

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN PLC mikro SEBAGAI SISTEM
PENGONTROLAN MOTOR INDUKSI 3 FASA HUBUNGAN
BINTANG – SEGITIGA**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1



AJI MULYA

1021111008

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2016**

SKRIPSI

“RANCANG BANGUN PLC mikro SEBAGAI SISTEM PENGONTROLAN MOTOR INDUKSI 3 FASA HUBUNGAN BINTANG-SEGITIGA”

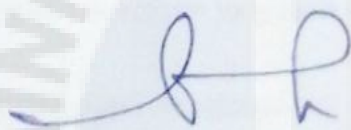
Dipersiapkan dan disusun oleh

AJI MULYA
1021111008

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Tanggal 12 Agustus 2016

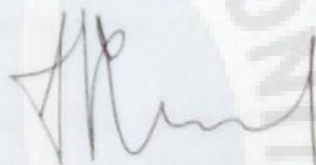
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



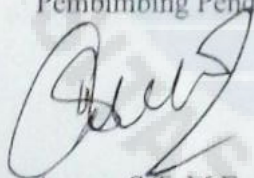
Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.
NIP. 198508102012121001

Anggota Dewan Penguji Lain,

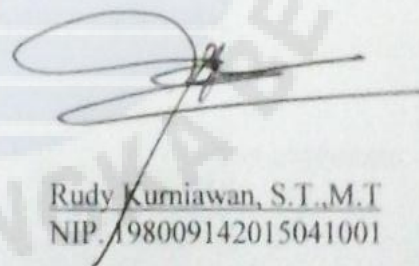


Irwan Dinata, S.T., M.T.
NIP. 198503102014041001

Pembimbing Pendamping



Asmar, S.T., M.Eng.
NP. 307608018



Rudy Kurniawan, S.T., M.T.
NIP. 198009142015041001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Irwan Dinata, S.T., M.T.
NIP. 198503102014041001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : AJI MULYA
TEMPAT/TANGGAL LAHIR : PANGKALPINANG/ 5 MARET 1993
NIM : 102 1111 008
FAKULTAS/JURUSAN : TEKNIK/TEKNIK ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul **“Rancang Bangun PLCmikro Sebagai Sistem Pengontrolan Motor Induksi Tiga Fasa Hubungan Bintang-Segitiga”** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Balunujuk, 2016

Yang membuat pernyataan



Aji Mulya
1021111008

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

“Rancang Bangun PLC mikro Sebagai Sistem Pengontrolan Motor Induksi 3 Fasa Hubungan Bintang-Segitiga”

Peneliti menyadari bahwa dalam tugas akhir dan penyusunan laporan ini tak lepas dari begitu banyak bantuan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segenap ketulusan hati peneliti sampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung sekaligus Pembimbing Utama Tugas Akhir.
2. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung sekaligus Penguji Tugas Akhir.
3. Bapak Asmar, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing Pendamping Tugas Akhir.
4. Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T, selaku Penguji Tugas Akhir.
5. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing Akademik.
6. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung.
7. Rekan seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2011 dan kakak tingkat serta adik tingkat tahun 2009, 2010, 2012, 2013, dan 2014.

8. Kedua orang tuaku tercinta, bapakku (Rasim) dan ibuku (Suarti Ningsih) serta seluruh keluarga besarku terimakasih atas kasih sayang dan pengorbanan yang tiada henti dengan segala doa dan dukungannya baik secara moral, cinta maupun materil yang tak henti-hentinya diberikan untuk kelancaran di setiap langkah penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat pada waktu dan memperoleh gelar sarjana.
9. Rekan yang turut membantu dalam tugas akhir ini : Ozi Saputra, Bang Kurnia, Bapak Suryanto, Bahari, Fitria Marlita, Eliantika, Novi Lestari dan teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungannya.

Dengan segala kerendahan hati peneliti menyadari begitu banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu berbagai kritik serta saran yang membangun demi terwujudnya laporan yang lebih baik.

Besar harapan semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak demi kemajuan bersama.

Balunujuk, 2016

Aji Mulya
1021111008

INTISARI

Motor induksi tiga fasa sering digunakan dikalangan pabrik sebagai mesin penggerak. Sebuah panel kendali digunakan untuk menjalankan dan menghentikan motor tersebut dengan mudah, baik secara sistem konvensional ataupun PLC (*Programable Logic Control*). Motor induksi mempunyai arus *starting* yang besar 5–7 kali arus nominal. Diperlukan metode untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu dengan menggunakan pengasutan bintang-segitiga, akan tetapi membutuhkan penginstalasian kabel rangkaian kontrol yang banyak. Penggunaan PLC mikro dapat mengurangi kebutuhan kabel serta mengurangi biaya pengeluaran. Tugas akhir ini merancang dan membangun sistem kendali motor induksi tiga fasa hubungan bintang-segitiga dua arah putaran menggunakan IC mikrokontroler tipe PIC16F877. Untuk menjalankan sistem kontrol, terlebih dahulu harus membuat program melalui komputer dengan *software* LD-mikro menggunakan bahasa program diagram tangga dan melakukan pentransferan program menggunakan *software PICpgm*. Antar muka PLC mikro ini menggunakan perangkat relai untuk menggerakkan *coil* kontaktor sehingga dapat mengendalikan rangkaian *power* bintang-segitiga. Hasil perancangan sistem ini memiliki beberapa aspek pengujian dan pengukuran, diantaranya uji keandalan sistem operasi hanya gagal sebanyak 1 kali pada putaran *forward*, rangkaian sistem panel kendali PLC mikro beroperasi dalam kisaran arus 91-93 mA dengan daya maksimal sebesar 207,73 watt. Pengasutan bintang-segitiga arus hubung bintang sebesar 160,90 mA *forward* dan 160,88 mA *reverse*, dengan arus segitiga sebesar 421,25 mA *forward* dan 421,26 mA *reverse* dengan waktu asut 5 detik.

Kata kunci : LD-mikro, PIC16F877, *PICpgm*, PLC, PLC mikro.

ABSTRACT

Three phase induction motor is often used as an engine among plant. A control panel is used to start and stop the motor with ease, both conventional system or PLC (Programmable Logic Control). Induction motors have a large starting current of 5-7 times the nominal current. Methods are needed to solve the problem, namely by using the starting of star-triangle, but require installation much control circuit wiring. PLCmicro usage can reduce cabling requirements and reduce costs. The final task is to design and build a system of three-phase induction motor control star-triangle relationship bidirectional rotation using the PIC16F877 microcontroller IC type. To run the control system, it must first be made through a computer program with LD-micro software using programming languages ladder diagram and perform the transfer using software programs PICpgm. This PLCmicro interface using the relay to drive the contactor coil so that it can control the power circuit star-triangle. The result of this system design has several aspects of test and measurement, including testing the reliability of the operating system failed only 1 times in the round forward, the circuit system PLCmicro control panel operates in the range of 91-93 mA current with a maximum power of 207.73 watts. Starting of star-triangle-circuit current of 160.90 Save 160.88 mA mA forward and reverse, with the flow of the triangle at 421.25 421.26 mA mA forward and reverse with the switching time of 5 seconds.

Keywords: *LD-micro, PIC16F877, PICpgm, PLC, PLCmicro.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4

1.6 Keaslian Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Motor Induksi Tiga Fasa	10
2.2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa	11
2.2.3 Karakteristik <i>Starting</i> Motor Bintang-Segitiga	13
2.2.4 Terminal Motor 3 Phase dan Cara Penyambungan Bintang/Segitiga (<i>Star/Delta</i>)	16
2.3 PLC (<i>Programmable Logic Control</i>)	18
2.3.1 Pendahuluan	18
2.3.2 Bagian-bagian PLC	19
2.4 PLCmikro PIC16F877	21
2.4.1 Mikrokontroler PIC16F877	21
2.4.2 Bagian-bagian Mikrokontroler	22
2.4.3 Konfigurasi dan Fitur <i>Pin</i> PIC16F877	23
2.4.4 Modul Mikrokontroler	25
2.4.5 Modul <i>Input</i> Digital	26
2.4.6 Modul <i>Output</i> Digital	27
2.4.7 Modul Catu Daya	27
2.5 LD-mikro	28
2.6 Alat Pengendali	29

2.6.1	MCB (<i>Miniature Circuit Bracker</i>)	29
2.6.2	Kontaktor Magnet (<i>Magnetic Contactor</i>)	31
2.6.3	TOR (<i>Thermal Overload Relay</i>)	33
2.6.4	Lampu Indikator	35
2.6.5	<i>Push Button Switch</i>	35

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Bahan atau Materi Penelitian	37
3.2	Alat Penelitian	40
3.3	Langkah Penelitian	42
3.3.1.	Pembuatan Kotak Panel	43
3.3.2.	Penataan Blok Komponen	45
3.3.3.	Perancangan dan Pembuatan Rangkaian PLCmikro	45
a.	Rangkaian catu daya	46
b.	Rangkaian <i>input</i>	46
c.	Rangkaian komunikasi dan proses pentransferan ic	48
d.	Rangkaian minimum PLCmikro	50
e.	Rangkaian <i>buffer</i> dan <i>interface</i>	50
f.	Perancangan dan pembuatan PCB	52
3.3.4.	Perancangan dan penginstalasian rangkaian <i>power</i> dan kontrol	54
a.	Pengawatan rangkaian utama	54
b.	Pemrograman dan pengawatan rangkaian kontrol	56
3.3.5.	Penginstalasian Rangkaian Kontrol	61
3.4	Rancangan Penelitian	62

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Keandalan Sistem pada Rangkaian PLCmikro	63
4.1.1. Pengukuran Catu Daya	63
4.1.2. Pengujian Rangkaian <i>Interface Output</i>	65
4.1.3. Pengujian Rangkaian Kontrol	65
4.1.4. Pengujian Waktu Mikrokontroler PIC16F877	69
4.2 Pengasutan Bintang-Segitiga	70
4.3 Konsumsi Energi pada Sistem Rangkaian	71
4.3.1. Pengukuran Konsumsi Daya Rangkaian PLCmikro	71
4.3.2. Pengukuran Konsumsi Daya Rangkaian Kontrol secara Keseluruhan	74

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79

DAFTAR PUSTAKA	80
-----------------------------	----

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori Penggunaan Kontaktor Magnet Menurut IEC	33
Tabel 3.1	Data Komponen dan Bahan	37
Tabel 3.2	Data Peralatan	40
Tabel 3.3	Penentuan Terminal Komponen pada <i>Pin</i> IC PIC16F877	60
Tabel 4.1	Pengukuran Catu Daya Tanpa Beban	63
Tabel 4.2	Pengukuran Catu Daya Dengan Beban saat <i>Standby</i>	64
Tabel 4.3	Pengukuran Catu Daya Dengan Beban saat <i>Running</i>	64
Tabel 4.4	Pengukuran Rangkaian Piranti <i>Output</i>	65
Tabel 4.5	Tahapan Pengujian Sistem Rangkaian Kontrol	66
Tabel 4.6	Pengujian Keandalan Sistem Kerja PLCmikro	66
Tabel 4.7	Pengujian Waktu pada Mikrokontroler	70
Tabel 4.8	Spesifikasi Motor Induksi Tiga Fasa	71
Tabel 4.9	Pengukuran Arus Bintang-Segitiga	71
Tabel 4.10	Pengukuran Kinerja Sistem Rangkaian PLCmikro.....	73
Tabel 4.11	Pengukuran Unjuk Kerja Panel Pada Kondisi <i>Running Forward</i> ..	74
Tabel 4.12	Pengukuran Unjuk Kerja Panel Pada Kondisi <i>Running Reverse</i> ...	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penampang Motor Induksi Tiga Fasa	10
Gambar 2.2	Terjadinya Putaran pada Motor Induksi	12
Gambar 2.3	Sambungan Bintang	14
Gambar 2.4	Sambungan Segitiga	15
Gambar 2.5	(A) Karakteristik Arus-Kecepatan <i>Starting</i>	15
	(B) Karakteristik Torsi-Kecepatan <i>Starting</i>	15
Gambar 2.6	Penyambungan Terminal Motor Hubung Bintang	17
Gambar 2.7	Penyambungan Terminal Motor Hubung Segitiga	18
Gambar 2.8	Ilustrasi Konseptual Aplikasi PLC	19
Gambar 2.9	Sistem PLC	20
Gambar 2.10	Jalur Sinyal <i>Bus</i> Mikrokontroler	22
Gambar 2.11	Skema Rangkaian Pemrograman	24
Gambar 2.12	Konfigurasi <i>Pin</i> PIC16F877.....	25
Gambar 2.13	Rangkaian Standard Minimum PIC16F877	26
Gambar 2.14	Rangkaian Modul <i>Input</i>	26
Gambar 2.15	Rangkaian Modul <i>Output</i>	27
Gambar 2.16	Modul Catu Daya	28
Gambar 2.17	Tampilan dari LD-mikro	28
Gambar 2.18	MCB (<i>Miniature Circuit Bracker</i>)	30
Gambar 2.19	Kontaktor Magnet	32
Gambar 2.20	Kontak-Kontak pada Kontaktor Magnet	32

Gambar 2.21	TOR dalam Keadaan Normal	34
Gambar 2.22	TOR dalam Keadaan Beban Lebih	34
Gambar 2.23	Konstruksi <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR)	34
Gambar 2.24	Konstruksi Lampu Indikator	35
Gambar 2.25	Konstruksi Tombol Tekan NO (<i>Normally Open</i>)	36
Gambar 2.26	Konstruksi Tombol Tekan NC (<i>Normalli Close</i>).....	36
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 3.2	Pembuatan Kotak Panel	43
Gambar 3.3	Pintu Panel dan Komponennya	44
Gambar 3.4	Konstruksi Bagian Dalam Penempatan Komponen	44
Gambar 3.5	Desain Tata Letak Komponen	45
Gambar 3.6	Rangkaian Catu Daya Modifikasi	46
Gambar 3.7	Rangkaian <i>Input</i> Tombol Modifikasi	47
Gambar 3.8	Skema dan Rangkaian Komunikasi	48
Gambar 3.9	<i>Software PICpgm</i>	49
Gambar 3.10	Penyesuaian Pengaturan <i>Port</i> pada <i>Software</i> dan Komputer.....	49
Gambar 3.11	Rangkaian Sistem Minimum PIC16F877	50
Gambar 3.12	Rangkaian Modifikasi Sistem <i>Output</i> Pengontrol Komponen Tegangan AC 1 Fasa	51
Gambar 3.13	Rancangan PCB PLCmikro	54
Gambar 3.14	Proses Pembuatan PCB	54
Gambar 3.15	Rangkaian Utama	55
Gambar 3.16	Pengawatan Rangkaian Utama	56

Gambar 3.17 Rangkaian Kontrol Motor Bintang-Segitiga dalam Bentuk Konvensional	57
Gambar 3.18 Diagram Alir Pembuatan Program Kontrol Motor 3 Fasa Hubungan Bintang Segitiga 2 Arah Putaran	58
Gambar 3.19 <i>Ladder Diagram</i> PLCmikro Rangkaian Kontrol	59
Gambar 3.20 Rangkaian Kontrol	61
Gambar 3.21 Blok Diagram Rancangan Penelitian	62
Gambar 4.1 Penentuan Setting Waktu <i>Osilator</i> PLC	69
Gambar 4.2 Pengujian Motor Tanpa Beban.....	71
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai Pengukuran PLCmikro	73
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai Pengukuran Unjuk Kerja Panel Kondisi <i>Forward</i>	75
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai Pengukuran Unjuk Kerja Panel Kondisi <i>Reverse</i>	77

DAFTAR SINGKATAN

AC : *Alternating Current*

ADC : *Analog Digital Converter*

CPU : *Central Processing Unit*

DC : *Dirrect Current*

DOL : *Direct On Line*

HP : *Horse Power*

IC : *Integrated Circuit*

kW : *Kilo Watt*

LD : *Ladder Diagram*

LED : *Light Emithing Diodes*

mA : *Milli Ampere*

MCB : *Miniature Circuit Bracker*

MHz : *Mega Hertz*

NEMA: *National Electrical Manufactures Association*

NC : *Normally Close*

NO : *Normally Open*

PLC : *Programable Logic Control*

PLN : Perusahaan Listrik Negara

PWM : *Pulse Width Modulation*

RAM : *Random Access Memory*

TOR : *Thermal Overload Relay*



DAFTAR ISTILAH

<i>Ampere Meter</i>	: Alat ukur arus listrik
<i>Buzzer</i>	: Komponen penghasil bunyi bel
<i>Buffer</i>	: Komponen pembatas, penyekat atau osilasi
<i>Box Panel</i>	: Kotak pelindung komponen instalasi listrik
<i>Chip</i>	: Gabungan serangkaian komponen yang dibuat IC (<i>Integrated Circuit</i>).
<i>Coil</i>	: Gulungan kawat tembaga
<i>Controller</i>	: Pengendali
<i>Filter</i>	: Penyaring
<i>Ferit clouride</i>	: Cairan pelarut PCB
<i>Forward</i>	: Sebutan untuk arah kanan putaran motor induksi
<i>Ladder Diagram</i>	: Diagram tangga
<i>Input</i>	: Masukan
<i>Interface</i>	: Antar muka
<i>Layout</i>	: Skema jalur PCB
<i>Name Plate</i>	: Data untuk menunjukkan karakteristik motor
<i>Optocoupler</i>	: Komponen osilasi semikonduktor

<i>Output</i>	: Keluaran
<i>Overload</i>	: Beban lebih
<i>Overload Relay</i>	: Saklar beban lebih
<i>Pin</i>	: Sebutan untuk kaki komponen ic
<i>Port</i>	: Terminal hubung
<i>Power</i>	: Tenaga
<i>Push Button Switch</i>	: Saklar tombol tekan
<i>Regulator</i>	: Penstabil tegangan
<i>Relay</i>	: Saklar elektromagnetik
<i>Reverse</i>	: Sebutan untuk arah kiri putaran motor induksi
<i>Running</i>	: Kondisi rangkaian sedang beroperasi
<i>Standby</i>	: Kondisi rangkaian sedang tidak dioperasikan
<i>Starting</i>	: Memulai
<i>Star-Delta</i>	: Bintang-Segitiga
<i>Step-Down</i>	: Sebutan untuk trafo tegangan rendah
<i>Software</i>	: Perangkat lunak
<i>Timer</i>	: Penghitung waktu pada PLC
<i>Transformator</i>	: Trafo