

# RANCANG BANGUN *CYCLOCONVERTER* 1,5 KW UNTUK PEGENDALIAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR INDUKSI SATU PHASA 500-1000 RPM PADA MESIN PENGUPAS PINANG

Hendra Zulian Permana<sup>1</sup>, Azhar<sup>2</sup>, Aidi Finawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol  
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Email: [hendra\\_zln@yahoo.com](mailto:hendra_zln@yahoo.com)

**Abstrak**— Pengupas pinang dengan menggunakan mesin jauh lebih mudah dan cepat dibandingkan pengupas pinang secara manual. Keberadaan Mesin pengupas dapat dikembangkan menjadi suatu mesin pengendalian kecepatan, sehingga diperlukan sistem kendali pada motor induksi. Dalam skala kecil, motor induksi yang digunakan adalah motor induksi satu phasa. Dan salah satu alat pengendali kecepatan ialah *cycloconverter*. *Cycloconverter* merupakan rangkaian elektronika daya yang mengubah masukan AC menjadi keluaran AC dengan nilai frekuensi yang lebih rendah dari nilai frekuensi masukan. Pada penelitian ini dilakukan simulasi MathLab dan perancangan rangkaian elektronika daya *cycloconverter* satu phasa menggunakan komponen SCR, Modul AC Light dimmer, Optocoupler MOC3020, dan mikrokontroler Arduino Mega untuk membangkitkan sinyal picu pada SCR dengan mengatur pulsa penyalanya dengan metode PWM. Hasil yang diperoleh pada pengujian *cycloconverter* dengan beban mesin motor Bor dengan daya 350W dan 550W ialah semakin tinggi kecepatan putaran motor maka semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan yaitu 25 Hz dengan *setpoint* 1900 RPM pada *keypad*. Dan frekuensi terendah pada kecepatan 500 RPM dengan frekuensi 12 Hz. Sedangkan hasil pengujian pengupasan pinang berdasarkan RPM motor didapatkan efisiensi tertinggi terdapat pada RPM (807) dengan hasil yang terkupas sebanyak 24 buah dan yang tidak terkupas sebanyak 26 buah, dari 50 buah pinang yang dimasukkan selama 10 menit.

**Kata Kunci**— Motor induksi satu phasa, *Cycloconverter*, SCR, Modul AC Light dimmer, Optocoupler MOC3020, PWM, Buah pinang.

## I. PENDAHULUAN

Pengupas pinang dengan menggunakan mesin jauh lebih mudah dan cepat dibandingkan pengupas pinang secara manual. Mesin pengupas pinang memiliki bagian utama seperti motor penggerak (Motor AC), mata pisau, dan kontroler. Pada proses pengupasan pinang, buah pinang kering dimasukkan dalam hopper yang terdapat pada bagian atas mesin. Kemudian pinang dijatuhkan mengarah ke mata pisau yang berputar pada poros. Mata pisau berfungsi sebagai pengupas, dan poros mata pisau ini digerakkan oleh motor penggerak listrik.

Banyak model mesin pengupas pinang umumnya tidak dilengkapi dengan sistem elektronik mengatur kecepatan dan waktu putaran mesin[1]. Keberadaan mesin pengupas ini dapat dikembangkan menjadi suatu mesin pengendalian kecepatan yang dapat menerapkan sistem otomatisasi dalam proses pengupasannya, antara pisau pengupas dengan kecepatan putaran motor induksi. Hal ini dapat mempengaruhi hasil pengupasan pinang yang terkupas dan tidak terkupas atau pecah.

Untuk itu diperlukan suatu peralatan pengendalian kecepatan motor induksi sebagai salah satu metode untuk mengatur putaran motor induksi. Dalam penggunaannya motor induksi sering dibutuhkan untuk beroperasi pada kecepatan yang bervariasi, namun motor induksi ini mempunyai kelemahan, salah satunya adalah sulit untuk dikendalikan putarannya.

Pada dasarnya motor induksi dioperasikan pada kecepatan yang konstan, jika beban berubah maka kecepatan motor juga akan berubah. Karena itu untuk mempertahankan agar kecepatan tetap konstan dibutuhkan suatu pengendali kecepatan yang dapat diatur. Oleh karena itu, pengendalian kecepatan motor induksi ini dapat dilakukan dengan mengubah frekuensi masukan motor menggunakan *Cycloconverter*. Yaitu mengubah masukan AC menjadi keluaran AC dengan nilai frekuensi yang lebih rendah dari nilai frekuensi masukan. *Cycloconverter* bertujuan untuk mengendalikan kecepatan putaran motor induksi dengan cara mereduksi frekuensi masukan motor induksi.

Maka pada penelitian ini, akan dirancang sebuah alat *cycloconverter* pengatur kecepatan putaran motor induksi satu phasa yang dikendalikan dengan mikrokontroler Arduino yang difungsikan sebagai *Pulse Wave Modulator* (PWM), untuk menghasilkan frekuensi keluaran dengan kecepatan 500-1000 RPM.

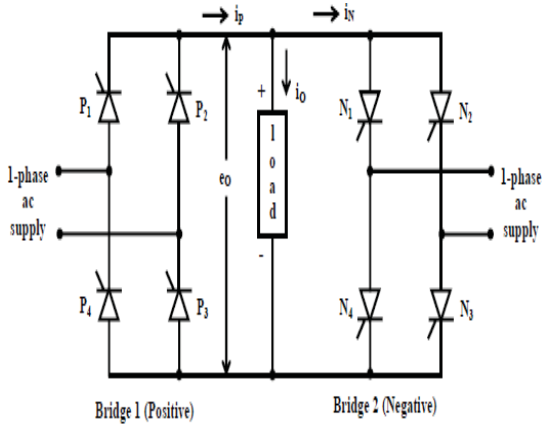
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Cycloconverter

*Cycloconverter* merupakan rangkaian elektronika daya yang mengubah masukan AC menjadi keluaran AC dengan nilai frekuensi yang lebih rendah dari nilai frekuensi pada masukan[2]. *Cycloconverter* menggunakan devais semikonduktor dengan pengendalian berbasis pulsa, seperti PWM untuk

mengendalikannya. *Cycloconverter* ini mempunyai kelebihan lebih sederhana dalam aplikasinya untuk mengontrol, namun lebih membutuhkan banyak komponen semikonduktor[3].

Hidup dan matinya bagian konverter ini dikendalikan oleh rangkaian pensaklaran. Teknik pensaklaran yang digunakan lebih sederhana dengan menggunakan rangkaian penyalaras untuk menghasilkan frekuensi keluaran *cycloconverter*. Berikut ini adalah contoh rangkaian sederhana *cycloconverter* satu fasa dapat dilihat pada Gambar 1.

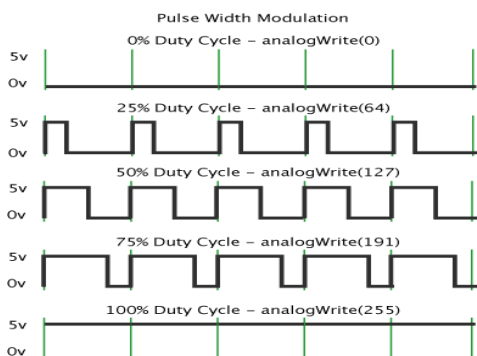


Gambar 1 Rangkaian Cycloconverter Satu Fasa[2]

**B. Pulse Width Modulation (PWM)**

*Pulse Width Modulation* (PWM) adalah sebuah metode untuk pengaturan kecepatan perputaran, dalam hal ini adalah beban motor AC satu fasa. Pada penelitian ini, metode PWM dibangkitkan oleh mikrokontroler Arduino.

Metode PWM ini akan mengatur lebar atau sempitnya periode pulsa aktif yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke driver motor. PWM merupakan salah satu cara untuk mengendalikan kecepatan motor AC dengan mengatur frekuensi keluaran *cycloconverter* yang masuk ke dalam motor tersebut, tegangan yang diberikan berupa gelombang segi empat dengan *duty cycle* tertentu. *Duty cycle* merupakan perbandingan antara waktu pulsa tegangan aktif terhadap periodenya[4]. Contoh bentuk PWM untuk beberapa nilai *duty cycle* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2 PWM dengan *Duty Cycle* yang Berbeda – beda

**C. Modul AC Light Dimmer**

*Modul AC light dimmer* ini terdiri dari beberapa komponen yang dijadikan menjadi satu modul. Komponen-komponen tersebut diantaranya terdapat 3 buah resistor, 1 buah TRIAC, 2 buah DIAC, 1 buah *optocoupler*, 2 pin untuk LOAD dan 2 pin untuk AC-IN. Modul ini dapat di kontrol menggunakan mikrokontroler seperti Arduino. Pada sistem ini digunakan *modul AC light dimmer* ini karena adanya fitur pin *zero crossing detector* yang membuat mikrokontroler dapat mengetahui *timing* yang tepat untuk mengirim sinyal PWM[5]. *Zero crossing detector* ini berfungsi untuk mendeteksi perpotongan gelombang sinus pada tegangan AC dengan *zero point* tegangan AC tersebut, sehingga dapat memberikan sinyal acuan saat dimulainya pemucuan sinyal PWM[6]. Tanpa adanya *timing* yang tepat, arus AC dengan TRIAC jika *gate*-nya di kontrol maka akan kacau sinyal *output*-nya yang menyebabkan *dimmer* tidak berfungsi dalam menghasilkan sinyal PWM. Modul ini dapat bekerja dengan menerima tegangan AC dari 110 V sampai 220 V.

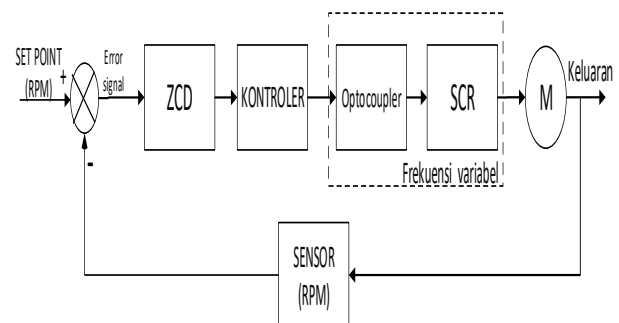


Gambar 3 Modul AC Light Dimmer[5]

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Diagram Blok Pengendalian**

Diagram blok pengendalian ditunjukkan pada Gambar 4.

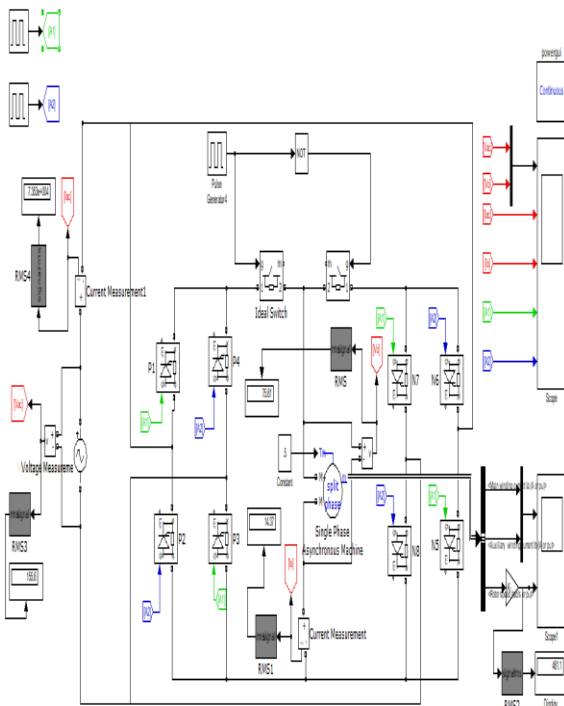


Gambar 4 Diagram Blok Pengendalian

**B. Simulasi Rangkaian Cycloconverter**

Tahap pertama dalam proses perancangan *software* ini, dilakukan pemodelan rangkaian elektronika daya

*cycloconverter* menggunakan program simulasi MathLab. Rangkaian dasar ditunjukkan pada Gambar 5.

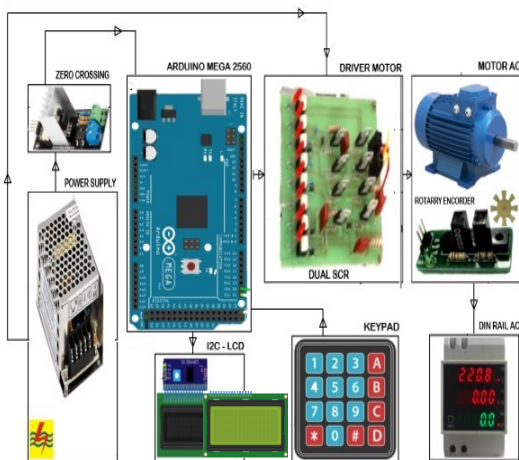


Gambar 5 Pemodelan Rangkaian Simulasi *Cycloconverter* Beban Motor Induksi Satu Fasa

Pada rangkaian Gambar 5 digunakan komponen SCR 8 buah, sumber AC, dan beban motor induksi satu fasa. Arus *output* tiap bagian hanya mengalir melalui satu arah. Untuk menghasilkan arus AC pada beban, kedua grup dihubungkan secara antiparalel. grup positif (P1, P2, P3 dan P4) arus beban mengalir positif setengah siklus, bila  $V_{in}$  positif. Dan grup negatif (N5, N6, N7, dan N8) arus beban mengalir negatif setengah siklus, bila  $V_{in}$  negatif.

**C. Perancangan dan Pembuatan Modul**

Adapun gambar perancangan elektronik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Perancangan Elektronik

**D. Prinsip Kerja Rangkaian Sistem**

Prinsip kerja rancang bangun *cycloconverter* pengendalian kecepatan putaran motor induksi satu fasa berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 adalah Tegangan suplai dari PLN 220V AC diturunkan dan dirubah menggunakan adaptor *power suplay* untuk memberikan tegangan *output* menjadi 5V DC. 5V DC diberikan kepada Vcc dari pengontrol mikrokontroler Arduino Mega 2560. Pengontrol mikro telah diprogramkan dengan program Arduino IDE untuk memberikan *output* ke isolasi optik dengan rangkaian *zero crossing detector* yang bekerja untuk mendeteksi perpotongan gelombang sinus tegangan AC pada titik nol (*zero point*) tegangan tersebut, sehingga dapat memberikan acuan untuk memulai waktu pentrigger-an sebagai pemicu SCR.

Lalu *input* nilai *setpoint* sebagai kecepatan referensi pada *keypad*, sehingga mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan bekerja dan menjalankan perintah sesuai dengan program yang telah dibuat. Motor berputar sesuai dengan kecepatan referensi yang di inputkan, ketika *setpoint* diberikan dengan kecepatan 500-1000 RPM, maka tiap *step*-nya akan memerintah mikrokontroler untuk mengatur waktu tunda untuk pemicuan *gate* pada SCR, sehingga *Bridge positive* dan *Bridge negative* pada SCR akan mengalirkan suplai tegangan hingga terjadinya putaran pada motor induksi satu fasa.

Pada saat motor berputar, maka sensor kecepatan putaran bekerja mendeteksi hasil putaran piringan yang berupa angka-angka biner (pada lubang piringan berarti 1 dan tanpa lubang berarti 0). Hasil yang ditangkap sensor akan dikirim ke mikrokontroler untuk dirubah menjadi bentuk *digital* yang kemudian akan ditampilkan oleh LCD berupa RPM motor dan keluaran frekuensi. Dengan demikian dapat diamati apakah rangkaian *cycloconverter* dapat berjalan sesuai prinsip kerjanya untuk pengendalian kecepatan putaran motor AC satu fasa.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Implementasi LCD 20x4**

Implementasi LCD 20x4 ini dilakukan untuk menampilkan data sesuai dengan perintah yang telah ditanamkan dalam program mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sedangkan indikator keberhasilan dari pengujian ini adalah tulisan yang diinginkan harus ditampilkan pada *display* LCD dengan beberapa tampilan seperti judul dari perancangan alat, tampilan perintah *setting* nilai *input* serta tampilan utama pembacaan nilai kecepatan dan frekuensi. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan seperti Gambar 7.



Gambar 7 Implementasi LCD 20x4

### B. Implementasi Interface Keypad 4x4

Adapun langkah selanjutnya adalah melakukan penekanan tombol *keypad* ketika menginputkan data dan simak hasil nilai *setting* RPM yang ditampilkan pada LCD. Dari beberapa kali penekanan pada setiap tombol *keypad* seperti Gambar 8.



Gambar 8 Implementasi Keypad 4x4

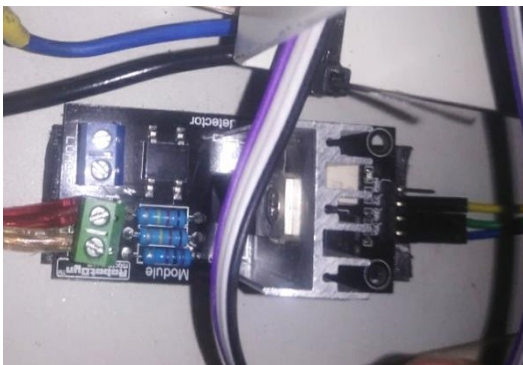
Hasil pengujian data yang di proses oleh mikrokontroler untuk ditampilkan pada LCD, sesuai dengan tombol yang ditekan pada *keypad*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Penekanan Tombol Karakter Keypad

No	Penekanan Tombol Keypad	Fungsi	Status
1	0 s.d 9	Hasil keluaran angka 0 s.d 9	Aktif
2	*	Untuk memasukkan nilai input RPM	Aktif
3	#	Untuk menjalankan hasil nilai inputan	Aktif
4	A	Untuk memberhentikan sistem alat	Aktif
5	C	Untuk membatalkan nilai setting RPM	Aktif
6	D	Untuk menghapus nilai setting awal RPM	Aktif

### C. Implementasi Modul Zero Crossing Detector

Rangkaian pada modul *zero crossing detector* digunakan untuk mendeteksi gelombang sinus AC saat melewati titik tegangan nol. Persilangan/seberangan titik nol yang terdeteksi yaitu berupa peralihan dari positif menuju negatif ataupun sebaliknya. Persilangan tersebut akan menjadi titik acuan yang digunakan untuk memberikan waktu tunda pemicuan dari SCR. Tegangan modul *zero* ini nantinya dijadikan *input* ke mikrokontroler untuk diolah menjadi *crossing* keluaran sinyal digital pada pin 2 (digital PWM). Modul *zero crossing detector* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Implementasi Modul Zero Crossing Detector

### D. Implementasi Rangkaian Driver Motor

Untuk mengendalikan atau mengontrol *switching* SCR diperlukan sebuah *gate driver*. *Gate driver* ini berfungsi sebagai *interface* antara Mikrokontroler Arduino dengan rangkaian saklar daya SCR. *Gate driver* ini juga berfungsi sebagai pengaman yang mengisolasi antara Arduino dengan rangkaian saklar daya yang bertegangan tinggi sehingga ketika terjadi kerusakan atau *short circuit* pada rangkaian daya tidak akan berimbas atau menimbulkan kerusakan pada mikrokontroler.

Pada rangkaian ini digunakan sebuah *optocoupler* MOC-3020, resistor 220 ohm, 470 ohm, diode dan SCR. Resistor 220 ohm digunakan untuk membatasi arus yang masuk ke *Optocoupler* MOC-3020, MOC-3020 digunakan untuk memisahkan rangkaian tegangan tinggi dengan rangkaian tegangan rendah.

Pada penelitian tugas akhir ini digunakan SCR TYN625 dengan tegangan *off-state* maksimal 600 volt dan RMS *on-state current* sebesar 25 A. Pada modul *gate driver* ini dipasang LED disetiap phasanya untuk mendeteksi adanya sinyal *zero crossing* yang diterima oleh *optocoupler*. Implementasi dari rangkaian *driver* motor dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Implementasi Perancangan Driver Motor

### E. Hasil Pengujian Oscilloscope

#### • Pengujian Zero crossing detector

Pengujian *zero crossing detector* dilakukan dengan melihat gelombang sinyal *output* keluaran yang dihasilkan dari *Optocoupler* 4N25 yang ada pada modul Dimmer. Sinyal *output* dari *optocoupler* ini selanjutnya memasuki pin 2 yang ada pada Arduino Mega 2560. Dari sinyal *zero crossing detector* inilah dijadikan titik acuan oleh *gate driver* motor untuk melakukan *delay duty* sesuai *duty cycle* yang diberikan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 11



Gambar 11 Gelombang Sinyal Output Zero Crossing Detector



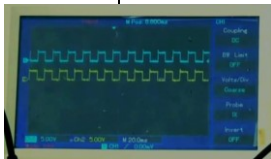

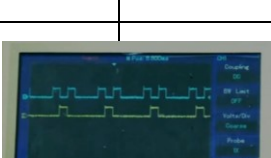
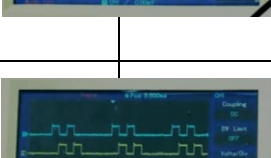
Dari Gambar 11 dapat terlihat bahwa hasil sinyal keluaran *zero crossing detector* berada tepat pada titik 0 persimpangan antara siklus positif dan siklus negatif. Dimana gelombang sinusoidal dari tegangan jala-jala PLN dengan frekuensi 50 Hz akan dipicu oleh *optocoupler* 4N25 yang menjadikan sumber pemicu dari tegangan DC 5V menjadi bergelombang sesuai dengan persilangan sudut fasa pada sumber tegangan 220V.

• Pengujian *Switching*

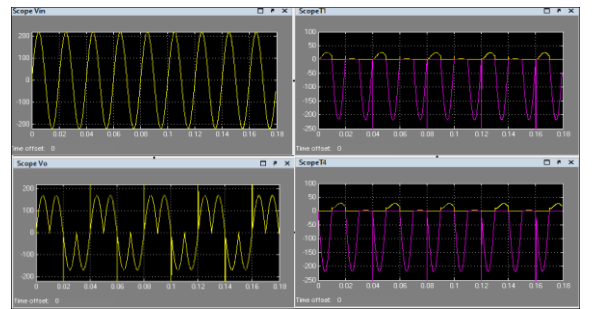
Pada penelitian ini terdiri dari dua rangkaian konverter yaitu rangkaian *converter bridge positive* dan rangkaian *converter bridge negative* dengan menggunakan 8 buah SCR tipe TYN-625. Sinyal *switching* digunakan untuk menentukan SCR mana saja yang menyala sehingga menghasilkan frekuensi *output* yang di inginkan, Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui bentuk gelombang keluaran sinyal PWM yang dihasilkan oleh rangkaian mikrokontroler dari masing-masing pasangan penggerak *thyristor* SCR.

Bentuk gelombang keluaran yang ditampilkan menggunakan osiloskop digital melalui keluaran konverter *bridge* positif pada T1 dan T4. Seperti pada Tabel 2 ditunjukkan hasil bentuk gelombang keluaran dari rangkaian mikrokontroler berdasarkan frekuensi keluaran LCD melalui nilai masukan RPM dari *keypad*.

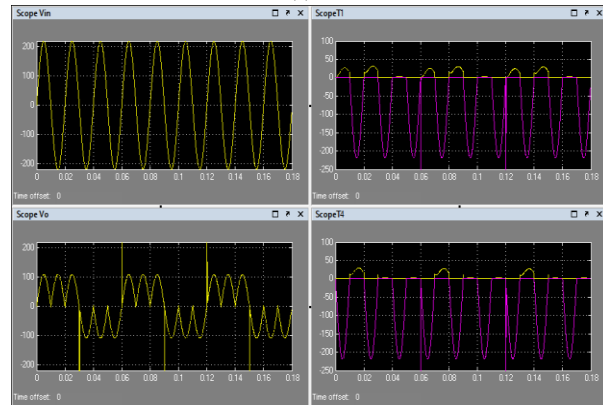
Tabel 2. Hasil Pengujian *Switching* Pada Mikrokontroler

No	Gambar	Keterangan	Hasil
1			$f = \frac{1}{20 \times 10^{-3}} = 50 \text{ Hz}$
2			$f = \frac{1}{40 \times 10^{-3}} = 25 \text{ Hz}$
3			$f = \frac{1}{60 \times 10^{-3}} = 16,6 \text{ Hz}$
4			$f = \frac{1}{80 \times 10^{-3}} = 12,5 \text{ Hz}$

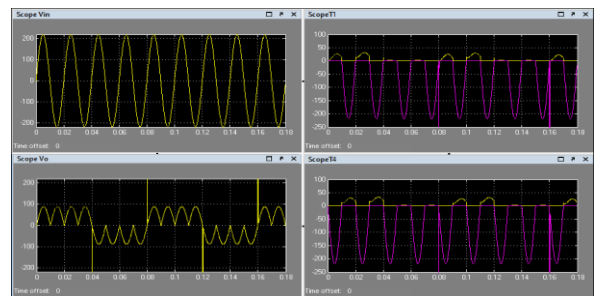
Berdasarkan hasil pengamatan secara keseluruhan dari pengujian rangkaian mikrokontroler bahwa sinyal PWM yang dihasilkan sesuai dengan simulasi MathLab pada *switching* rangkaian *cycloconverter*. Dimana sinyal kendali untuk masing-masing penggerak *thyristor* daya SCR T1, T3 dan T2, T4 adalah saling berkebalikan. Hal ini dikarenakan untuk mencegah terjadinya penyalaaan *thyristor* daya SCR secara bersamaan yang dapat mengakibatkan hubung singkat (*short circuit*) pada rangkaian. Berikut adalah hasil gelombang keluaran simulasi rangkaian *cycloconverter* yang ditunjukkan pada Gambar 12.



(a)



(b)



(c)

Gambar 12 Bentuk Gelombang Keluaran Simulasi Rangkaian *Cycloconverter*

- (a) Frekuensi Keluaran 25 Hz
- (b) Frekuensi Keluaran 16,6 Hz
- (c) Frekuensi Keluaran 12,5 Hz

F. Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

• Data Hasil Pengujian *Driver* SCR

Pada pengujian rangkaian *driver* SCR ini akan menerima sinyal dari rangkaian osilator dan berfungsi menyulut *gate* SCR pada *cycloconverter*. Mikrokontroler membangkitkan PWM yang

digunakan untuk *drive* komponen *switching*. Gelombang PWM yang dibangkitkan mikrokontroler sebelum terhubung dengan *gate* komponen *switching* dilewatkan terlebih dahulu ke rangkaian *optocoupler*, rangkaian yang digunakan pada *driver* SCR adalah jenis MOC-3020. Berdasarkan hasil titik point pengukuran yang didapat sebagai berikut pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Test Pin Moc-3020

Kondisi	Test Pin 1 (VDC)	Test Pin 2 (VAC)	Beban
SCR Aktif	4,8	Bervariasi	Aktif
SCR Tidak Aktif	0	0	Tidak Aktif

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa apabila diberi tegangan masukan, maka *diode* di dalam *optocoupler* MOC-3020 akan memancarkan cahaya membuat *photodiode* aktif. Ketika *photodiode* aktif maka arus mengalir menuju kaki *gate* SCR, sehingga mengaktifkan SCR. Dan arus yang mengalir cukup besar untuk menjalankan beban. Beban motor yang membutuhkan sumber tegangan AC akan aktif.

• Data Hasil Pengujian *Cycloconverter*.

Pada pengujian *cycloconverter* ini untuk mengatur kecepatan jalannya motor induksi satu fasa dengan menggunakan beban lain sesuai nilai *setpoint* kecepatan yang di inginkan, sebagai contoh dapat diamati pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Data Pengujian Pada Beban Mesin Motor Bor 350 W

No	Set Point (RPM)	Motor AC 1 fasa 350 W					
		$f_0$ (Hz)	$V_0$ (V)	$I_0$ (A)	$P_0$ (Watt)	$\cos \phi_0$	$Nr_0$ (RPM)
1	500	12,0	73,0	0,50	22,1	0,609	509
2	800	14,0	87,5	0,55	38,3	0,731	824
3	1000	16,0	99,8	0,58	49,8	0,785	1033
4	1400	19,0	119,9	0,69	70,8	0,846	1427
5	1600	21,0	129,6	0,73	82,1	0,887	1625
6	1900	25,0	151,3	0,75	103,7	0,909	1895

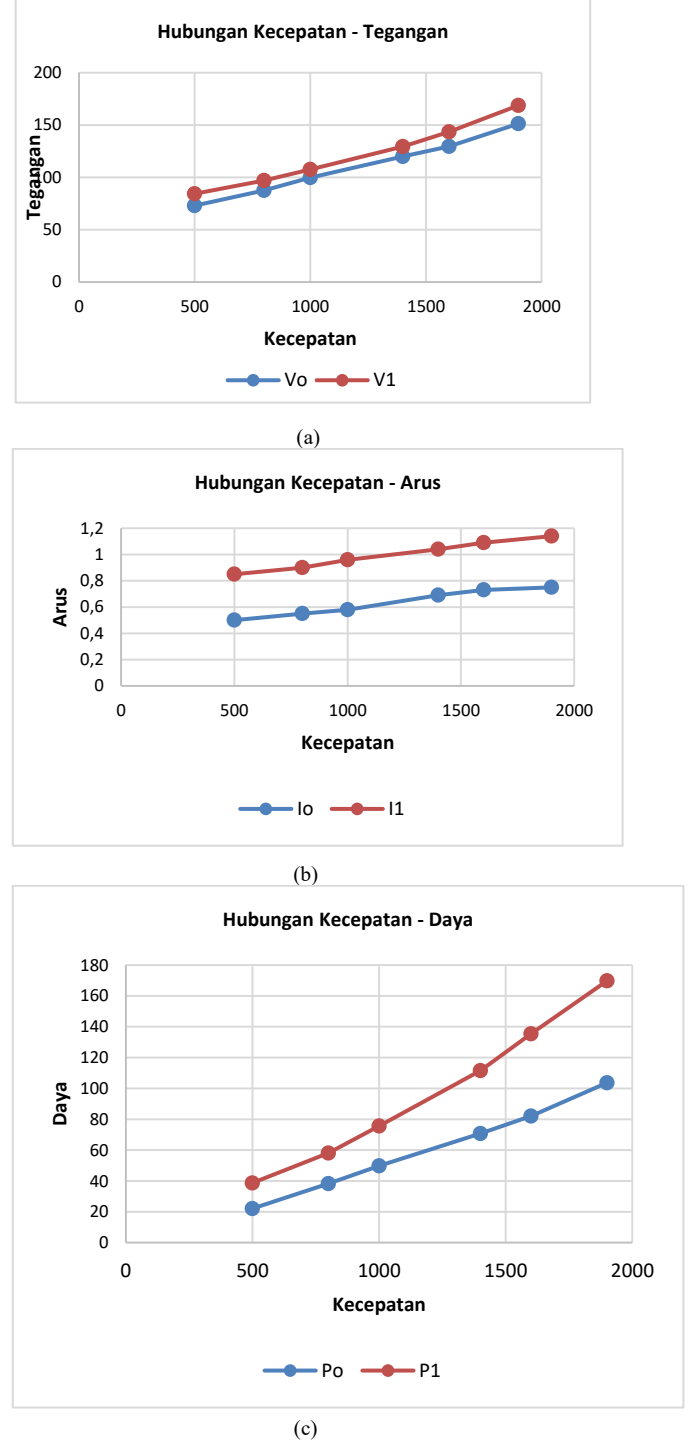
Tabel 5. Data Pengujian Pada Beban Mesin Motor Bor 550 W

No	Set Point (RPM)	Motor AC 1 fasa 550 W					
		$f_1$ (Hz)	$V_1$ (V)	$I_1$ (A)	$P_1$ (Watt)	$\cos \phi_1$	$Nr_1$ (RPM)
1	500	12,0	84,4	0,85	38,7	0,543	517
2	800	14,0	97,1	0,90	58,1	0,667	839
3	1000	16,0	107,6	0,96	75,7	0,733	1046
4	1400	19,0	129,4	1,04	111,6	0,831	1409
5	1600	21,0	143,6	1,09	135,4	0,865	1612
6	1900	25,0	168,7	1,14	169,8	0,884	1903

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa menggunakan *cycloconverter*. Dapat dilihat bahwa kerja dari sensor akan menjaga kecepatannya disekitar nilai *setpoint*, sesuai perubahan frekuensi

*output* yang direduksi dari frekuensi *input* dengan menggunakan rangkaian *cycloconverter*.

Dari kedua pengujian ini terlihat bahwa semakin besar kecepatan putaran motor, maka semakin besar nilai frekuensi *output*, dengan kata lain kecepatan putaran motor berbanding lurus dengan frekuensi, dan begitu sebaliknya dengan tegangan, arus, dan daya. Seperti ditunjukkan pada Gambar 13 sebagai berikut.

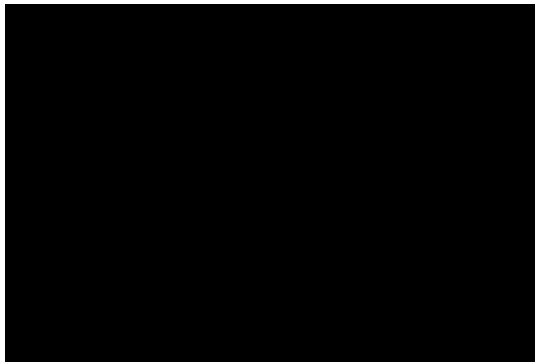


Gambar 13 Grafik Hubungan Kecepatan Putaran Motor  
 (a) Dengan Nilai Tegangan  
 (b) Dengan Nilai Arus  
 (c) Dengan Nilai Daya

• Data Hasil Pengujian Pengupasan Pinang Berdasarkan RPM Motor

Pengujian pengupasan pinang berdasarkan RPM motor ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan apakah pinang terkupas dengan sempurna sesuai yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan mengendalikan kecepatan motor induksi sesuai perubahan frekuensi dengan jumlah pinang (50) buah dalam waktu selama 10 menit dengan menggunakan modul eksternal *Converter AC to AC* sebagai pengendali. Hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Data Pengujian Pengupasan Pinang



## V. KESIMPULAN

Dari beberapa tahapan perancangan, pembuatan dan pengujian menggunakan *cycloconverter* pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Kontrol kecepatan Motor AC 1 fasa dapat dilakukan dengan menggunakan *cycloconverter* yang mengubah frekuensi masukan dengan menerapkan sistem pensaklaran (*switching*) untuk menghasilkan frekuensi keluaran yang berbeda.
2. Pengendalian yang dilakukan *cycloconverter* dengan mengatur pulsa penyalanya dengan bantuan PWM. Sinyal kendali untuk masing-masing penggerak yaitu *thyristor daya* SCR T1, T3 dan SCR T2, T4 adalah saling berkebalikan. Hal ini dikarenakan untuk mencegah terjadinya penyalan *thyristor daya* SCR secara bersamaan yang dapat mengakibatkan hubung singkat (*short circuit*) pada rangkaian.
3. Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan dari simulasi yang telah dilakukan pengaruh perubahan nilai perioda terhadap *switching thyristor daya* SCR dari rangkaian *cycloconverter* satu fasa adalah semakin besar nilai perioda yang diberikan untuk melakukan pensaklaran (*switching*) *thyristor*

*daya* SCR, maka semakin lambat proses pensaklaran (*switching*), dan nilai frekuensi keluaran yang dihasilkan oleh *cycloconverter* semakin kecil, begitu untuk sebaliknya.

4. Hasil pengujian *cycloconverter* pada beban motor induksi satu fasa apabila semakin besar nilai kenaikan kecepatan maka semakin besar nilai frekuensi *output* yang dihasilkan, serta berbanding lurus dengan nilai tegangan, arus dan daya.
5. Hasil pengujian pada pengupasan pinang berdasarkan RPM motor dengan menggunakan *Converter AC to AC* didapatkan bahwa efisiensi tertinggi pengupasan terdapat pada kecepatan 807 RPM dengan frekuensi 40 Hz, hasil pinang yang terkupas sebanyak 24 buah dan yang tidak terkupas sebanyak 26 buah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmein, R. Usman, dan Rusli, "Optimization of Angle Adjustment Between Two Cutters' Blades of Dry Areca Nut Peeling and Controlling Machine Optimization of Angle Adjustment Between Two Cutters' Blades of Dry Areca Nut Peeling and Controlling Machine," in *International Conference on Science and Innovated Engineering (I-COSINE)*, 2019, hal. 1–5..
- [2] B. S. A. I. Sindura dan B. N. Kartheek, "Speed Control of Induction Motor using Cycloconverter," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 04, no. 04, hal. 776–780, 2013.
- [3] Y. P. S. K. Gowda, G. Hema, S. D. Prasad, dan V. Vilasitha, "Performance and Speed Control of Cycloconverter Fed Split Phase Induction Motor," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 03, no. 09, hal. 1142–1146, 2016.
- [4] R. I. S. dan H. Hartono, "Rancang Bangun Pulse Width Modulation (PWM) Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Arduino," *J. Penelit.*, vol. 3, no. 1, hal. 50–58, 2018.
- [5] B. Wibowo, H. S. Utama, dan N. Kusumaningrum, "Perancangan dan Realisasi Sistem Kendali Lampu, Air Conditioner Berbasis Android," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 1, hal. 36, 2019.
- [6] A. G. Ekayana dan A. A. Ratna Rakasiwi, "Rancang Bangun Pengaman Power Supplay Berbasis Zero Crossing Detector Pada Laboratorium Komputer," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejur.*, vol. 15, no. 1, hal. 10–19, 2018.