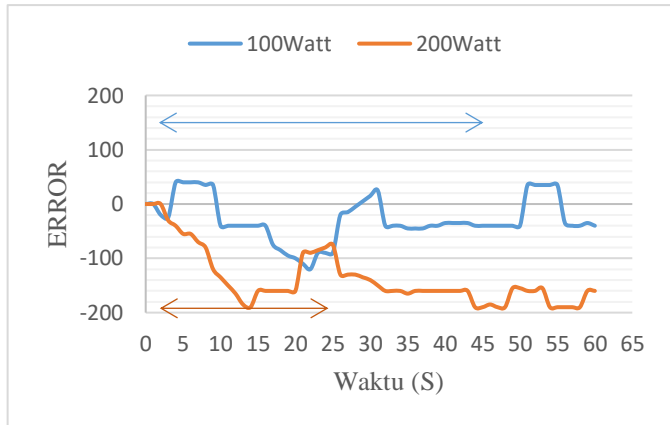
Pada 77able dan kurva di atas dapat diketahui hasil undershoot, settling time dan steady state error pada 77able dibawah ini:

Tabel 4. 19 Hasil pada percobaan ketiga

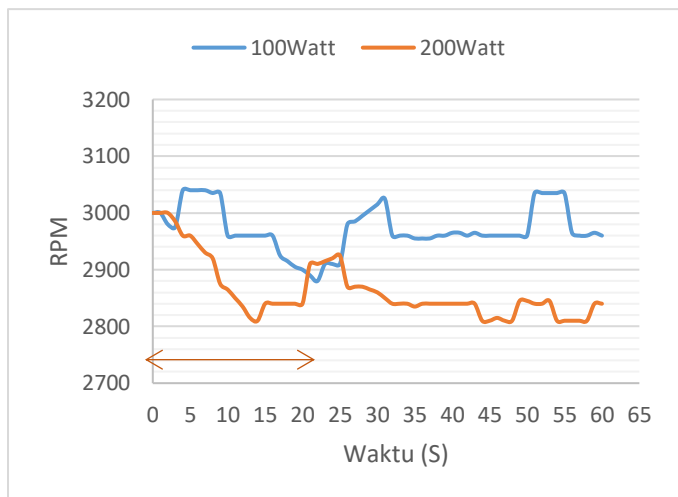
Beban	Undershoot (RPM)	Overshoot (RPM)	Steady State Error	Settling Time (S)
0 Watt	2997	3001	-	
100 Watt	2960	3040	1,33 %	40
200 Watt	2840	3060	5,3 %	60+

Pada tabel hasil percobaan ketiga dapat dilihat ketika tanpa menggunakan beban undershoot rpm sebesar 2.997 dan tidak memiliki nilai error, sedangkan pada beban 100 watt undershootnya menjadi 2.960 dan untuk nilai errornya sebesar 1,33% dengan rentan waktu 40 detik, dan terakhir menggunakan beban sebesar 200 watt undershootnya 2.840 dengan nilai error sebesar 5,3% dengan waktu 1 menit lebih. Dalam percobaan ketiga ini sistem penyetabilan yang digunakan kurang berfungsi dengan baik dikarenakan nilai error yang dihasilkan diatas 5% pada beban 200 watt.

Pada percobaan ketiga diatas menggunakan 5 kurva membership memiliki kestabilan yang kurang responsive terhadap beban, karena memiliki 5 aturan yaitu Lambat, Agak lambat, Stabil, Agak kencang, Kencang.



Gambar 4. 45 Grafik Error



Gambar 4. 46 Grafik Waktu

[Halaman ini sengaja dikosongkan]