

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dilakukan beberapa pengujian yang bertujuan untuk mengetahui hasil dari perancangan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya. Dari hasil pengujian maka dapat dianalisa kinerja dari tiap-tiap bagian sistem yang saling berinteraksi sehingga terbentuklah suatu alat pengontrolan frekuensi dalam pengaturan motor induksi satu fasa menggunakan kontroler PID.

4.1. Pengujian Sensor

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada rangkaian sensor *optocoupler* dalam kondisi *high* dan *low* menggunakan *multimeter* dengan sumber daya sebesar ± 5 volt DC. Kondisi *high* dan *low* diketahui ketika sensor ditempatkan disamping motor induksi yang permukaannya memiliki warna hitam dan putih yang berfungsi sebagai pemantul cahaya, sehingga photodiode dapat mendeteksi objek warna tersebut dengan menerima pantulan sinar infra merah dari pemancar. Hasil pengujian tegangan sensor dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Tegangan Sensor

Kondisi	Tegangan	Keterangan
<i>High</i>	3,48 V	Diukur pada saat sensor terkena warna putih
<i>Low</i>	0,5 V	Diukur pada saat sensor terkena warna hitam

4.2. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

4.2.1. Pengujian Frekuensi Untuk Mengetahui Kecepatan Putar Motor

Pengujian frekuensi ini dilakukan untuk mengetahui berapa kecepatan yang dihasilkan motor induksi satu fasa. Pengujian ini dilakukan dengan frekuensi 25 Hz sampai dengan frekuensi 80 Hz. Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan besar tegangan *input* yaitu 180 V, 200 V, dan 220 V. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh tegangan *input* pada kecepatan putaran motor induksi satu fasa.

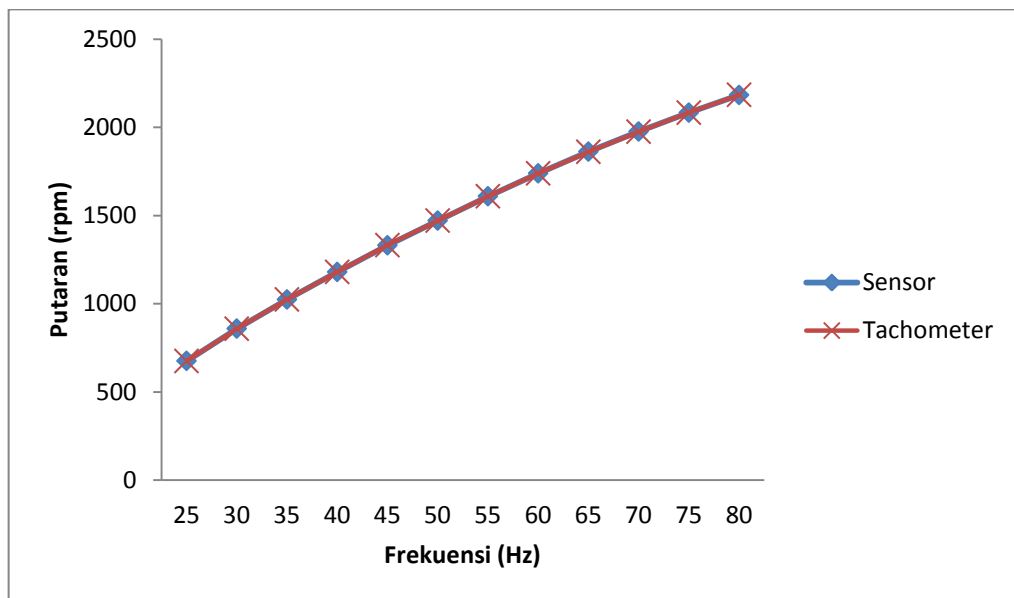
a. Pengujian Kecepatan Motor dengan Tegangan *Input* 180 V

Hasil dari pengujian frekuensi terhadap kecepatan putar motor induksi satu fasa pada tegangan *input* 180 V yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kecepatan Putar Motor Dengan Tegangan *Input* 180 V

No.	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)		V output (V)
		Sensor	Tachometer	
1	25	676	675	251
2	30	859	858	254
3	35	1024	1024	256
4	40	1180	1180	258
5	45	1331	1332	259
6	50	1471	1471	260
7	55	1609	1609	262
8	60	1739	1739	263
9	65	1862	1861	260
10	70	1976	1975	259
11	75	2083	2083	257
12	80	2183	2184	255

Berdasarkan Tabel 4.2 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putar motor induksi satu fasa.

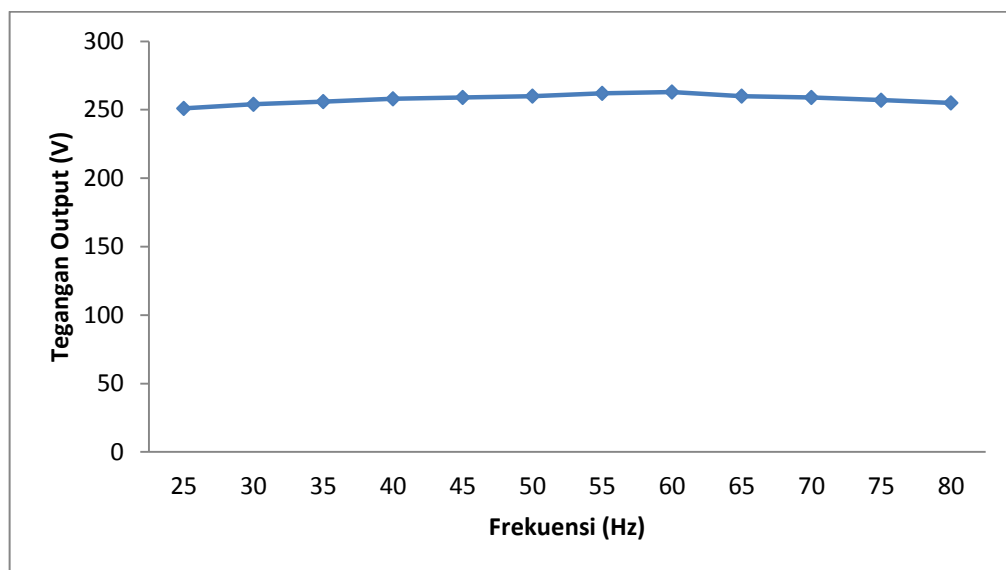


Gambar 4.1 Kurva Karakteristik Frekuensi Terhadap Putaran Motor Pada Tegangan *Input* 180 V

Berdasarkan Gambar 4.1 terlihat bahwa besar kecepatan putar motor yang diukur dengan menggunakan sensor tidak jauh berbeda dengan yang diukur

dengan menggunakan alat pengukur kecepatan putaran motor (tachometer). Pada percobaan ini terlihat pada penggunaan frekuensi 25 Hz dihasilkan putaran sebesar 676 rpm dengan menggunakan sensor dan putaran sebesar 675 rpm dengan menggunakan tachometer. Ketika frekuensinya dinaikkan menjadi 30 Hz dihasilkan putaran sebesar 859 rpm dengan menggunakan sensor dan putaran sebesar 858 rpm dengan menggunakan tachometer, dan seterusnya. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan akan meningkatkan putaran motor yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin kecil frekuensi yang diberikan maka akan semakin rendah putaran yang dihasilkan. Kenaikan frekuensi yang diberikan dengan putaran motor yang dihasilkan itu mendekati linear.

Berdasarkan Tabel 4.2 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap tegangan *output*.



Gambar 4.2 Kurva Hubungan Frekuensi Terhadap Tegangan *Output* Pada Tegangan Input 180 V

Pada Tabel 4.2 terlihat tegangan *output* yang dihasilkan pada frekuensi 25–60 Hz terjadi kenaikan tegangan yang tidak begitu signifikan dan pada frekuensi 65–50 Hz terjadi penurunan tegangan. Dari hal ini terlihat batas maksimal kemampuan motor pada alat ini adalah frekuensi 60 Hz.

Kecepatan putar stator motor induksi satu fasa dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.9. Dengan $p = 4$ (Percobaan ini menggunakan motor induksi 4 kutub) dan $f = 25$ Hz didapatkan kecepatan putar stator sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 n_s &= \frac{120 f}{p} \\
 &= \frac{120 \times 25 \text{ Hz}}{4} \\
 &= 750 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung besar slip yang terjadi pada motor induksi ini dengan menggunakan persamaan 2.8. Untuk $f = 25 \text{ Hz}$ didapatkan nilai slip sebagai berikut:

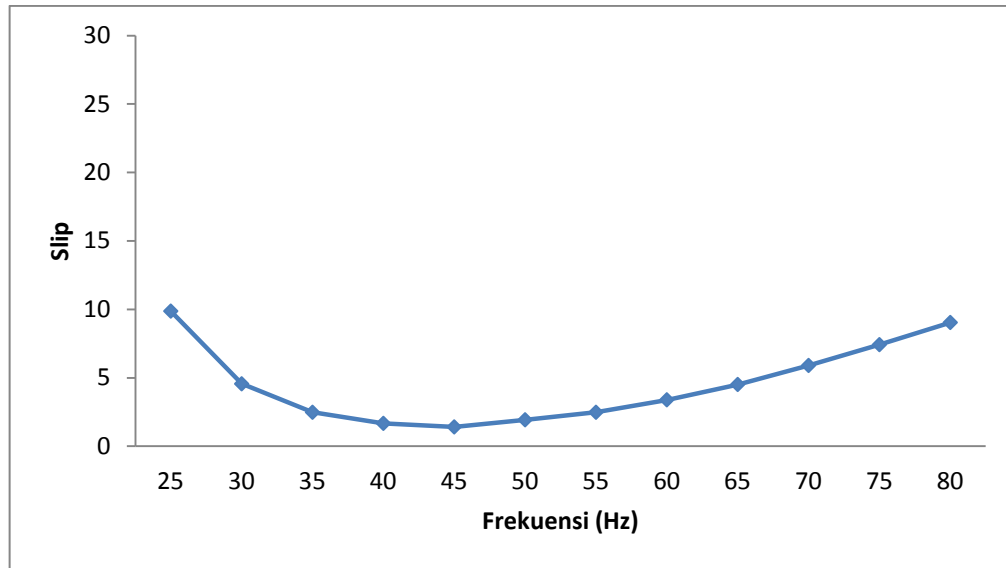
$$\begin{aligned}
 s &= \left(\frac{n_s - n_r}{n_s} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{750 - 676}{750} \right) \times 100\% \\
 &= \frac{74}{750} \times 100\% \\
 &= 9,87\%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dengan persamaan yang sama, didapatkan data pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Nilai n_s dan Slip Pada Tegangan *Input* 180 V

No.	f (Hz)	n_r (rpm)	n_s (rpm)	s (%)
1	25	676	750	9,87
2	30	859	900	4,56
3	35	1024	1050	2,48
4	40	1180	1200	1,67
5	45	1331	1350	1,41
6	50	1471	1500	1,93
7	55	1609	1650	2,48
8	60	1739	1800	3,39
9	65	1862	1950	4,51
10	70	1976	2100	5,90
11	75	2083	2250	7,42
12	80	2183	2400	9,04

Berdasarkan Tabel 4.3 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap slip motor.



Gambar 4.3 Kurva Hubungan Frekuensi Terhadap Slip Pada Tegangan *Input* 180 V

Dari Gambar 4.3 terlihat nilai slip paling kecil terjadi pada frekuensi 45 Hz yaitu 1,41 dan nilai slip terbesar terjadi pada frekuensi 25 Hz yaitu 9,87.

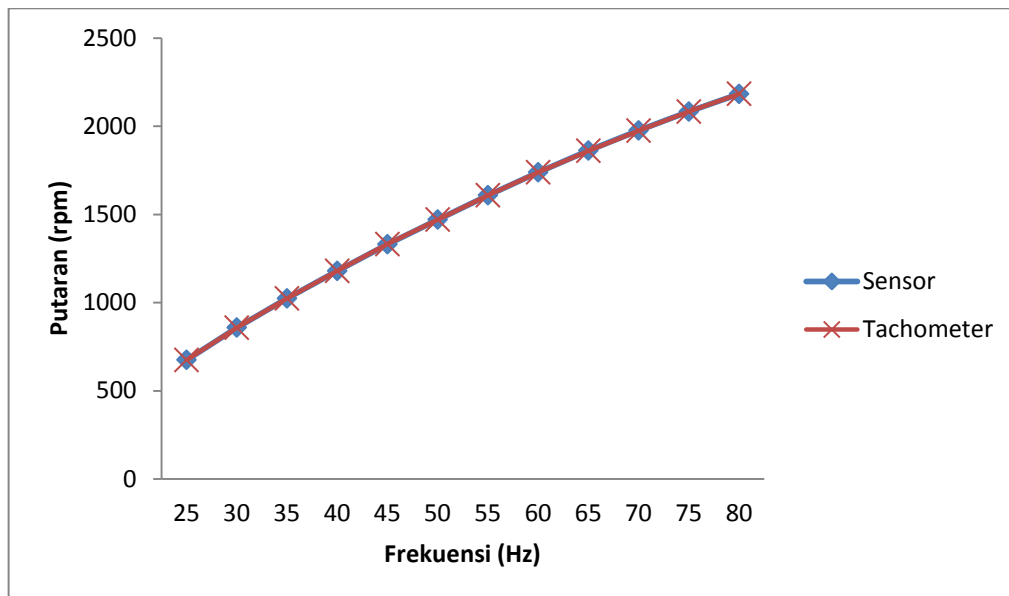
b. Pengujian Kecepatan Motor dengan Tegangan *Input* 200 V

Hasil dari pengujian frekuensi terhadap kecepatan putar motor induksi satu fasa pada tegangan *input* 200 V yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kecepatan Putar Motor Dengan Tegangan *Input* 200 V

No.	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)		V output (V)
		Sensor	Tachometer	
1	25	676	676	275
2	30	857	858	278
3	35	1024	1024	282
4	40	1183	1183	284
5	45	1333	1333	286
6	50	1476	1475	287
7	55	1612	1612	288
8	60	1744	1744	290
9	65	1864	1863	284
10	70	1980	1980	282
11	75	2090	2089	280
12	80	2188	2189	277

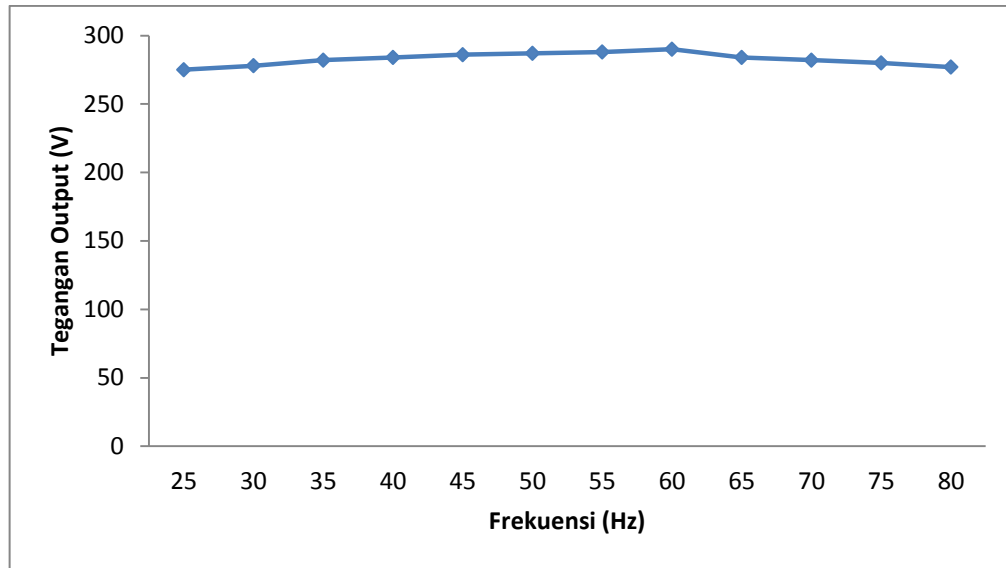
Berdasarkan Tabel 4.4 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putar motor induksi satu fasa.



Gambar 4.4 Kurva Karakteristik Frekuensi Terhadap Putaran Motor Pada Tegangan *Input* 200 V

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa besar kecepatan putar motor yang diukur dengan menggunakan sensor tidak jauh berbeda dengan yang diukur dengan menggunakan alat pengukur kecepatan putaran motor (tachometer). Pada percobaan ini terlihat pada penggunaan frekuensi 25 Hz dihasilkan putaran sebesar 676 rpm baik diukur dengan menggunakan sensor maupun tachometer, dan ketika frekuensinya dinaikkan menjadi 30 Hz dihasilkan putaran sebesar 857 rpm dengan menggunakan sensor dan putaran sebesar 858 rpm dengan menggunakan tachometer, dan seterusnya. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan akan meningkatkan putaran motor yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin kecil frekuensi yang diberikan maka akan semakin rendah putaran yang dihasilkan. Kenaikan frekuensi yang diberikan dengan putaran motor yang dihasilkan itu mendekati linear.

Berdasarkan Tabel 4.4 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap tegangan *output*.



Gambar 4.5 Kurva Hubungan Frekuensi Terhadap Tegangan *Output* Pada Tegangan *Input* 200 V

Pada Tabel 4.4 terlihat tegangan *output* yang dihasilkan pada frekuensi 25–60 Hz terjadi kenaikan tegangan yang tidak begitu signifikan dan pada frekuensi 65–50 Hz terjadi penurunan tegangan. Dari hal ini terlihat batas maksimal kemampuan motor pada alat ini adalah frekuensi 60 Hz.

Kecepatan putar stator motor induksi satu fasa dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.9. Dengan $p = 4$ (Percobaan ini menggunakan motor induksi 4 kutub) dan $f = 25$ Hz didapatkan kecepatan putar stator sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 n_s &= \frac{120 f}{p} \\
 &= \frac{120 \times 25 \text{ Hz}}{4} \\
 &= 750 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung besar slip yang terjadi pada motor induksi ini dengan menggunakan persamaan 2.8. Untuk $f = 25$ Hz didapatkan nilai slip sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 s &= \left(\frac{n_s - n_r}{n_s} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{750 - 676}{750} \right) \times 100\%
 \end{aligned}$$

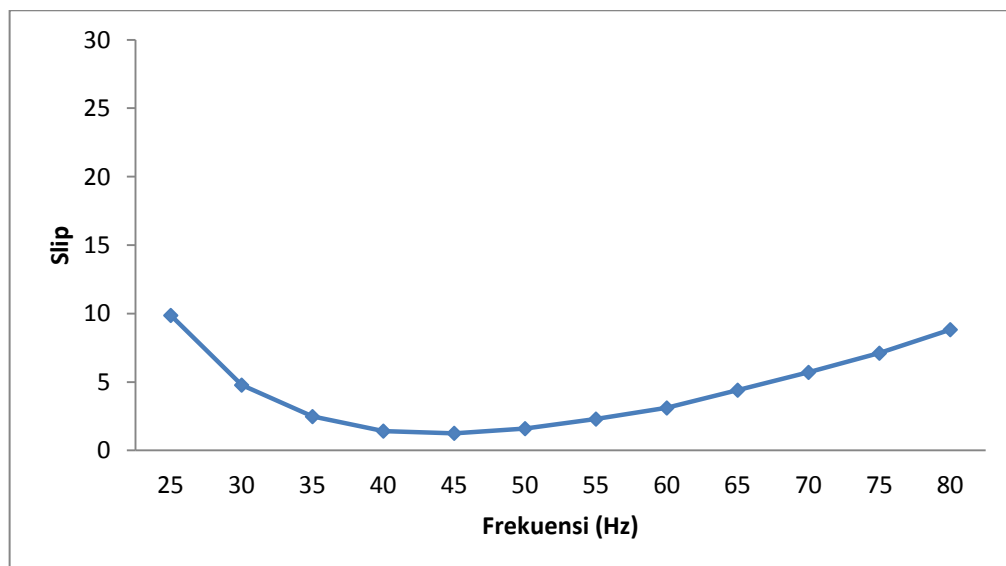
$$\begin{aligned}
 &= \frac{74}{750} \times 100\% \\
 &= 9,87\%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dengan persamaan yang sama, didapatkan data pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Nilai n_s dan Slip Pada Tegangan *Input* 200 V

No.	f (Hz)	n_r (rpm)	n_s (rpm)	s (%)
1	25	676	750	9,87
2	30	857	900	4,78
3	35	1024	1050	2,48
4	40	1183	1200	1,42
5	45	1333	1350	1,26
6	50	1476	1500	1,60
7	55	1612	1650	2,30
8	60	1744	1800	3,11
9	65	1864	1950	4,41
10	70	1980	2100	5,71
11	75	2090	2250	7,11
12	80	2188	2400	8,83

Berdasarkan Tabel 4.5 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap slip motor.



Gambar 4.6 Kurva Hubungan Frekuensi Terhadap Slip Pada Tegangan *Input* 200 V

Dari Gambar 4.6 terlihat nilai slip paling kecil terjadi pada frekuensi 45 Hz yaitu 1,26 dan nilai slip terbesar terjadi pada frekuensi 25 Hz yaitu 9,87.

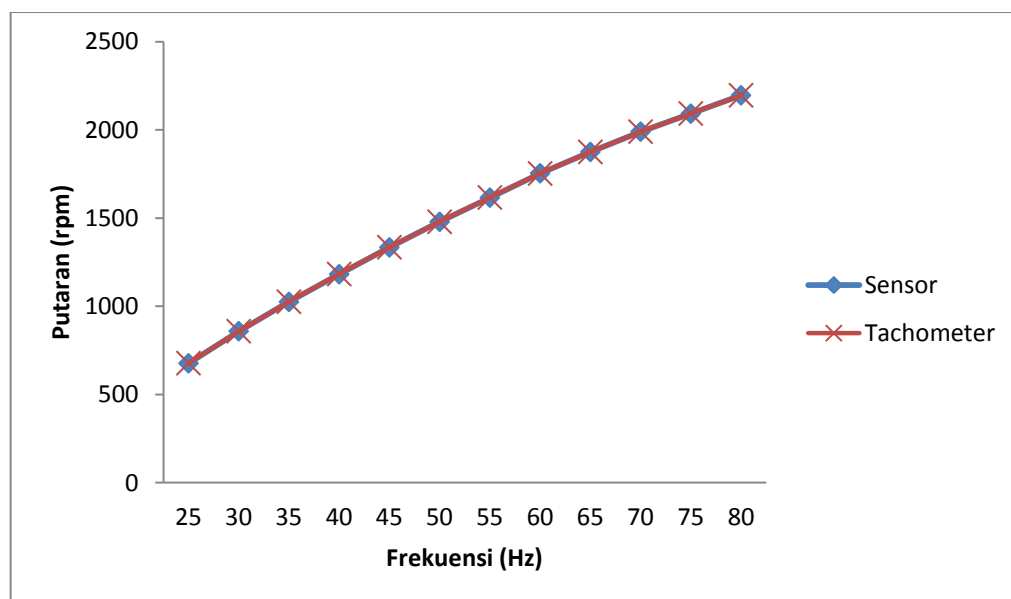
c. Pengujian Kecepatan Motor dengan Tegangan *Input* 220 V

Hasil dari pengujian frekuensi terhadap kecepatan putar motor induksi satu fasa pada tegangan *input* 220 V yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kecepatan Putar Motor Dengan Tegangan *Input* 220 V

No.	Frekuensi (Hz)	Putaran (rpm)		V output (V)
		Sensor	Tachometer	
1	25	677	678	324
2	30	859	859	328
3	35	1025	1026	333
4	40	1182	1183	342
5	45	1334	1335	346
6	50	1479	1479	350
7	55	1616	1617	353
8	60	1754	1753	355
9	65	1875	1875	352
10	70	1990	1990	350
11	75	2092	2093	348
12	80	2196	2196	347

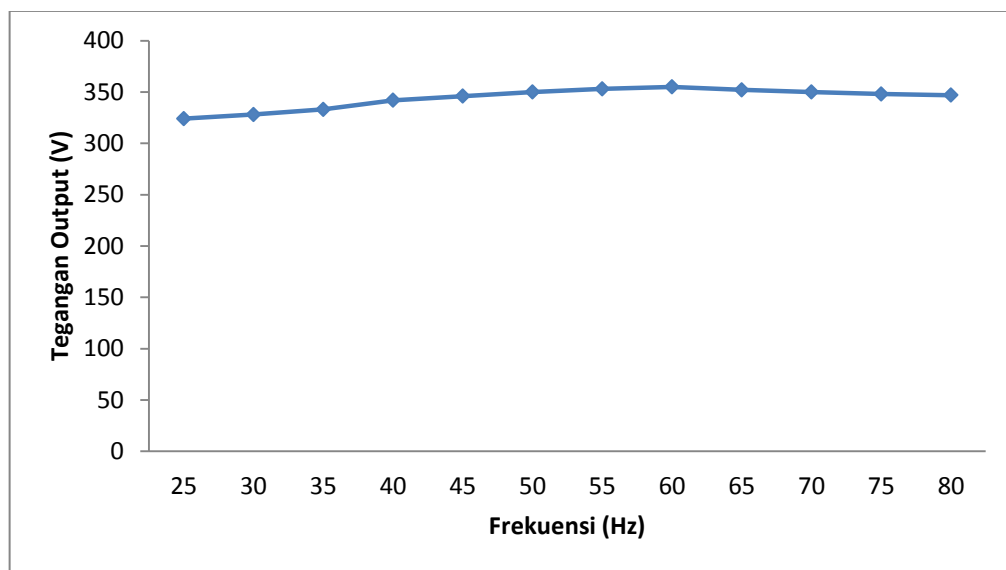
Berdasarkan Tabel 4.6 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putar motor induksi satu fasa.



Gambar 4.7 Kurva Karakteristik Frekuensi Terhadap Putaran Motor Pada Tegangan *Input* 220 V

Berdasarkan Gambar 4.7 terlihat bahwa besar kecepatan putar motor yang diukur dengan menggunakan sensor tidak jauh berbeda dengan yang diukur dengan menggunakan alat pengukur kecepatan putaran motor (tachometer). Pada percobaan ini terlihat pada penggunaan frekuensi 25 Hz dihasilkan putaran sebesar 677 rpm dengan menggunakan sensor dan putaran sebesar 678 rpm dengan menggunakan tachometer. Ketika frekuensinya dinaikkan menjadi 30 Hz dihasilkan putaran sebesar 859 rpm baik diukur dengan menggunakan sensor maupun tachometer, dan seterusnya. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan akan meningkatkan putaran motor yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin kecil frekuensi yang diberikan maka akan semakin rendah putaran yang dihasilkan. Kenaikan frekuensi yang diberikan dengan putaran motor yang dihasilkan itu mendekati linear.

Berdasarkan Tabel 4.6 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap tegangan *output*.



Gambar 4.8 Kurva Hubungan Frekuensi Terhadap Tegangan *Output* Pada Tegangan *Input* 220 V

Pada Tabel 4.6 terlihat tegangan *output* yang dihasilkan pada frekuensi 25–60 Hz terjadi kenaikan tegangan yang tidak begitu signifikan dan pada frekuensi 65–50 Hz terjadi penurunan tegangan. Dari hal ini terlihat batas maksimal kemampuan motor pada alat ini adalah frekuensi 60 Hz.

Kecepatan putar stator motor induksi satu fasa dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.9. Dengan $p = 4$ (Percobaan ini menggunakan motor induksi 4 kutub) dan $f = 25$ Hz didapatkan kecepatan putar stator sebagai berikut:

$$\begin{aligned} n_s &= \frac{120 f}{p} \\ &= \frac{120 \times 25 \text{ hz}}{4} \\ &= 750 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Untuk menghitung besar slip yang terjadi pada motor induksi ini dengan menggunakan persamaan 2.8. Untuk $f = 25$ Hz didapatkan nilai slip sebagai berikut:

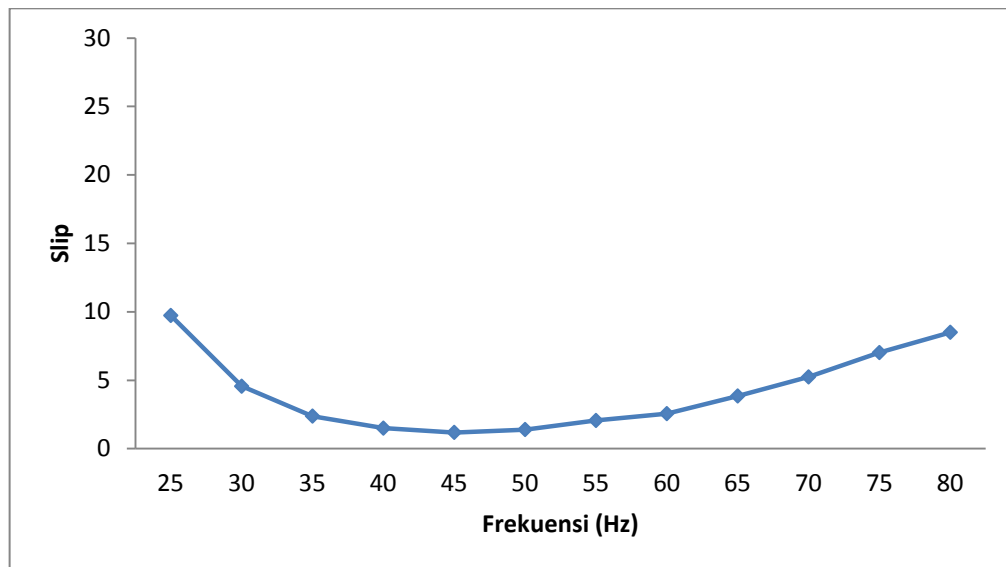
$$\begin{aligned} s &= \left(\frac{n_s - n_r}{n_s} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{750 - 677}{750} \right) \times 100\% \\ &= \frac{73}{750} \times 100\% \\ &= 9,73\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dengan persamaan yang sama, didapatkan data pada Tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Nilai n_s dan Slip Pada Tegangan Input 220 V

No.	f (Hz)	n_r (rpm)	n_s (rpm)	s (%)
1	25	677	750	9,73
2	30	859	900	4,56
3	35	1025	1050	2,38
4	40	1182	1200	1,50
5	45	1334	1350	1,19
6	50	1479	1500	1,40
7	55	1616	1650	2,06
8	60	1754	1800	2,56
9	65	1875	1950	3,85
10	70	1990	2100	5,24
11	75	2092	2250	7,02
12	80	2196	2400	8,50

Berdasarkan Tabel 4.7 maka dapat dilihat kurva karakteristik pengaruh frekuensi terhadap slip motor.



Gambar 4.9 Kurva Hubungan Frekuensi Terhadap Slip Pada Tegangan *Input* 220 V

Dari Gambar 4.9 terlihat nilai slip paling kecil terjadi pada frekuensi 45 Hz yaitu 1,19 dan nilai slip terbesar terjadi pada frekuensi 25 Hz yaitu 9,73.

Berdasarkan hasil pengujian a,b, dan c dapat terlihat bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan maka semakin besar kecepatan putar motor yang dihasilkan. Dengan besar frekuensi yang sama dan tegangan *input* yang bervariasi (180V, 200V, dan 220V) maka menghasilkan kecepatan motor yang berbeda, seperti yang terjadi pada pemberian frekuensi 50 Hz menghasilkan kecepatan putar motor 1471 rpm pada tegangan *input* 180V, 1476 rpm pada tegangan *input* 200V, dan 1479 rpm pada tegangan *input* 220V. Dari hal ini dapat terlihat bahwa semakin besar tegangan *input* yang diberikan maka semakin besar kecepatan putar motor yang dihasilkan. Pada pemberian frekuensi yang sama dan tegangan yang bervariasi, nilai slip terbesar terjadi pada frekuensi 25 Hz dan nilai slip terkecil terjadi pada frekuensi 45 Hz.

4.2.2. Pengujian Kecepatan Putaran Motor Menggunakan Kontroler Proporsional, Integral, dan Derivatif (PID)

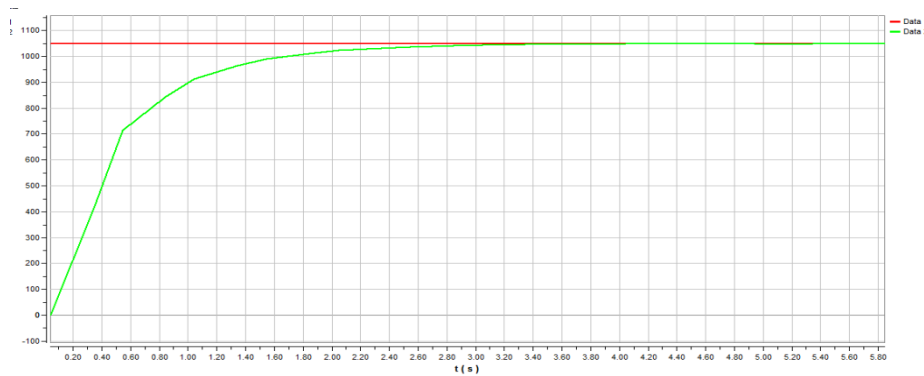
Pengujian kecepatan putaran motor satu fasa dilakukan untuk mengetahui frekuensi dan waktu yang dibutuhkan dalam mencapai kestabilan putaran yang

diinginkan. Pengujian ini dilakukan dengan putaran 1050 rpm sampai dengan putaran 1500 rpm. Dalam pengujian ini dilakukan dengan menggunakan kontrol PID menggunakan metode *good gain*. Untuk menentukan parameter PID dapat dilakukan pada sistem *loop* tertutup dimana sinyal kontrol dimasukkan secara manual. Kontrol proporsional dimasukkan secara bertahap, pada pengujian ini dimulai dari $K_p = 1$.

a. Pengujian Pada Saat Putaran 1050 Rpm

Hasil pengujian kecepatan putaran motor satu fasa pada saat putaran 1050 rpm dapat diperoleh dengan langkah-langkah berikut :

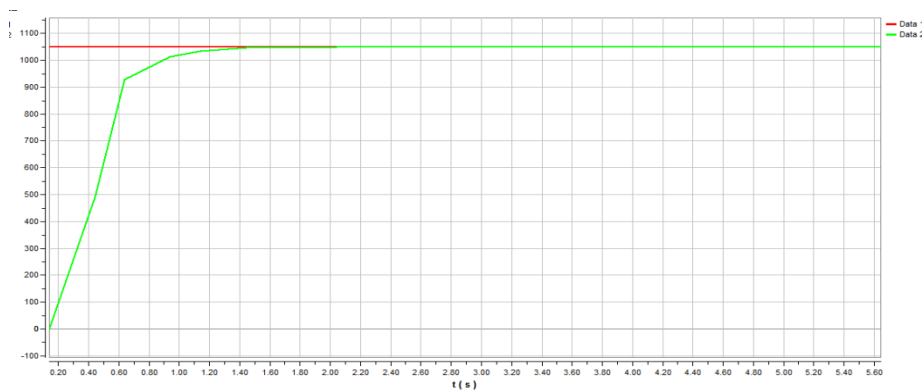
1. Pada saat $K_p = 1$



Gambar 4.10 Kurva Kecepatan Putaran 1050 rpm Pada $K_p = 1$

Pada Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1050 rpm membutuhkan waktu sebesar 4,05 s.

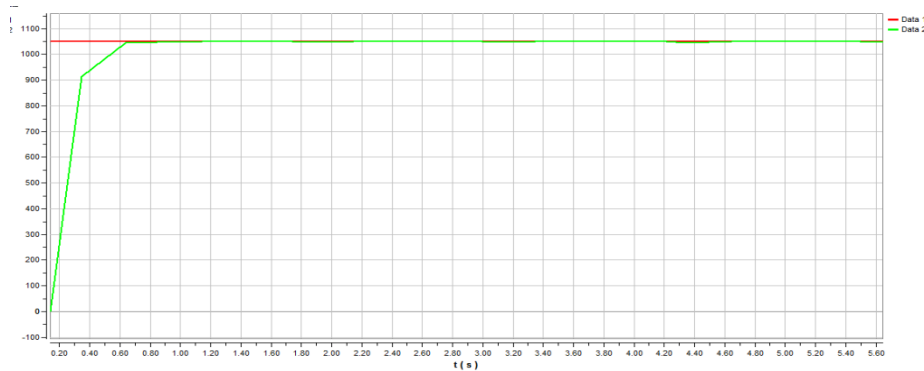
2. Pada saat $K_p = 2$



Gambar 4.11 Kurva Kecepatan Putaran 1050 rpm Pada $K_p = 2$

Pada Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1050 rpm membutuhkan waktu sebesar 2,05 s.

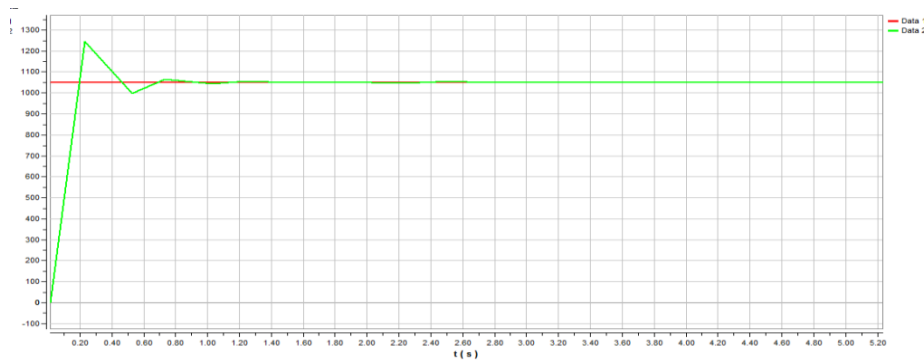
3. Pada saat $K_p = 3$



Gambar 4.12 Kurva Kecepatan Putaran 1050 rpm Pada $K_p = 3$

Pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1050 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,15 s.

4. Pada saat $K_p = 4$



Gambar 4.13 Kurva Kecepatan Putaran 1050 rpm Pada $K_p = 4$

Pada Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1050 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,38 s. Pada Gambar 4.13 terlihat terjadinya lonjakan kecepatan dengan puncak tertinggi mencapai pada kecepatan 1250 rpm yang terjadi pada waktu 0,23 s. Lonjakan kecepatan ini terjadi karena pemberian nilai K_p yang terlalu besar sehingga mengakibatkan sistem tidak bekerja stabil

(respon sistem berosilasi). Waktu yang dibutuhkan untuk menuju keadaan *steady state* adalah 0,76 s. Dengan demikian diperoleh nilai T_{ou} sebesar 0,53 s.

- Untuk menentukan nilai T_i digunakan Persamaan 2.5, sehingga diperoleh:

$$T_i = 1,5 T_{ou} = 1,5 \times 0,53 = 0,79$$

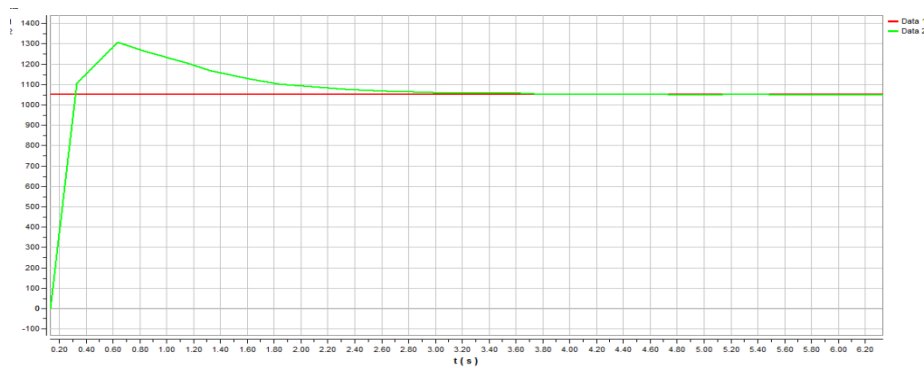
- Untuk menentukan nilai T_d digunakan Persamaan 2.7, sehingga diperoleh:

$$T_d = \frac{T_i}{4} = \frac{0,79}{4} = 0,198 = 0,2$$

- Untuk menjaga kestabilan sistem, maka dilakukan pengurangan K_p 80% dari harga aslinya (K_{PGG}). Dengan menggunakan Persamaan 2.6 diperoleh :

$$K_p = 0,8 K_{PGG} = 0,8 \times 4 = 3,2$$

- Dengan $K_p = 3,2$, $T_i = 0,79$, dan $T_d = 0,2$ diperoleh Gambar 4.14:



Gambar 4.14 Kurva Kecepatan Putaran 1050 rpm Pada $K_p = 3,2$, $T_i = 0,79$, dan $T_d = 0,2$

Pada Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kontrol PID diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1050 rpm membutuhkan waktu sebesar 3,73 s.

b. Pengujian Pada Saat Putaran 1200 Rpm

Dengan langkah yang sama dengan pengujian pada saat putaran 1050 rpm, diperoleh hasil pengujian kecepatan putaran motor satu fasa pada saat putaran 1200 rpm sebagai berikut:

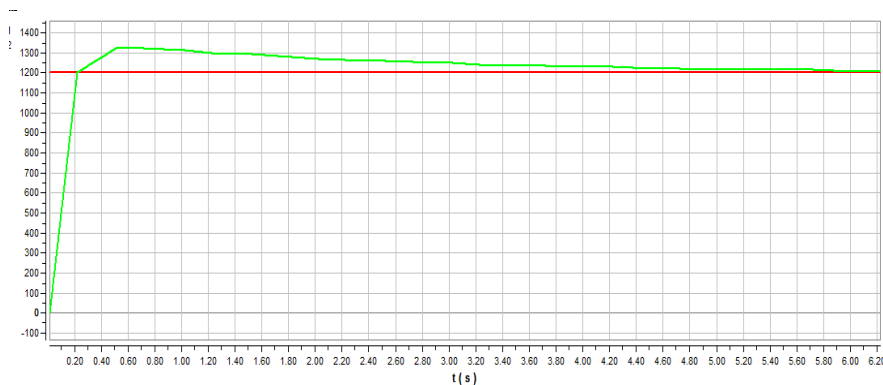
- Pada saat $K_p = 1$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1200 rpm membutuhkan waktu sebesar 3,65 s.
- Pada saat $K_p = 2$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1200 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,43 s.

3. Pada saat $K_p = 3$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1200 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,2 s.
4. Pada saat $K_p = 4$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1200 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,10 s. Pada kurva terlihat terjadinya isolasi dengan puncak tertinggi terjadi pada waktu 0,45 s. Waktu yang dibutuhkan untuk menuju keadaan *steady state* adalah 0,66 s. Dengan demikian diperoleh nilai T_{ou} sebesar 0,21 s.
5. Untuk menentukan nilai T_i digunakan Persamaan 2.5, sehingga diperoleh:

$$T_i = 1,5 T_{ou} = 1,5 \times 0,21 = 0,31$$
6. Untuk menentukan nilai T_d digunakan Persamaan 2.7, sehingga diperoleh:

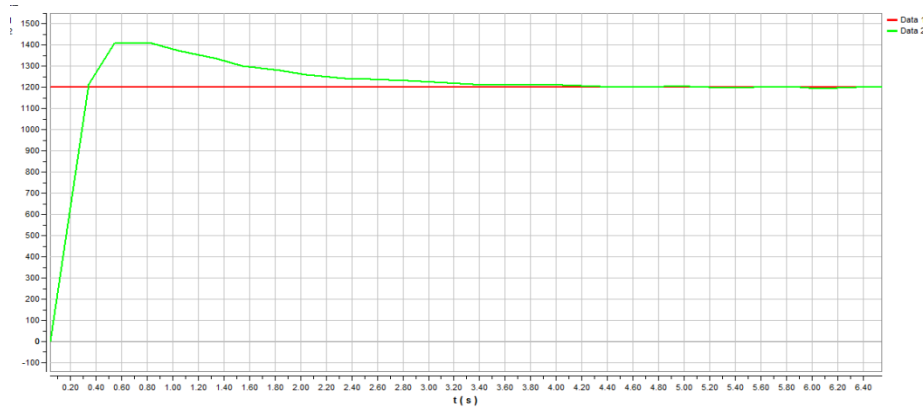
$$T_d = \frac{T_i}{4} = \frac{0,315}{4} = 0,078 = 0,08$$
7. Untuk menjaga kestabilan sistem, maka dilakukan pengurangan K_p 80% dari harga aslinya (K_{PGG}). Dengan menggunakan Persamaan 2.6 diperoleh :

$$K_p = 0,8 K_{PGG} = 0,8 \times 4 = 3,2$$
8. Dengan $K_p = 3,2$, $T_i = 0,31$, dan $T_d = 0,08$ diperoleh Gambar 4.15:



Gambar 4.15 Kurva Kecepatan Putaran 1200 rpm Pada $K_p = 3,2$, $T_i = 0,31$, dan $T_d = 0,08$

Pada Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kontrol PID diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1200 rpm membutuhkan waktu sebesar 5,87 s. Dikarenakan waktu mencapai kestabilan terlalu lama maka dengan cara menambah/mengurangi nilai T_i dan T_d maka dilakukan percobaan dengan nilai $K_p = 3,2$, $T_i = 0,4$, dan $T_d = 0,1$ diperoleh Gambar 4.16:



Gambar 4.16 Kurva Kecepatan Putaran 1200 rpm Pada $K_p = 3,2$, $T_i = 0,4$, dan $T_d = 0,1$

Pada Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kontrol PID diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1200 rpm membutuhkan waktu sebesar 3,60 s.

c. Pengujian Pada Saat Putaran 1350 Rpm

Dengan langkah yang sama dengan pengujian pada saat putaran 1050 rpm, diperoleh hasil pengujian kecepatan putaran motor satu fasa pada saat putaran 1350 rpm sebagai berikut:

1. Pada saat $K_p = 1$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1350 rpm membutuhkan waktu sebesar 4,08 s.
2. Pada saat $K_p = 2$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1350 rpm membutuhkan waktu sebesar 2,79 s.
3. Pada saat $K_p = 3$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1350 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,8 s.
4. Pada saat $K_p = 4$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1350 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,23 s. Pada kurva terlihat terjadinya isolasi dengan puncak tertinggi terjadi pada waktu 0,28 s. Waktu yang dibutuhkan untuk menuju keadaan *steady state* adalah 0,83 s. Dengan demikian diperoleh nilai T_{ou} sebesar 0,55 s.

5. Untuk menentukan nilai T_i digunakan Persamaan 2.5, sehingga diperoleh:

$$T_i = 1,5 T_{ou} = 1,5 \times 0,55 = 0,825 = 0,83$$

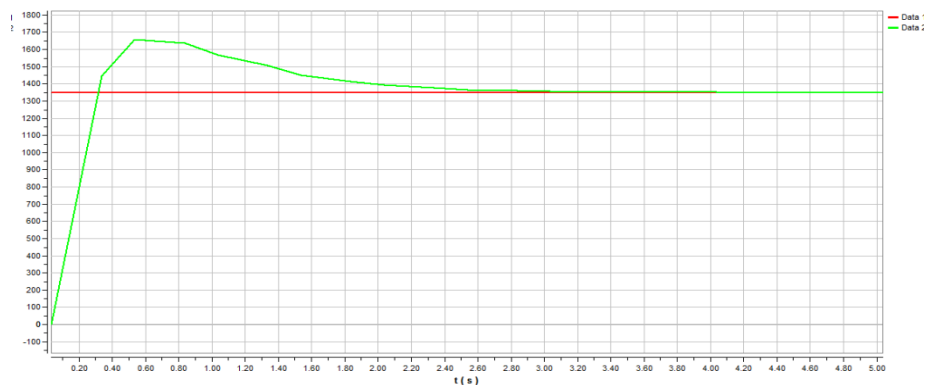
6. Untuk menentukan nilai T_d digunakan Persamaan 2.7, sehingga diperoleh:

$$T_d = \frac{T_i}{4} = \frac{0,83}{4} = 0,207 = 0,21$$

7. Untuk menjaga kestabilan sistem, maka dilakukan pengurangan K_p 80% dari harga aslinya (K_{PGG}). Dengan menggunakan Persamaan 2.6 diperoleh :

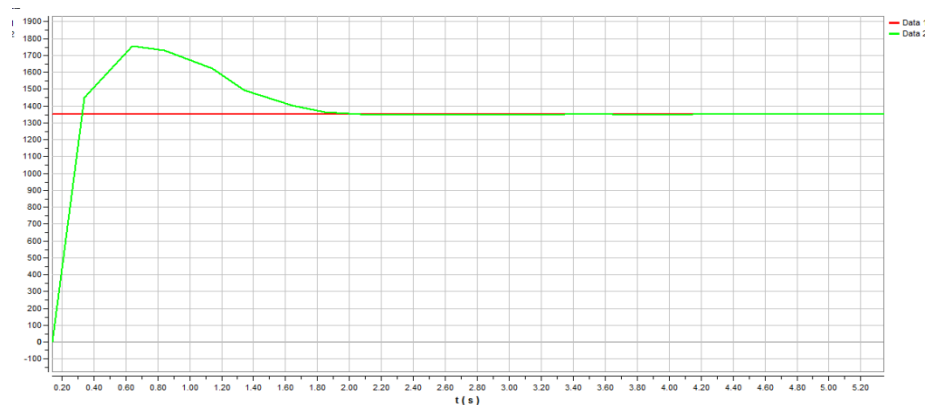
$$K_p = 0,8 K_{PGG} = 0,8 \times 4 = 3,2$$

8. Dengan $K_p = 3,2$, $T_i = 0,83$, dan $T_d = 0,21$ diperoleh Gambar 4.17:



Gambar 4.17 Kurva Kecepatan Putaran 1350 rpm Pada $K_p = 3,2$, $T_i = 0,83$, dan $T_d = 0,21$

Pada Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kontrol PID diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1350 rpm membutuhkan waktu sebesar 4,03 s. Dikarenakan waktu mencapai kestabilan terlalu lama maka dengan cara menambah/mengurangi nilai T_i dan T_d maka dilakukan percobaan dengan nilai $K_p = 3,2$, $T_i = 0,83$, dan $T_d = 0,35$ diperoleh Gambar 4.18:



Gambar 4.18 Kurva Kecepatan Putaran 1350 rpm Pada $K_p = 3,2$, $T_i = 0,83$, dan $T_d = 0,35$

Pada Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kontrol PID diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1350 rpm membutuhkan waktu sebesar 2,24 s.

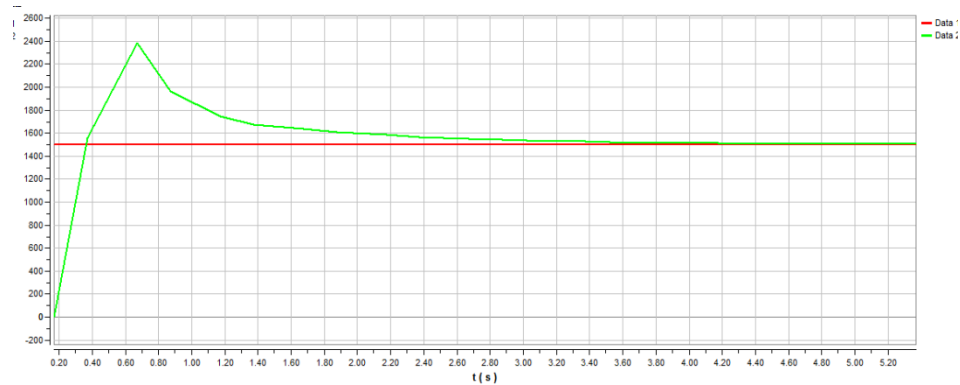
d. Pengujian Pada Saat Putaran 1500 Rpm

Dengan langkah yang sama dengan pengujian pada saat putaran 1050 rpm, diperoleh hasil pengujian kecepatan putaran motor satu fasa pada saat putaran 1500 rpm sebagai berikut:

1. Pada saat $K_p = 1$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1500 rpm membutuhkan waktu sebesar 4,68 s.
2. Pada saat $K_p = 2$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1500 rpm membutuhkan waktu sebesar 2,23 s.
3. Pada saat $K_p = 3$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1500 rpm membutuhkan waktu sebesar 1,18 s.
4. Pada saat $K_p = 4$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1500 rpm membutuhkan waktu sebesar 0,83 s.
5. Pada saat $K_p = 5$, pada kurva diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1500 rpm membutuhkan waktu sebesar 2,20 s. Pada kurva terlihat terjadinya isolasi dengan puncak tertinggi terjadi pada waktu 0,42 s. Waktu yang dibutuhkan untuk menuju keadaan *steady state* adalah 0,92 s. Dengan demikian diperoleh nilai T_{ou} sebesar 0,5 s.
6. Untuk menentukan nilai T_i digunakan Persamaan 2.5, sehingga diperoleh:
$$T_i = 1,5 T_{ou} = 1,5 \times 0,5 = 0,75$$
7. Untuk menentukan nilai T_d digunakan Persamaan 2.7, sehingga diperoleh:
$$T_d = \frac{T_i}{4} = \frac{0,75}{4} = 0,1875 = 0,19$$
8. Untuk menjaga kestabilan sistem, maka dilakukan pengurangan K_p 80% dari harga aslinya (K_{PGG}). Dengan menggunakan Persamaan 2.6 diperoleh :

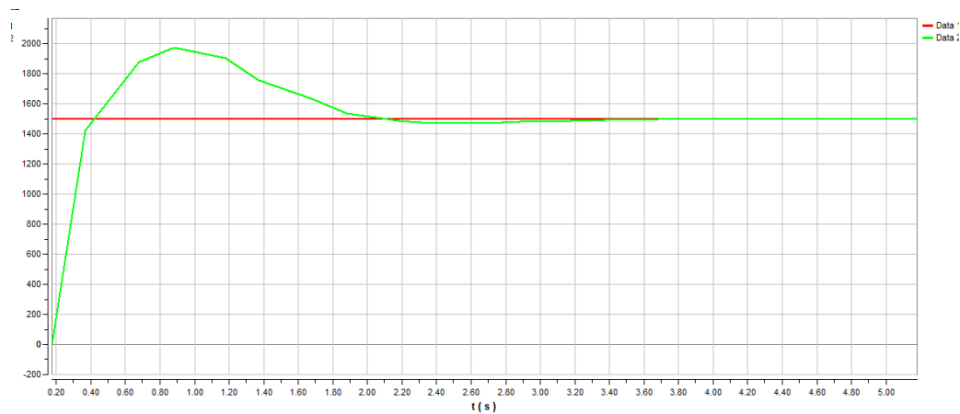
$$K_p = 0,8 K_{PGG} = 0,8 \times 5 = 4$$

9. Dengan $K_p = 4$, $T_i = 0,75$, dan $T_d = 0,19$ diperoleh Gambar 4.19:



Gambar 4.19 Kurva Kecepatan Putaran 1500 rpm Pada $K_p = 4$, $T_i = 0,75$, dan $T_d = 0,19$

Pada Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kontrol PID diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1500 rpm membutuhkan waktu sebesar 4,20 s. Dikarenakan waktu mencapai kestabilan terlalu lama maka dengan cara menambah/mengurangi nilai T_i dan T_d maka dilakukan percobaan dengan nilai $K_p = 4$, $T_i = 0,75$, dan $T_d = 0,3$ diperoleh Gambar 4.20:



Gambar 4.20 Kurva Kecepatan Putaran 1500 rpm Pada $K_p = 4$, $T_i = 0,75$, dan $T_d = 0,3$

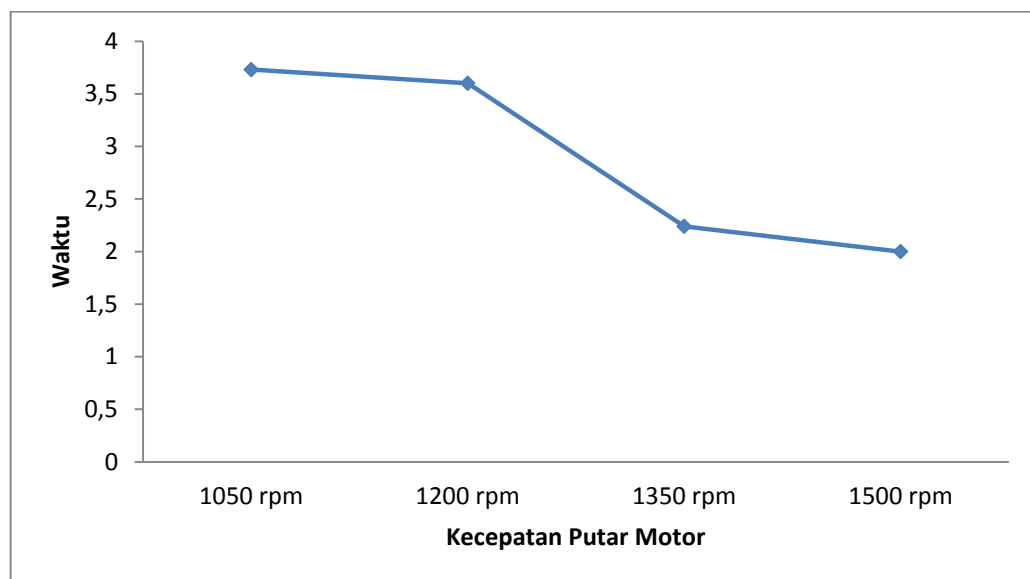
Pada Gambar 4.20 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan kontrol PID diperoleh kecepatan putar motor induksi satu fasa dari saat diam sampai mencapai nilai kecepatan 1500 rpm membutuhkan waktu sebesar 2,00 s.

Berdasarkan pengujian a, b,c dan d diperoleh data nilai K_p , T_i , dan T_d seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Kecepatan Putar Motor Dengan Kontrol PID

Kecepatan Putaran	PID			Waktu (s)
	K_p	T_i	T_d	
1050 rpm	3,2	0,79	0,2	3,73
1200 rpm	3,2	0,4	0,1	3,6
1350 rpm	3,2	0,83	0,35	2,24
1500 rpm	4	0,75	0,3	2

Dari Tabel 4.8 dapat dilihat kurva hubungan antara kecepatan putar motor induksi satu fasa dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik referensi pada Gambar 4.21 berikut:



Gambar 4.21 Kurva Hubungan Kecepatan Putar Motor Dengan Waktu

Berdasarkan Gambar 4.21 dapat dilihat pada pengujian mengontrol frekuensi dalam mengatur kecepatan motor induksi satu fasa menggunakan kontrol PID dengan putaran motor 1050 rpm dibutuhkan waktu 3,73 s untuk mencapai titik kestabilan referensi, dengan putaran motor 1200 rpm dibutuhkan waktu 3,6 s untuk mencapai titik kestabilan referensi, dan seterusnya. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin cepat berputarnya motor induksi satu fasa maka semakin kecil waktu yang dihasilkan PID dalam mencapai titik kestabilan referensi.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dengan besar frekuensi yang sama dan tegangan *input* yang bervariasi (180V, 200V, dan 220V) maka menghasilkan kecepatan motor yang berbeda, seperti yang terjadi pada pemberian frekuensi 50 Hz menghasilkan kecepatan putar motor 1471 rpm pada tegangan *input* 180V, 1476 rpm pada tegangan *input* 200V, dan 1479 rpm pada tegangan *input* 220V.
2. Pada pemberian frekuensi yang sama dan tegangan yang bervariasi, nilai slip terbesar terjadi pada frekuensi 25 Hz dan nilai slip terkecil terjadi pada frekuensi 45 Hz
3. Pada saat pengujian mengontrol frekuensi dalam mengatur kecepatan motor induksi satu fasa menggunakan kontrol PID waktu tercepat untuk mencapai titik kestabilan referensi terjadi pada putaran motor 1500 rpm yaitu membutuhkan waktu 2 s untuk mencapai titik kestabilan referensi.

5.2 Saran

Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya dalam melakukan penelitian menggunakan komponen yang lebih baik untuk mengurangi kesalahan peralatan dan mempermudah perhitungan dalam mempergunakan komponen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frestama, Charly. 2012. Pembuatan Alat Pengendali Kecepatan Motor Induksi 1 Fasa Dengan Pengaturan Frekuensi Secara Otomatis. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- [2] Yadi, Yunus. 2008. Rancang Bangun Alat Pengatur Kecepatan Motor Induksi Dengan Cara Mengatur Frekuensi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.
- [3] Ferdiansyah, Denny Septa. Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa dengan Kontrol PID melalui Metode Field Oriented Control (FOC). Surabaya: ITS.
- [4] Zuhal. 1991. Dasar Tenaga Listrik. Bandung: ITB.
- [5] Anonim. Tuning Parameter Pengontrol PID, (Online), (elib.unikom.ac.id/download.php?id=42929, diakses 15 Agustus 2013).
- [6] Haugen, Finn. 2010. The Good Gain Method For PI(D) Controller Tuning. TechTeach
- [7] Ali, Muhammad. 2004. Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID dengan Software Matlab. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [8] Setiawan, Afrie. 2011. Mikrokontroler ATmega 8535 dan ATmega 16 Menggunakan BASCOM-AVR. Yogyakarta: Andi Offset.
- [9] Djoekardi, Djuhana. 1996. Mesin-Mesin Listrik Motor Induksi. Jakarta: Universitas Trisakti.
- [10] Tim Fakultas Teknik. 2003. Teknik Dasar *Rectifier* dan *Inverter*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [11] Djoekardi, Djuhana. 1996. Mesin-Mesin Listrik Mesin Sinkron. Jakarta: Universitas Trisakti.
- [12] Fitzgerald, A.E, dkk. 1997. Mesin-mesin Listrik Edisi Ke Empat. Jakarta: Erlangga.

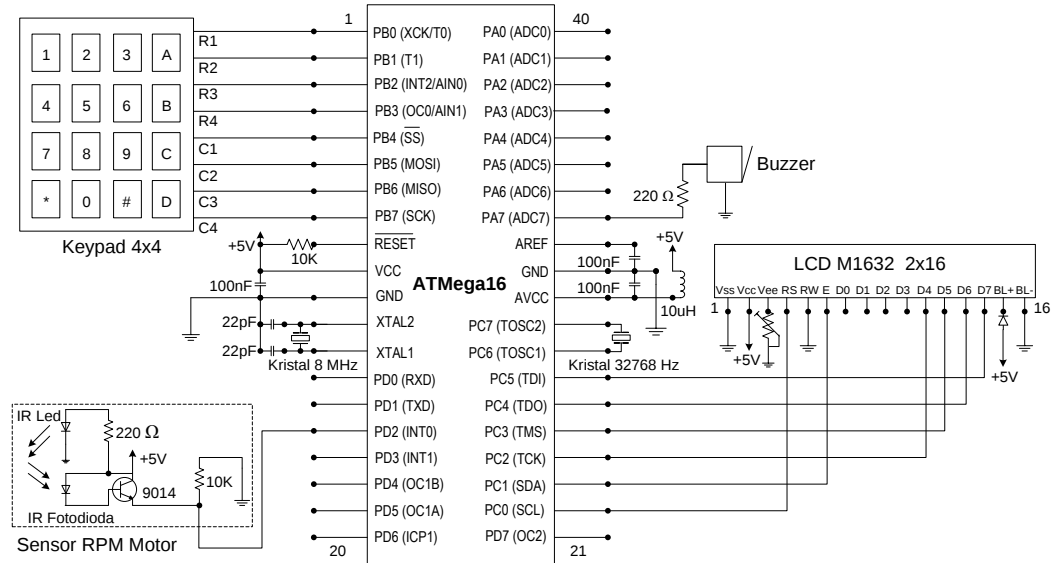
LAMPIRAN

Lampiran 1

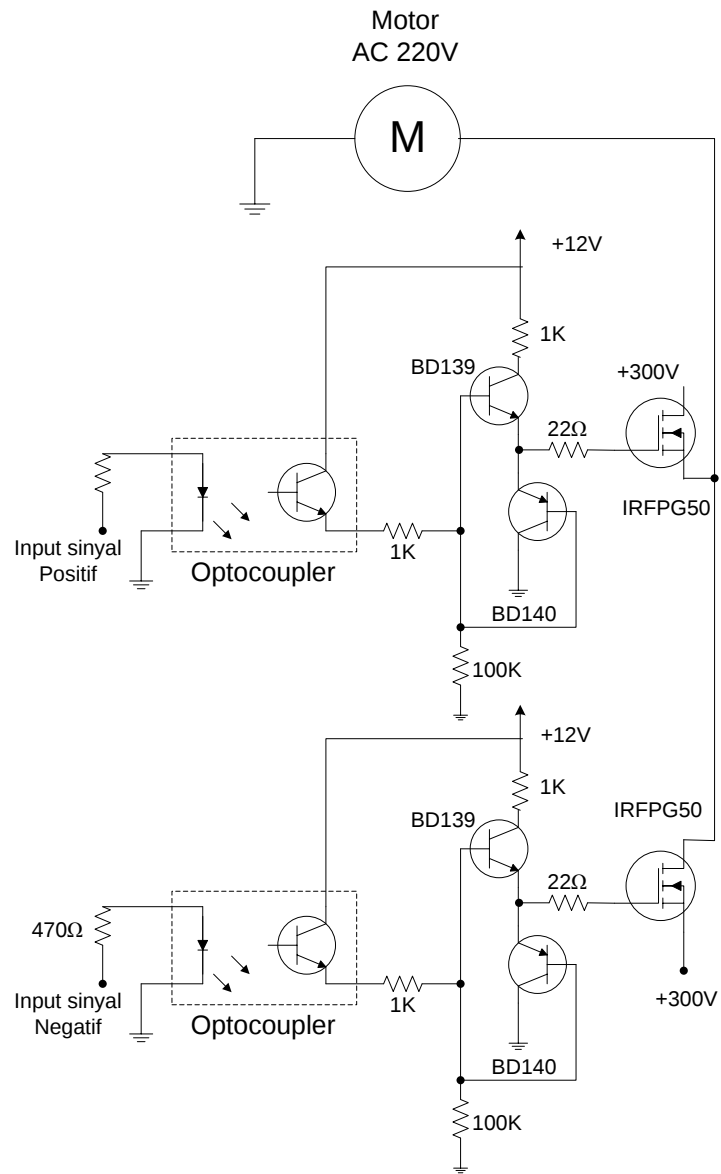
Name Plate Motor Induksi

1. Jenis Motor : Motor Induksi Kapasitor 1 Fasa
2. Tegangan : 220 Volt
3. Arus : 0,7 A
4. Daya : 60 Watt
5. Frekuensi : 50 Hz
6. n_s : 1500 rpm
7. Kapasitor : 5 μ F

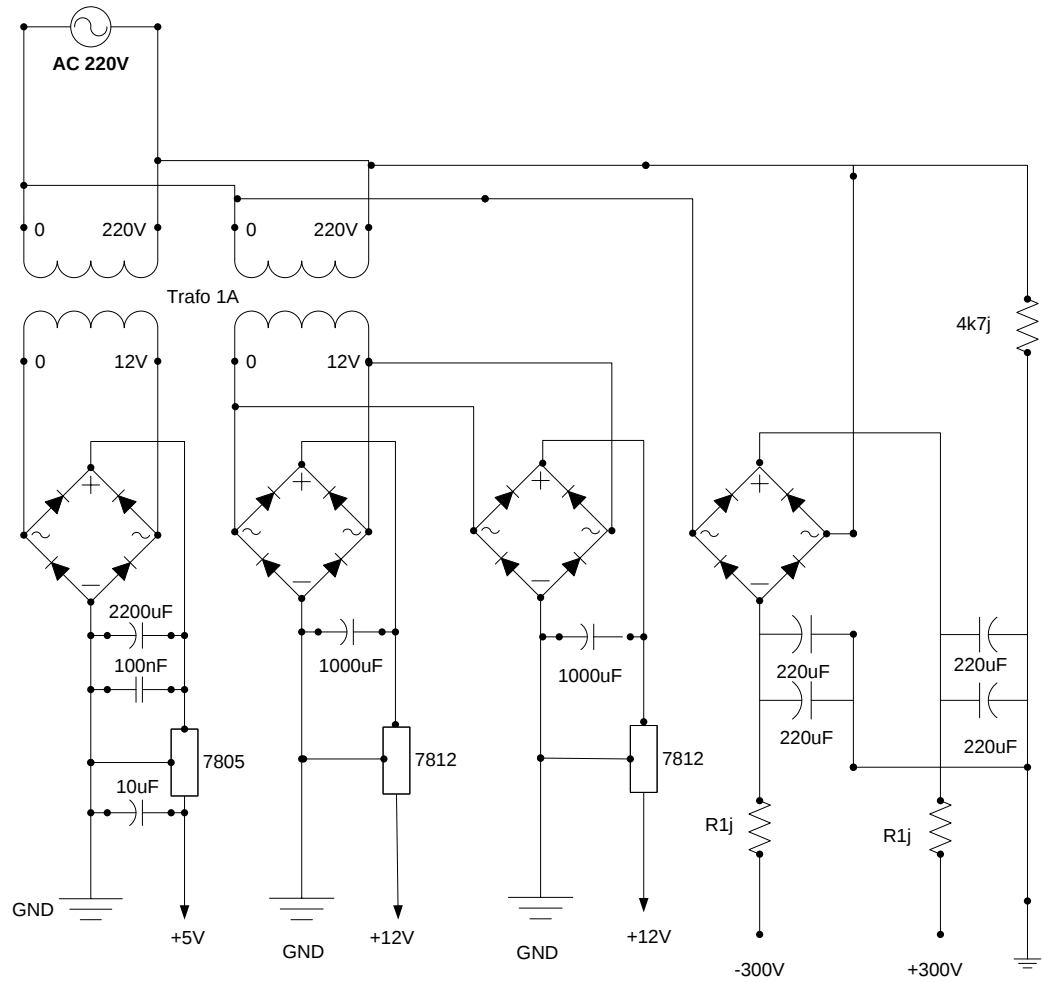
RANGKAIAN MIKROKONTROLER



RANGKAIAN INVERTER



RANGKAIAN RECTIFIER



LISTING PROGRAM

```
'-----  
'DONI SUHENDRA - G1D006032  
'-----  
  
$regfile = "m16def.dat"  
$crystal = 8000000  
$baud = 19200  
  
Fdata Alias Porta  
Config Porta = Output  
  
Buzzer Alias Portd.7  
Fmsb Alias Portd.5  
Flsb Alias Portd.4  
  
Ddrd = &B10110010  
  
Config Serialout = Buffered , Size = 50          'Buffer (penampung  
sementara) data serial  
Config Serialin = Buffered , Size = 50  
  
'Koneksi pin LCD  
Config Lcd = 16 * 2  
Config Lcdpin = Pin , Db7 = Portc.5 , Db6 = Portc.4 , Db5 = Portc.3 , Db4 =  
Portc.2 , E = Portc.1 , Rs = Portc.0  
  
Cursor Off  
Cls  
Lcd " Doni  Suhendra "  
'Waitms 500  
Lowerline  
Lcd "  G1D006032  "  
Wait 2  
Cls  
Lcd "Alex Surapati MT"  
Lowerline  
Lcd " Yuli Rodiah MT "  
Wait 2  
Cls  
Lcd " Teknik Elektro "  
Lowerline  
Lcd " UNIB ** 2014  "  
Wait 2  
  
'Tanpa Cursor LCD  
'Clear screen LCD  
'Display baris 1  
'Delay 0,5 detik  
'Pindah ke baris 2  
'Display di baris 2  
'Delay 2 detik
```

*'Koneksi keypad
Config Kbd = Portb*

*'Timer1 untuk menghitung RPM motor (input sensor pada PD.6 / ICP1)
Config Timer1 = Timer , Prescale = 256 , Capture Edge = Falling , Noise Cancel
= 1 'F= 31250 Hz, 1 nilai timer= 32 uS
On Capture1 Cap1_int
Set Portd.6*

*'Timer untuk pengulangan proses (loop) Display data dan PID
Config Timer2 = Timer , Prescale = 32 , Async = On
On Timer2 T2_int*

*Const Fmin = 20
Const Fmax = 120
Const Rpm_normal = 1500
Const Rpm_min = 500
Const Rpm_max = 3000
Const Nset_max = 4
Const Ndisplay_max = 1
Const Pid_ko = 0.01
Const Garis_sensor_rpm = 1*

*Dim Pidon As Bit , Nset As Byte , Ndisplay As Byte , Dproses As Bit , Dout As Bit
, Dlcd As Bit
Dim Cektput As Bit , Tput As Word , Tputs As Single , Nbulat As Word , Sel As
Integer , Rpms As Word , Rpm_motor As Word
Dim Setr As Bit , Rsets As Word , Rpm_set As Word , Fset As Single , Tp As Single
, Nt As Word , Komain As Bit
Dim K(3) As Single , Ke(3) As Eram Single At 1 , Error(3) As Long , P As Single ,
I As Single , D As Single , Pid As Single
Dim Nkeyp As Byte , Strn As String * 4 , Setting As Bit , Strset As String * 4 ,
Ninput As Single , X As Byte
Dim Byteser As Byte , Strser As String * 20 , Strcek(2) As String * 10 , Ipid As
Integer
Dim Np As Byte , Npcrpm As Byte
Dim I1 As Integer , D1 As Integer*

Fset = 0

*K(1) = Ke(1)
If K(1) >= 10 Or K(1) < 0 Then
K(1) = 1
Ke(1) = K(1)
End If
K(2) = Ke(2)
If K(2) >= 10 Or K(2) < 0 Then*

```

K(2) = 0
Ke(2) = K(2)
End If
K(3) = Ke(3)
If K(3) >= 10 Or K(3) < 0 Then
K(3) = 0
Ke(3) = K(3)
End If

```

Declare Sub Titit(byval Tt As Word)

```

Enable Capture1
Enable Timer2
Enable Interrupts

```

```

Cls
Call Titit(250)
Print "Doni suhendra"

```

```

'-- Loop -----
Do
    Nkeyp = Getkbd()                'Baca keypad
    If Nkeyp < 16 Then              'jika ada tombol ditekan (nilai < 16)
        Nkeyp = Lookup(nkeyp , Keypadno)    'baca nomor keypad
        (cocokan dengan tabel lookup)
        Select Case Nkeyp          'Proses input keypad
            Case 0 To 9 : If Setting = 1 Then
                Strset = Strset + Str(nkeyp)
            End If
            Case 10 : If Setting = 0 Then
                Strset = ""
                Komain = 0
                Setting = 1
            Else
                If Komain = 0 Then
                    Strset = Strset + "."
                    Komain = 1
                Else
                    Setting = 0
                End If
            End If
            Case 11 : If Setting = 1 Then
                Disable Interrupts
                Ninput = Val(strset)
                Select Case Nset
                    Case 0 : Rpm_set = Round(ninput)

```

```

        If Rpm_set < Rpm_min Then Rpm_set = 0
        If Rpm_set > Rpm_max Then Rpm_set = Rpm_max
    Case 1 : Fset = Ninput
        If Fset < Fmin Then Fset = 0
        If Fset > Fmax Then Fset = Fmax
        Gosub Setf

    Case 2 : K(1) = Ninput
        Ke(1) = K(1)
    Case 3 : K(2) = Ninput
        Ke(2) = K(2)
    Case 4 : K(3) = Ninput
        Ke(3) = K(3)
    End Select
    Reset Setting
    If Dproses = 0 Then Enable Interrupts
    End If
    Case 12 : Toggle Pidon
    Case 13 : If Nset < Nset_max Then
        Incr Nset
    Else
        Nset = 0
    End If
    Case 14 : If Nset > 0 Then
        Decr Nset
    Else
        Nset = Nset_max
    End If
    Case 15 : If Ndisplay < Ndisplay_max Then
        Incr Ndisplay
    Else
        Ndisplay = 0
    End If
    End Select
    Call Titit(300)
    End If

    Byteser = Inkey()
    If Byteser > 31 Then
        Strser = Strser + String(1 , Byteser)
    Else
        If Byteser = 13 Then
            If Len(strser) > 4 Then
                Byteser = Len(strser)
                Strcek(1) = Left(strser , 3)
                Strcek(1) = Lcase(strcek(1))
                Strcek(2) = Mid(strser , 5 , Byteser)
                Select Case Strcek(1)

```

```

    Case "rpm" : Rpm_motor = Val(strcek(2))
    Case "set" : Rpm_set = Val(strcek(2))
    Case "fac" : Fset = Val(strcek(2))
        Gosub Setf
    Case "nkp" : K(1) = Val(strcek(2))
        Ke(1) = K(1)
    Case "nki" : K(2) = Val(strcek(2))
        Ke(2) = K(2)
    Case "nkd" : K(3) = Val(strcek(2))
        Ke(3) = K(3)
    Case "dos" : X = Val(strcek(2))
        If X = 1 Then
            Set Dout
        Else
            Reset Dout
        End If
    Case "pid" : X = Val(strcek(2))
        If X = 1 Then
            Set Pidon
        Else
            Reset Pidon
        End If
    End Select
End If
Strser = ""
End If
End If

    Waitms 10
Loop
'-----
End

'Nomor keypad
Keypadno:
Data 1 , 4 , 7 , 10 , 2 , 5 , 8 , 0 , 3 , 6 , 9 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15

Sub Titit(byval Tt As Word)
    Set Buzzer
    Waitms Tt
    Reset Buzzer
End Sub

Display_data:
    Home
    Strn = Str(rpm_motor)
    Lcd "R=" ; Format(strn , "0000") ; Spc(1)
    Strn = Strset

```

```

Select Case Nset
Case 0 : If Setting = 0 Then Strn = Str(rpm_set)
        Lcd "SetR=" ; Format(strn , " ")
Case 1 : If Setting = 0 Then Strn = Fusing(fset , "#.#")
        Lcd "SetF=" ; Format(strn , " ")
Case 2 : If Setting = 0 Then Strn = Fusing(k(1) , "#.##")
        Lcd " Kp =" ; Format(strn , " ")
Case 3 : If Setting = 0 Then Strn = Fusing(k(2) , "#.##")
        Lcd " Ki =" ; Format(strn , " ")
Case 4 : If Setting = 0 Then Strn = Fusing(k(3) , "#.##")
        Lcd " Kd =" ; Format(strn , " ")
End Select

```

Lowerline

```

Select Case Ndisplay
Case 0 : Strn = Str(error(1))
        Lcd "E" ; Format(strn , "+0000") ; Spc(1)
        If Pidon = 1 Then
            'Strn = Fusing(pid , "#.#")
            Pid = Pid * 10
            Ipid = Round(pid)
            Strn = Str(ipid)
            Lcd "Fout" ; Format(strn , "+00.0")
        Else
            Lcd "PID = Off"
        End If
Case 1 : Lcd "K "
        If K(1) < 10 Then
            Strn = Fusing(k(1) , "#.##")
        Else
            Strn = Fusing(k(1) , "#.#")
        End If
        Lcd Format(strn , " ") ; Spc(1)
        If K(2) < 10 Then
            Strn = Fusing(k(2) , "#.##")
        Else
            Strn = Fusing(k(2) , "#.#")
        End If
        Lcd Format(strn , " ") ; Spc(1)
        If K(3) < 10 Then
            Strn = Fusing(k(3) , "#.##")
        Else
            Strn = Fusing(k(3) , "#.#")
        End If
        Lcd Format(strn , " ")
End Select

```

```

If Setting = 0 Then

```

```

    Cursor Off
    Else
        Cursor On Blink
        Locate 1 , 16
    End If
Return

```

```

Setf:
'Disable Interrupts
If Fset >= Fmin Then
    Tp = 500000 / Fset
    Nt = Round(tp)
    Nt = Nt - 5
    Nt = 65536 - Nt
Else
    Nt = 0
End If

```

```

Fdata = High(nt)
Waitus 10
Set Fmsb
Waitus 10
Reset Fmsb
Waitus 10
Fdata = Low(nt)
Waitus 10
Set Flsb
Waitus 10
Reset Flsb
'Enable Interrupts
Return

```

```

'Timer1 Capture
Cap1_int:
If Cektput = 1 Then
    Tput = Timer1
Else
    Cektput = 1
End If
Timer1 = 0
Return

```

```

Hitung_rpm:
If Tput > 0 Then
    Tputs = Tput * 0.000032
    Tputs = 60 / Tputs
    Tputs = Tputs / Garis_sensor_rpm
    Nbulat = Round(tputs)

```

'T 1x putaran motor (s)
 'putaran / menit (RPM)

```

    If Nbulat <= Rpm_max Then Rpm_motor = Nbulat
Tput = 0
    Else
        Rpm_motor = 0
    End If
Return

'Proses PID
Kontrol_pid:
    Error(1) = Rpm_set - Rpm_motor
    P = K(1) * Error(1)
    Error(2) = Error(1) + Error(2)
    I1 = K(2) * Error(2)
    I = I1 * 0.5
    Error(3) = Error(2) - Error(1)
    D1 = K(3) * Error(3)
    D = D1 / 0.5
    Rpms = Rpm_motor
    Pid = P + I
    Pid = Pid + D
    Pid = Pid * Pid_ko
    Fset = Fset + Pid
    If Fset < 0 Then Fset = 0
    If Fset > Fmax Then Fset = Fmax
    If Rpm_set >= Rpm_min And Fset < Fmin Then Fset = Fmin
    Gosub Setf
Return

T2_int:
    Cektput = 0
    Gosub Hitung_rpm
    If Dlcd = 1 Then Gosub Display_data
    'Gosub Display_data
    If Dout = 1 Then Print "$" ; Rpm_set ; Spc(1) ; Rpm_motor
    If Pidon = 1 Then Gosub Kontrol_pid
    Toggle Dlcd
Return

```