

BAB V

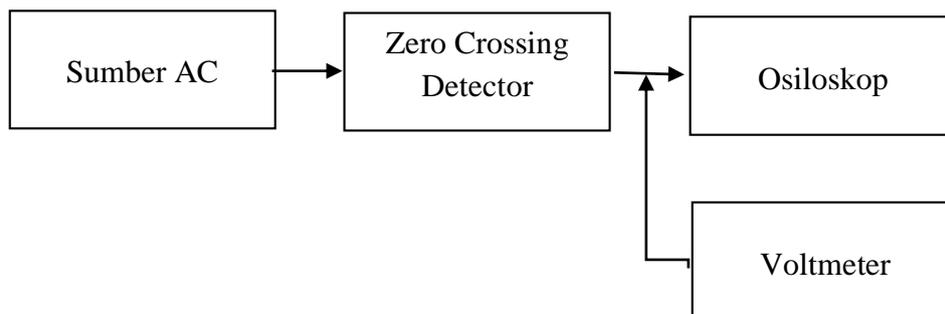
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab 5 akan dibahas tentang hasil alat yang telah dirancang. Pengujian akan dilakukan pada masing-masing diagram blok. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui seberapa besar keakuratan alat yang telah dirancang. Setelah diuji akan dianalisis sesuai dengan teori yang mendukung. Adapun pengujian yang akan dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Pengujian *zero crossing detector*
2. Pengujian catu daya
3. Pengujian keluaran mikrokontroler
4. Pengujian sistem keseluruhan
 - Pengujian *output cycloconverter* beban motor induksi
 - Pengaruh *cycloconverter* pada motor induksi

5.1 Pengujian Zero Crossing Detector

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *zero crossing detector* telah sesuai. Berikut blok diagram dari pengujian *zero crossing detector* sebagai berikut:



Gambar 5.1 Diagram blok pengujian *zero crossing detector*

5.1.1 Peralatan Pengujian *Zero Crossing Detector*

Dalam pengujian *zero crossing detector* ini, alat yang digunakan antara lain:

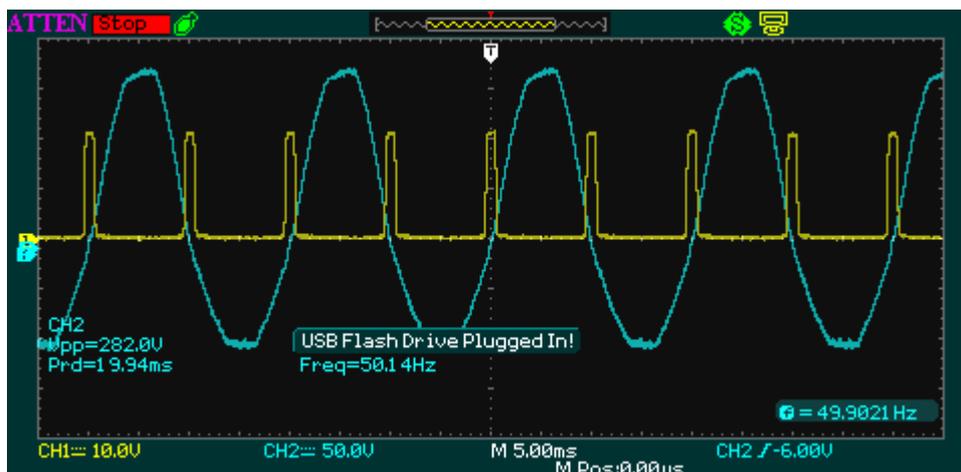
1. Sumber AC 220 V
2. Voltmeter
3. Osiloskop
4. *Probe* osiloskop

5.1.2 Prosedur Pengujian *Zero Crossing Detector*

Adapun prosedur pengujian *zero crossing detector* yang dilakukan pada pengujian sebagai berikut:

1. Rangkailah pengujian seperti pada gambar 5.1.
2. Beri sumber AC pada sisi input *zero crossing detector*.
3. Menghubungkan probe 1 osiloskop ke keluaran *zero crossing detector* dan probe 2 osiloskop ke keluaran transformator.
4. Amati gelombang keluaran pada osiloskop

5.1.3 Analisis Hasil Pengujian *Zero Crossing Detector*



Gambar 5.2 CH1 Gelombang keluaran *zero crossing detector*, CH2 Gelombang keluaran transformator (AC)

Hasil pengamatan osiloskop pada keluaran *zero crossing detector* seperti gambar 5.2 diatas merupakan sinyal yang akan masuk ke pin pada mikrokontroler arduino uno sebagai *interrupt*. *Mode interrupt* yang digunakan adalah *mode rising edge*. Ketika terjadi *rising edge* yang menandakan terjadinya *interrupt*, maka sinyal akan berubah menjadi high. Sinyal akan bertahan high selama belum terjadi overflow pada *timer (0)*. *Timer overflow* inilah yang

akan menjadi *delay*. Saat terjadi *overflow*, maka *delay* akan berubah menjadi low. Lamanya *delay* akan mempengaruhi waktu pemicuan pada TRIAC.

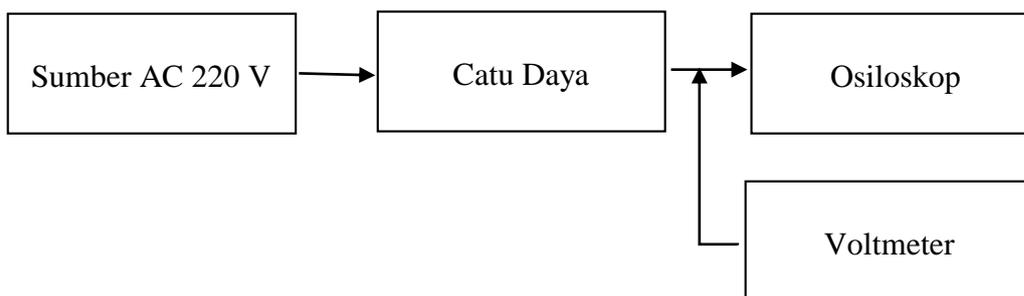
5.2 Pengujian Catu Daya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk tegangan keluaran yang dihasilkan oleh catu daya 12 volt untuk mencatu Arduino Uno.

5.2.1 Peralatan Pengujian Catu Daya

Dalam pengujian catu daya ini, alat yang digunakan antara lain:

1. Sumber AC 220 V
2. Voltmeter
3. Osiloskop
4. *Probe* osiloskop



Gambar 5.3 Diagram blok pengujian catu daya

5.2.2 Prosedur Pengujian Rangkaian Catu Daya

Adapun prosedur pengujian rangkaian catu daya yang dilakukan pada pengujian di laboratorium mesin elektrik sebagai berikut:

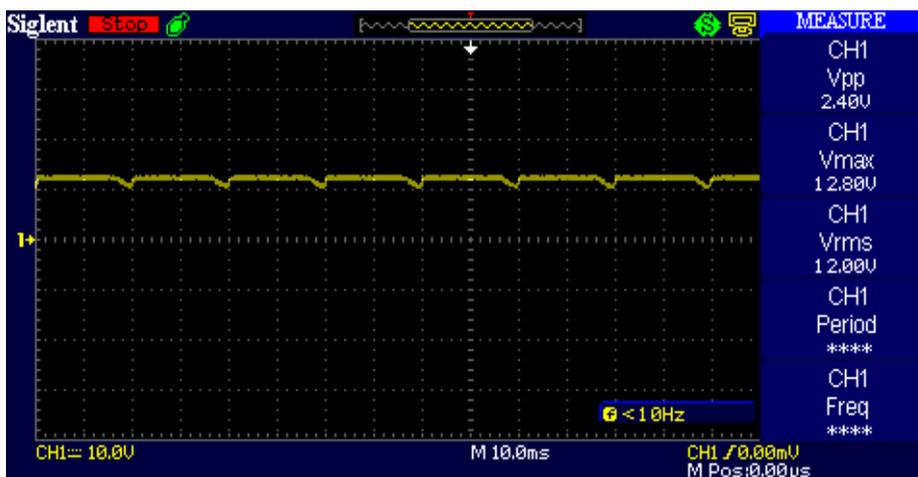
1. Rangkailah alat seperti pada gambar 5.3
2. Menghubungkan probe 1 osiloskop ke sekunder trafo 220/12 V dan probe 2 osiloskop ke keluaran rangkaian catu daya.
3. Ukurlah tegangan keluaran rangkaian catu daya dan amati gelombang keluaran pada osiloskop

5.2.3 Analisis Hasil Pengujian Rangkaian Catu Daya

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 5.4 Gelombang keluaran trafo 220/12 volt
V/div CH1=10volt dan time/div 10ms



Gambar 5.5 Gelombang keluaran catu daya 12 volt
V/div CH1=10 volt dan time/div 10ms

Pada gambar 5.10 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari rangkaian catu daya sebesar 12 volt. Maka dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa gelombang keluaran catu daya bebas dari *ripple*.

5.3 Pengujian Sinyal *Switching* Hasil Mikrokontroler

Pengujian sinyal *switching* hasil mikrokontroler bertujuan untuk mengetahui sinyal *switching* untuk *gate* masing TRIAC.

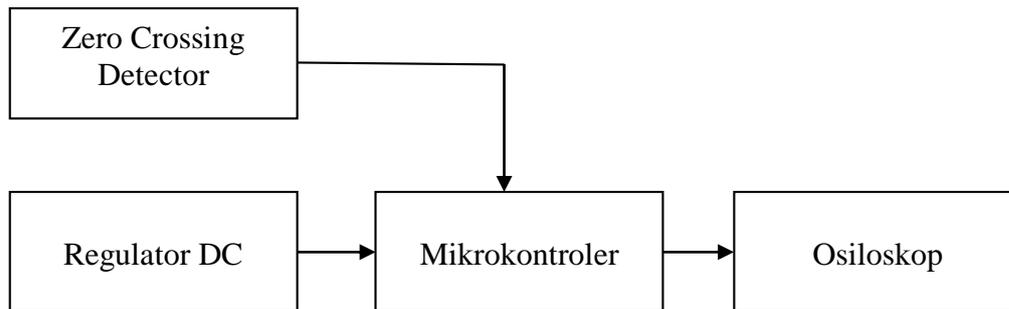
5.3.1 Peralatan Pengujian Sinyal *Switching* Hasil Mikrokontroler

Alat yang digunakan dalam pengujian *voltage divider* adalah sebagai berikut:

1. Catu daya DC
2. Sumber AC 220 V
3. Mikrokontroler arduino uno
4. *Zero crossing detector*

5. Probe osiloskop

6. Osiloskop



Gambar 5.6 Diagram blok pengujian *switching* mikrokontroler

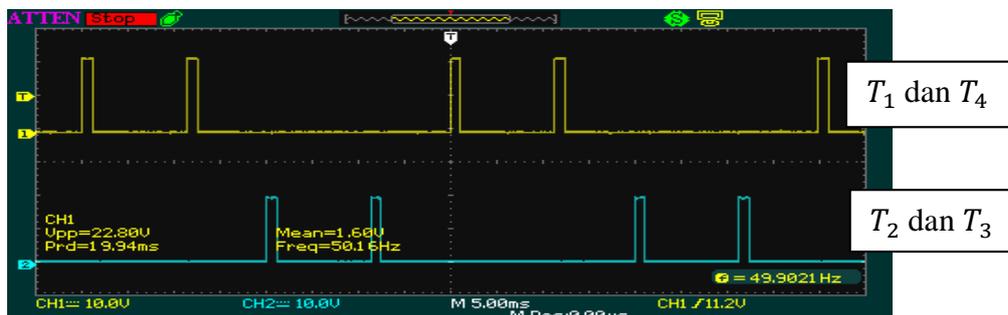
5.3.2 Prosedur Pengujian Sinyal *Switching Output* Mikrokontroler

Adapun prosedur pengujian sinyal *switching output* mikrokontroler yang dilakukan pada pengujian sebagai berikut:

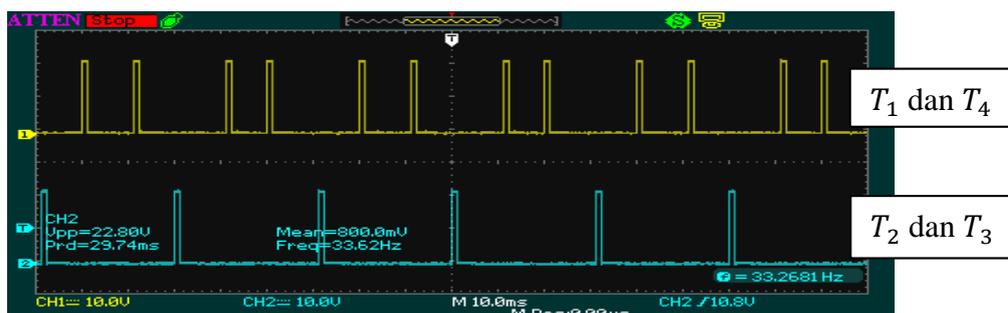
1. Rangkailah pengujian seperti pada gambar 5.6.
2. Beri sumber AC pada sisi input *zero crossing detector*.
3. Beri catu daya DC dengan nilai 7 – 12 volt pada sisi input mikrokontroler.
4. Menghubungkan probe 1 osiloskop ke keluaran mikrokontroler.
5. Amati gelombang keluaran pada osiloskop.

Analisis Pengujian Sinyal *Switching Output* Mikrokontroler

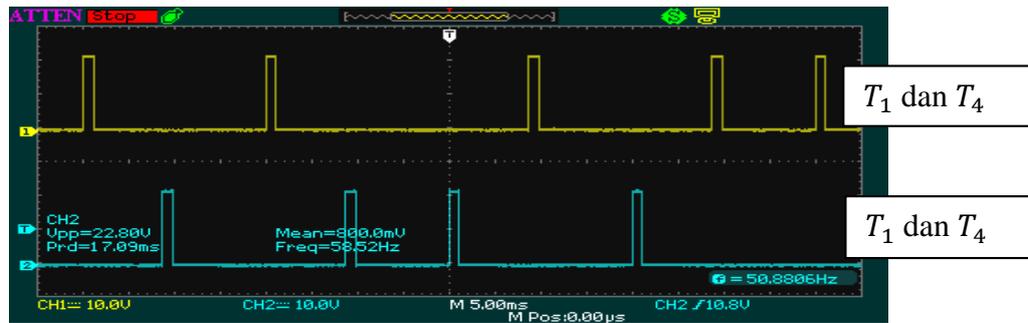
Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.7 (a) Switching mikrokontroler 25 Hz, (b) Switching mikrokontroler 16.7Hz, (c) Switching mikrokontroler 12.5Hz

Tabel 5.1

Hasil Pengujian Keluaran Mikrokontroler untuk Pemicuan 4 TRIAC

Setengah gelombang AC (50 Hz)	TRIAC yang konduksi (25 Hz)	TRIAC yang konduksi (16,7 Hz)	TRIAC yang konduksi (12.5Hz)
1 (+)	T1 dan T4	T1 dan T4	T1 dan T4
2 (-)	T2 dan T3	T2 dan T3	T2 dan T3
3 (+)	T2 dan T3	T1 dan T4	T1 dan T4
4 (-)	T1 dan T4	T1 dan T4	T2 dan T3
5 (+)	T1 dan T4	T2 dan T3	T2 dan T3
6 (-)	T2 dan T3	T1 dan T4	T1 dan T4
7 (+)	T2 dan T3	T1 dan T4	T2 dan T3
8 (-)	T1 dan T4	T2 dan T3	T1 dan T4

Pada gambar 5.7 (a) sinyal pemicuan untuk keluaran frekuensi 25 Hz, saat setengah gelombang pertama pada sinyal AC 50 Hz ke *cycloconverter* mikrokontroler akan memicu TRIAC 1 dan 4 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Untuk setengah gelombang kedua berpolaritas negatif mikrokontroler akan memicu TRIAC 2 dan 3 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Setengah gelombang ketiga berpolaritas positif mikrokontroler memicu TRIAC 3 dan 2 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif. Dan setengah gelombang keempat berpolaritas negatif mikrokontroler memicu TRIAC 4 dan 1 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif.

Pada gambar 5,7 (b) sinyal pemicuan untuk keluaran frekuensi 16.7 Hz, saat setengah gelombang pertama pada sinyal AC 50 Hz ke *cycloconverter* mikrokontroler akan memicu TRIAC 1 dan 4 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Untuk setengah gelombang kedua berpolaritas negatif mikrokontroler akan memicu TRIAC 2 dan 3 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Setengah gelombang ketiga berpolaritas positif mikrokontroler memicu TRIAC 1 dan 4 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Setengah gelombang keempat berpolaritas negatif mikrokontroler memicu TRIAC 4 dan 1 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif. Setengah gelombang kelima berpolaritas positif mikrokontroler memicu TRIAC 2 dan 3 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif. Dan setengah gelombang keenam berpolaritas negatif mikrokontroler memicu TRIAC 4 dan 1 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif.

Pada gambar 5,7 (c) sinyal pemicuan untuk keluaran frekuensi 12.5 Hz, saat setengah gelombang pertama pada sinyal AC 50 Hz ke *cycloconverter* mikrokontroler akan memicu TRIAC 1 dan 4 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Untuk setengah gelombang kedua berpolaritas negatif mikrokontroler akan memicu TRIAC 2 dan 3 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Setengah gelombang ketiga berpolaritas positif mikrokontroler memicu TRIAC 1 dan 4 untuk konduksi sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Setengah gelombang keempat berpolaritas negatif mikrokontroler memicu TRIAC 2 dan 3 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas positif. Setengah gelombang kelima berpolaritas positif mikrokontroler memicu TRIAC 2 dan 3 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif. Dan setengah gelombang keenam berpolaritas negatif mikrokontroler memicu TRIAC 4 dan 1 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif. Setengah gelombang ketujuh berpolaritas positif mikrokontroler memicu TRIAC 2 dan 3 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif. Dan setengah gelombang kedelapan berpolaritas negatif mikrokontroler memicu TRIAC 1 dan 4 sehingga arus yang mengalir ke beban berpolaritas negatif.

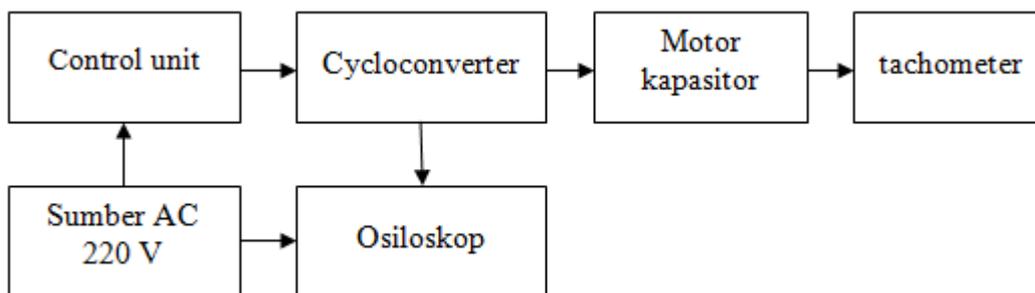
5.4 Pengujian Output Cycloconverter dengan Beban Motor Induksi 1 Fasa

Pada tugas akhir ini *cycloconverter* disusun atas 4 TRIAC dengan variasi frekuensi output; 25 Hz, 16.7 Hz dan 12.5 Hz. Data yang diambil dalam pengujian ini yaitu bentuk gelombang tegangan dan arus dari *cycloconverter* berbeban motor induksi 1 fasa dan pengaruh *cycloconverter* terhadap motor induksi 1 fasa.

5.4.1 Peralatan Pengujian *Output Cycloconverter*

Dalam pengujian *output cycloconverter*, peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Cycloconverter*
2. *Control unit cycloconverter*
3. Motor induksi 1 fasa (motor kapasitor)
4. Osiloskop
5. Kabel penghubung
6. Tachometer



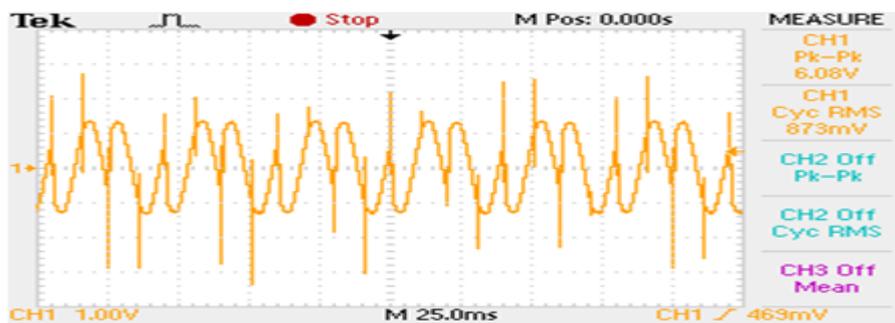
Gambar 5.8 Diagram blok dari pengujian *control unit cycloconverter*

Prosedur pengujian output pada *control unit cycloconverter* yang dilakukan pada pengujian di laboratorium elektronika daya sebagai berikut:

1. Rangkailah alat seperti pada gambar 5.8.
2. Menghubungkan probe 1 osiloskop ke keluaran *cycloconverter*.
3. Amati bentuk gelombang arus dan tegangan dari variasi frekuensi *ouput cycloconverter*.

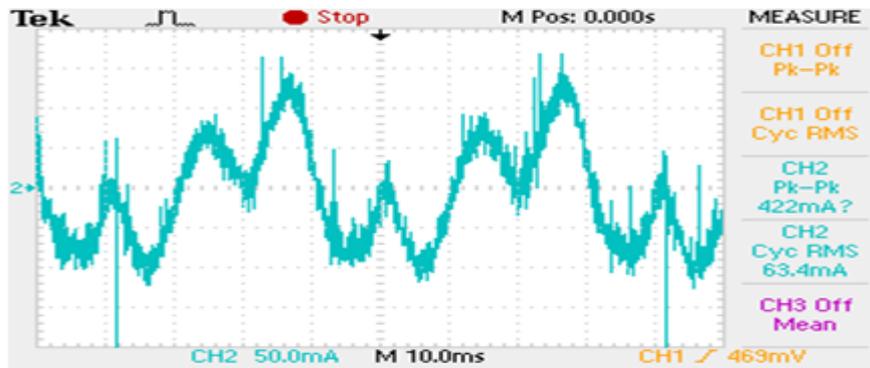
5.4.2 Analisis Hasil Pengujian Keluaran *Cycloconverter* Beban Motor Induksi

Hasil pengujian tegangan dan arus motor induksi saat frekuensi keluaran *cycloconverter* 25 Hz dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5.9 Tegangan keluaran *cycloconverter* saat berbeban motor induksi

Gambar 5.9 jika dibandingkan dengan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa bentuk gelombang dari *cycloconverter* yang telah dibuat sudah sesuai dengan simulasi. Pada gambar diatas dapat dilihat tegangan rms bernilai 873 mV, hal ini disebabkan karena dalam pengukuran tersebut digunakan *instrument amplifier* sebesar 100 kali. Sehingga tegangan sesungguhnya adalah 87,3 volt.



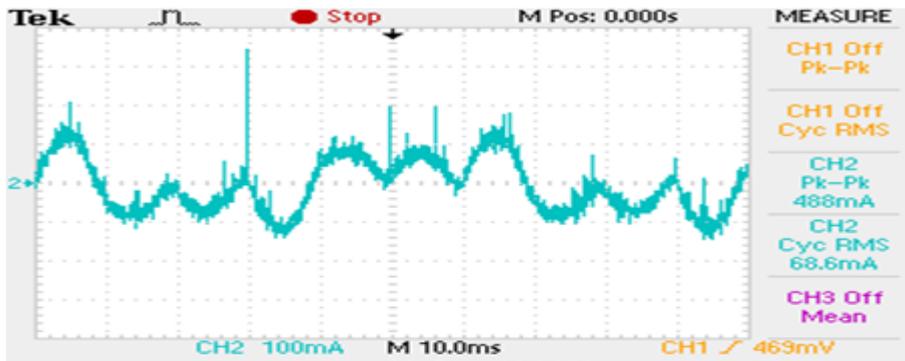
Gambar 5.10 Arus keluaran *cycloconverter* saat berbeban motor induksi

Hasil pengujian tegangan dan arus motor induksi saat frekuensi keluaran *cycloconverter* 16,7 Hz dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5.11 Tegangan keluaran *cycloconverter* saat berbeban motor induksi

Gambar 5.11 jika dibandingkan dengan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa bentuk gelombang dari *cycloconverter* yang telah dibuat sudah sesuai dengan simulasi. Pada gambar diatas dapat dilihat tegangan rms bernilai 804 mV, hal ini disebabkan karena dalam pengukuran tersebut digunakan *instrument amplifier* sebesar 100 kali. Sehingga tegangan sesungguhnya adalah 80,4 volt.



Gambar 5.12 Arus keluaran *cycloconverter* saat berbeban motor induksi

Hasil pengujian tegangan dan arus motor induksi saat frekuensi keluaran *cycloconverter* 12,5 Hz dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5.13 Tegangan keluaran *cycloconverter* saat berbeban motor induksi

Gambar 5.13 jika dibandingkan dengan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa bentuk gelombang dari *cycloconverter* yang telah dibuat sudah sesuai dengan simulasi. Pada gambar diatas dapat dilihat tegangan rms bernilai 823 mV, hal ini disebabkan karena dalam pengukuran tersebut digunakan *instrument amplifier* sebesar 100 kali. Sehingga tegangan sesungguhnya adalah 82,3 volt.



Gambar 5.14 Arus keluaran *cycloconverter* saat berbeban motor induksi

5.4.3 Analisis Hasil Pengujian Cycloconverter Beban Motor Induksi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan bervariasi frekuensi sumber yang masuk ke motor induksi 1 fasa dengan kondisi tegangan sumber konstan, maka diperoleh putaran motor sebagai berikut:

Tabel 5.2

Hasil Pengujian Putaran Motor dengan *Variable* Frekuensi

Frekuensi (Hz)	Putaran motor <i>praktek</i> (Rpm)	Putaran motor <i>simulasi</i> (Rpm)	Kesalahan (%)
50	1425	1500	1.60
25	850	900	5.56
16.7	630	700	10
12.5	520	570	8.77

$$\text{Kesalahan (\%)} = \frac{\text{Putaran motor}_{praktek} - \text{Putaran mptor}_{simulasi}}{\text{Putaran motor}_{\tau_{simulasi}}} \times 100\%$$

Keterangan:

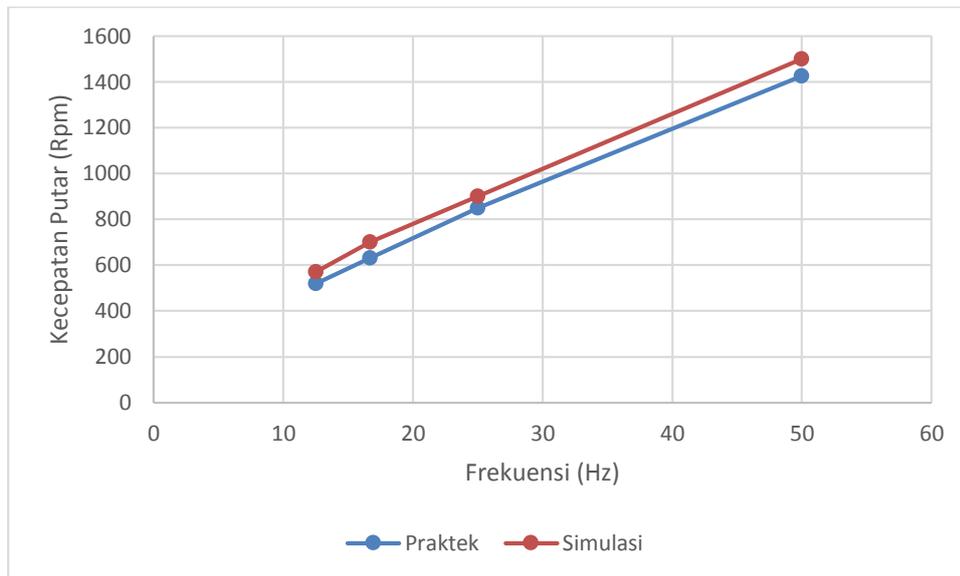
Putaran motor_{praktek} : Putaran motor saat percobaan (Rpm)Putaran mptor_{simulasi} : Putaran motor saat simulasi (Rpm)

Frekuensi : Frekuensi tegangan masukan motor (Hz)

Kesalahan : Kesalahan pengukuran (%)

Dari tabel hasil pengujian putaran Motor induksi, didapatkan eror yang bervariasi antara 0-15%. Kesalahan yang besar saat frekuensi sebesar 16.7 Hz yaitu memiliki kesalahan sebesar 10%. Kesalahan yang kecil pada saat kondisi saat frekuensi sebesar 50 Hz yaitu memiliki kesalahan sebesar 1.6%. Untuk kesalahan rata-rata dari torsi yang ditampilkan dari sebesar 6.48%.

Dalam gambar 5.15 dapat dilihat hubungan antara frekuensi terhadap putaran motor induksi. Putaran motor turun secara linier terhadap penurunan frekuensi. Dari frekuensi 50 Hz sampai 12.5 Hz, putaran motor induksi turun secara linier dari 1425 Rpm sampai 520 Rpm.



Gambar 5.15 Grafik kecepatan putar motor induksi

Tabel 5.3
Hasil Pengujian Torsi Motor dengan *Variable* Frekuensi

Frekuensi (Hz)	Torsi motor <i>praktek</i> (Nm)	Torsi motor <i>simulasi</i> (Nm)	Kesalahan (%)
50	1.67	1.59	5.03
25	1.40	1.32	6.06
16.7	1.26	1.13	11.5
12.5	1.15	1.04	10.5

$$\text{Kesalahan (\%)} = \frac{\text{Torsi motor}_{\text{praktek}} - \text{Torsi motor}_{\text{simulasi}}}{\text{Torsi motor}_{\text{simulasi}}} \times 100\%$$

Keterangan:

Torsi motor_{praktek} : Torsi motor saat percobaan (Rpm)

Torsi motor_{simulasi} : Torsi motor saat simulasi (Rpm)

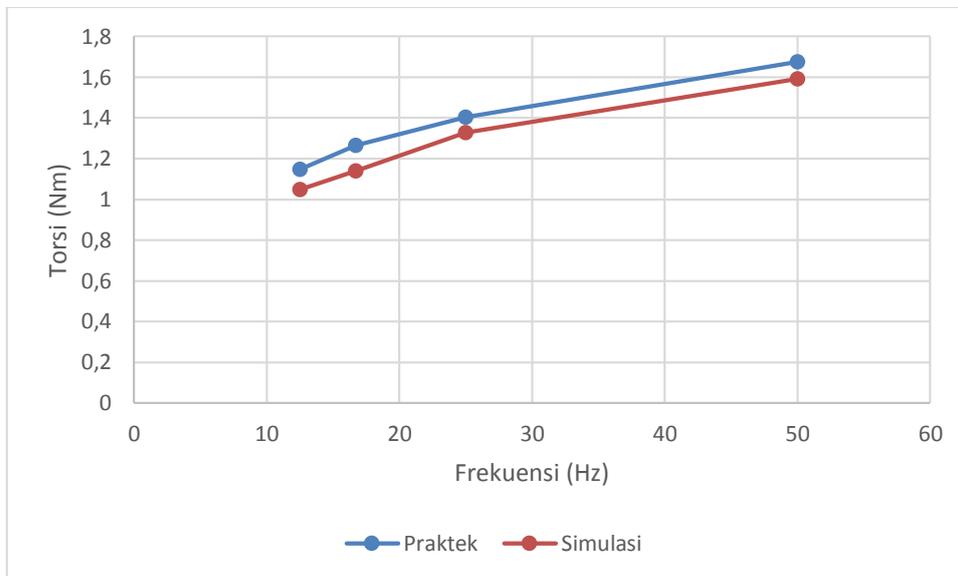
Frekuensi : Frekuensi tegangan masukan motor (Hz)

Kesalahan : Kesalahan pengukuran (%)

Dari tabel hasil pengujian torsi motor induksi, didapatkan eror yang bervariasi antara 5-15%. Kesalahan yang besar saat frekuensi sebesar 16.7 Hz yaitu memiliki kesalahan sebesar 11.5%. Kesalahan yang kecil pada saat kondisi saat frekuensi sebesar 50 Hz yaitu memiliki

kesalahan sebesar 5.03%. Untuk kesalahan rata-rata dari torsi yang ditampilkan sebesar 8.27%.

Dalam gambar 5.16 dapat dilihat hubungan antara frekuensi terhadap torsi motor induksi. Torsi motor turun secara linier terhadap penurunan frekuensi. Dari frekuensi 50 Hz sampai 12.5 Hz, putaran motor induksi turun secara linier dari 1.67 Nm sampai 1.15 Nm.



Gambar 5.16 Grafik torsi motor induksi

Dalam percobaan *cycloconverter* pada motor induksi 1 fasa terjadinya hubung singkat antara TRIAC karena ketertinggalan arus terhadap tegangan pada beban motor induksi 1 fasa. Prinsip *cycloconverter* dengan mengatur penyalan dari 4 TRIAC yang dirancang untuk mengubah polaritas sumber sehingga frekuensi dapat diturunkan. Ketertinggalan arus menyebabkan TRIAC yang seharusnya open (membuka) akan konduksi (menutup) sehingga arus tidak mengalir ke beban. Karena arus tidak melewati beban maka besar arus yang melewati TRIAC akan terlalu besar dan TRIAC akan meledak.

Halaman ini sengaja dikosongkan