



**PROTOTIPE SISTEM PROTEKSI PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA
DARI GANGGUAN *OVERHEATING* YANG DISEBABKAN BEBAN
LEBIH BERBASIS ESP32**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh :

Aa Laylatul Alfalaq

NIM : 40040619650075

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA
DARI GANGGUAN *OVERHEATING* YANG DISEBABKAN BEBAN
LEBIH BERBASIS ESP32**

Nama : Aa Laylatul Alfalaq

NIM : 40040619650075

DOSEN PEMBIMBING :



Ir. H. Saiful Manan, M. T.

Tanggal

NIP. 196104221987031001

Mengetahui

Ketua

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, ST. M.Kom

Tanggal

NIP. 197710012001121002

HALAMAN PENGESAHAN

**PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA
DARI GANGGUAN *OVERHEATING* YANG DISEBABKAN BEBAN
LEBIH BERBASIS ESP32**

Oleh:

Aa Laylatul Alfalaq

NIM: 40040619650075

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal:

Hari : Rabu

Tanggal : 17 Januari 2024

Penguji I



Drs. Eko Ariyanto, M.T.
NIP.196004051986021001

Penguji II



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001

Penguji III



Ir. H. Saiful Manan, M. T.
NIP. 196104221987031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.

NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aa Laylatul Alfalaq

NIM : 40040619650075

Program Studi : Diploma IV Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi

Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Judul Tugas Akhir : **PROTOTIPE SISTEM PROTEKSI PADA MOTOR
INDUKSI 3 FASA DARI GANGGUAN
OVERHEATING YANG DISEBABKAN BEBAN
LEBIH BERBASIS ESP32**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 17 Januari 2024

Aa Laylatul Alfalaq

40040619650075

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini disusun persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan lancar.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan semangat dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,
4. Bapak Ir. H. Saiful Manan, M. T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir
5. Bapak Yuniarto, S.T, MT, selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
7. Teman – Teman Angkatan 2019 Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan.

ABSTRAK

Sistem proteksi motor induksi tiga fasa dipasang untuk melindungi motor pada saat bekerja sehingga meminimalisir kerusakan yang diakibatkan dari gangguan-gangguan yang muncul. Sistem yang dibuat akan memberikan proteksi pada motor induksi 3 fasa ketika terjadi beban lebih dan kelebihan panas. Jika motor induksi tiga fasa dioperasikan dengan beban yang melebihi dari kemampuan motor tersebut, maka akan mengakibatkan motor tersebut mengalami kelebihan panas, dan dalam waktu tertentu akan mengakibatkan rusaknya isolasi kawat gulungan dan motor induksi tersebut akan rusak atau gulungan terbakar. Disamping itu jika motor induksi dioperasikan dengan beban yang berlebihan, maka suhu akan meningkat melebihi batasan normal, dan akibatnya bearing akan panas dan pelumas kering, dan berakibat bearing akan rusak yang kemudian juga akan mengakibatkan kerusakan pada gulungan motor listrik tersebut. Saat ini sistem proteksi motor induksi masih tergolong manual, maka diperlukan sebuah sistem proteksi otomatis sehingga dapat menjaga motor induksi tetap bekerja dan minim gangguan. Sistem ini menggunakan mikrokontroler, sensor arus dan sensor suhu. Modul Wifi sebagai transmisi data, relay SSR sebagai pemutus daya, serta blynk apps sebagai aplikasi pemonitornya karena memiliki keunggulan dan kemudahan dalam pengoperasiannya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Penelitian dan Pengembangan. Pengujian yang dilakukan adalah dengan kalibrasi sensor, dan uji kinerja sistem. Hasil pengujian yang didapatkan dari pengukuran manual dan yang ditampilkan pada android memiliki persentase error kurang lebih 1,85% pada uji coba keseluruhan alat.

Kata Kunci : Motor Induksi 3 fasa, Sistem Proteksi, Beban Lebih

ABSTRACT

A three-phase induction motor protection system is installed to protect the motor while it is working so as to minimize damage that occurs from disturbances that arise. The system created will provide protection to the 3-phase induction motor when overload and overheating occur. If a three-phase induction motor is operated with a load that exceeds the capacity of the motor, it will cause the motor to overheat, and within a certain time this will result in damage to the winding wire insulation and the induction motor will be damaged or the windings will burn. Apart from that, if an induction motor is operated with an excessive load, the temperature will increase beyond normal limits, and as a result the bearings will get hot and the lubricant will dry out, resulting in the bearings being damaged which will then also result in damage to the electric motor windings. If the induction motor protection system is still classified as manual, an automatic protection system is needed so that it can keep the induction motor working and minimize disturbances. This system uses a microcontroller, current sensor and temperature sensor. Wifi module as data transmission, SSR relay as power breaker, and blynk apps as monitoring application because they have advantages and ease of operation. The research method used is the Research and Development method. The tests carried out are sensor calibration and system performance testing. The test results obtained from manual measurements and displayed on Android have an error percentage of approximately 1.85% in the entire test of the tool.

Keywords: 3 phase induction motor, protection system, overload

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “PROTOTIPE SISTEM PROTEKSI PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA DARI GANGGUAN OVERHEATING YANG DISEBABKAN BEBAN LEBIH BERBASIS ESP32”.

Laporan pembuatan Tugas Akhir dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan pada Prrogram Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa laporan ini tidak dapat disusun tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat-Nya yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua yang telah memberi doa dan dukungan kepada penulis untuk selalu semangat dalam melaksanakan pembuatan Tugas Akhir serta menyelesaikan laporan ini.
3. Prof Dr. Ir.Budiyono, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Ir. H. Saiful Manan, M. T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Yuniarto, S.T, MT, selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
7. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

8. Teman-teman Angkatan 2019 Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri – Universitas Diponegoro yang telah berjuang bersama dan memberi bantuan baik semangat dan doa kepada penulis.
9. Keluarga penulis, Ismu Baikhaqi Murbiyanta dan Septian Indrayanto yang telah memberi bantuan dan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
10. Sahabat dan teman-teman lainnya, Muhammad Iqra Dwi Septian, Albany Bintang, Armadhan Bramantya, Aziiz Gemilang, Fauzi Jatmiko, Jefri Irjaya, Michael Nicholas Pakpahan, Priandito Mukti Ramadhan, dll yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
11. Devi Handayani, selaku pasangan yang telah memeberikan dukungan dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir
12. Serta seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar laporan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik. Semoga apa yang ada dalam laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembacanya

Semarang, 4 Desember 2023

Aa Laylatul Alfalaq

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | vi |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL..... | xvii |
| BAB I | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 5 |
| 1.3 Pembatasan Masalah | 5 |
| 1.4 Rumusan Masalah | 6 |
| 1.5 Tujuan | 6 |
| 1.6 Manfaat | 6 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 6 |
| BAB II..... | 8 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 8 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 9 |
| 2.2.1 Motor Induksi..... | 9 |
| 2.2.1.1 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa..... | 10 |
| 2.2.1.2 Karakteristik Motor Induksi Tiga Fasa | 13 |
| 2.2.1.3 Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa..... | 15 |
| 2.2.1.4 Rugi-rugi Daya pada Motor Induksi Tiga Fasa | 18 |
| 2.2.1.5 Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa | 19 |
| 2.2.1.6 Ketidakstabilan Tegangan..... | 21 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1.7 Gangguan Arus Lebih pada Motor Induksi Tiga Fasa | 21 |
| 2.2.1.8 Kenaikan Suhu dan Kelas Isolasi Motor Induksi Tiga Fasa | 22 |
| 2.2.2 Internet of Things (IoT) | 24 |
| 2.2.2.1 Cara Kerja Internet of Things | 25 |
| 2.2.3 Sensor Arus ACS712 | 26 |
| 2.2.3.1 Efek-Hall | 27 |
| 2.2.3.2 Pengukuran Tegangan Efek Hall | 27 |
| 2.2.4 DS18B20 Sebagai Sensor Suhu | 29 |
| 2.2.5 Mikrokontroler ESP32 DEVKIT V1 | 30 |
| 2.2.6 Solid State Relay (SSR) | 33 |
| 2.2.7 Catu Daya | 35 |
| 2.2.8 LCD 20X4 | 37 |
| 2.2.8.1 Stuktur Dasar LCD | 37 |
| 2.2.8.2 Penggunaan I2C pada LCD | 38 |
| 2.2.9 <i>Buzzer</i> | 39 |
| 2.2.10 <i>Push Button</i> | 39 |
| 2.2.11 LED | 40 |
| 2.2.12 <i>Relay</i> | 40 |
| 2.2.13 Step Down LM2596 | 42 |
| 2.2.13.1 Cara kerja LM2596 | 44 |
| 2.2.14 Generator Sinkron | 45 |
| 2.2.14.1 Prinsip Kerja Generator Sinkron | 45 |
| 2.2.14.2 Persamaan Gerak Generator | 46 |
| BAB III | 48 |
| 3.1 Perancangan Perangkat Keras | 48 |
| 3.2 <i>Wiring Diagram</i> | 50 |
| 3.3 Perancangan Perangkat Lunak | 55 |
| BAB IV | 58 |
| 4.1 Prosedur Pembuatan Tugas Akhir | 58 |
| 4.2 Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) | 59 |
| 4.3 Pembuatan Bagian Mekanik | 62 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.1 Perencanaan Bagian Mekanik | 62 |
| 4.3.2 Pembuatan Box | 62 |
| 4.4 Pembuatan Perangkat Elektronika | 62 |
| 4.4.1 Perencanaan Rangkaian | 62 |
| 4.4.2 Pemasangan Komponen | 63 |
| 4.4.3 Proses Perakitan Rangkaian | 64 |
| 4.5 Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) | 67 |
| 4.5.1 Pembuatan Program Arduino IDE | 67 |
| 4.5.2 Pembuatan Program Platform Blynk | 69 |
| BAB V..... | 74 |
| 5.1 Pengukuran dan Pengujian Alat | 74 |
| 5.1.1 Tujuan Pengukuran dan Pengujian Alat..... | 74 |
| 5.1.2 Peralatan Yang Digunakan..... | 74 |
| 5.1.3 Prosedur Pengukuran dan Pengujian..... | 76 |
| 5.1.4 Pengukuran Alat..... | 76 |
| 5.1.4.1 Pengukuran dan Analisa Rangkaian Catu Daya..... | 77 |
| 5.1.4.2 Pengukuran dan Analisa Relay | 77 |
| 5.1.5 Pengujian Fungsional Alat | 78 |
| 5.1.5.1 Pengujian Sensor Arus ACS712 | 78 |
| 5.1.5.2 Pengujian Sensor Suhu DS18B20..... | 80 |
| 5.1.5.3 Pengujian BLYNK..... | 83 |
| 5.1.6 Pengujian Keseluruhan Alat..... | 86 |
| 5.1.6.1 Pengujian Prototipe pada Motor Induksi Tanpa Beban | 87 |
| 5.1.6.2 Pengujian Prototipe pada Motor Induksi Beban Alternator..... | 90 |
| BAB VI | 93 |
| 6.1 Kesimpulan | 93 |
| 6.2 Saran..... | 93 |
| DAFTAR PUSTAKA | 94 |
| LAMPIRAN..... | 96 |
| Lampiran 1 DATASHEET DS18B20..... | 96 |
| Lampiran 2 DATASHEET ACS712..... | 97 |

| | |
|----------------------------------------------|-----|
| Lampiran 3 Desain 3D Prototipe | 98 |
| Lampiran 4 Foto Tampak Dalam Prototipe | 99 |
| Lampiran 5 Wiring Prototipe | 99 |
| Lampiran 6 Pemrograman ESP32..... | 100 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 | Bentuk fisik motor induksi 3 fasa..... | 10 |
| Gambar 2. 2 | Gambaran umum konstruksi motor induksi 3 fasa..... | 10 |
| Gambar 2. 3 | Penampang stator motor induksi | 11 |
| Gambar 2. 4 | Penampang rotor kutub silinder..... | 12 |
| Gambar 2. 5 | Penampang rotor kutub menonjol..... | 13 |
| Gambar 2. 6 | Karakteristik kecepatan motor induksi tiga fasa..... | 13 |
| Gambar 2. 7 | Hukum tangan kiri | 14 |
| Gambar 2. 8 | Medan putar motor induksi..... | 15 |
| Gambar 2. 9 | Diagram sinusodial fluks pada kumparan motor induksi | 16 |
| Gambar 2. 10 | Ilustrasi rugi-rugi daya pada motor induksi..... | 18 |
| Gambar 2. 11 | Ilustrasi Aliran Aktif Motor Induksi..... | 19 |
| Gambar 2. 12 | Insulation Class and Temperature Rise Motor Induksi | 23 |
| Gambar 2. 13 | Cara kerja IoT | 25 |
| Gambar 2. 14 | Konfigurasi pin sensor arus ACS712 | 27 |
| Gambar 2. 15 | Rangkaian pengukuran tegangan hall..... | 28 |
| Gambar 2. 16 | Sensor suhu DS18B20 | 30 |
| Gambar 2. 17 | Koneksi DS18B20 ke mikrokontroler | 30 |
| Gambar 2. 18 | ESP32 DEVKIT V1..... | 31 |
| Gambar 2. 19 | Pin pada Esp32 Devkit V1..... | 31 |
| Gambar 2. 20 | Rangkaian SSR (a) dan Contoh rangkaian pemakaian Relay (b) . | 33 |
| Gambar 2. 21 | Bentuk Fisik SSR..... | 35 |
| Gambar 2. 22 | Rangkaian Power supply 5VDC..... | 36 |
| Gambar 2. 23 | LCD 20 X 4 | 37 |
| Gambar 2. 24 | I2C pada LCD..... | 38 |
| Gambar 2. 25 | Bentuk Buzzer (a) dan Rangkaian Buzzer (b)..... | 39 |
| Gambar 2. 26 | Bentuk Push button dan Contoh pemakaian Push Button | 40 |
| Gambar 2. 27 | Bentuk LED dan Rangkaian Pemakaian LED..... | 40 |
| Gambar 2. 28 | Simbol dan cara kerja relay | 41 |
| Gambar 2. 29 | Rangkaian relay | 41 |
| Gambar 2. 30 | Transistor | 42 |
| Gambar 2. 31 | LM2596 | 43 |
| Gambar 2. 32 | Rangkaian LM2596 | 43 |
| Gambar 2. 33 | Bentuk fisik alternator | 45 |
| Gambar 2. 34 | Persamaan Gerak Generator | 46 |
| Gambar 3. 1 | Diagram blok perancangan perangkat keras..... | 48 |
| Gambar 3. 2 | Skematik rangkaian | 50 |
| Gambar 3. 3 | Rangkaian 5V ke 3,3V..... | 52 |
| Gambar 3. 4 | Rangkaian DS18B20 | 52 |
| Gambar 3. 5 | Rangkaian Push Button | 53 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 6 Rangkaian Relay | 53 |
| Gambar 3. 7 Tampak depan..... | 54 |
| Gambar 3. 8 Tampak samping kiri | 54 |
| Gambar 3. 9 Tampak samping kanan | 55 |
| Gambar 3. 10 Tampak dalam | 55 |
| Gambar 3. 11 Flowchart program sistem proteksi | 56 |
| Gambar 4. 1 Flowchart pembuatan tugas akhir..... | 58 |
| Gambar 4. 2 Rancangan peletakan modul tugas akhir | 62 |
| Gambar 4. 3 Pemasangan komponen pada PCB | 63 |
| Gambar 4. 4 Hasil penyambungan komponen menggunakan solder | 64 |
| Gambar 4. 5 Pemasangan komponen pada tutup box..... | 64 |
| Gambar 4. 6 Merakit kabel pada tutup box | 65 |
| Gambar 4. 7 Memasang semua komponen pada box | 66 |
| Gambar 4. 8 Merakit kabel pada box | 66 |
| Gambar 4. 9 Uji coba rangkaian..... | 67 |
| Gambar 4. 10 Membuka aplikasi Arduino IDE..... | 68 |
| Gambar 4. 11 Memilih board | 68 |
| Gambar 4. 12 Mengetik program keseluruhan | 69 |
| Gambar 4. 13 Tampilan awal Website Blynk..... | 69 |
| Gambar 4. 14 Tampilan Dashboard Blynk..... | 70 |
| Gambar 4. 15 Pengiriman kode untuk verifikasi melalui Email | 70 |
| Gambar 4. 16 Gambar tampilan awal Website Blynk | 71 |
| Gambar 4. 17 Membuat Template pada Blynk..... | 71 |
| Gambar 4. 18 Tampilan pemberian Datastream pada Blynk..... | 72 |
| Gambar 4. 19 Menu event dan pemberian notifikasi pada Blynk | 72 |
| Gambar 4. 20 Setting Notifikasi Blynk | 73 |
| Gambar 4. 21 Tampilan Web Dashboard Blynk | 73 |
| Gambar 5. 1 Grafik perbandingan sensor DS18B20 dengan Thermometer..... | 83 |
| Gambar 5. 2 Tampilan web blynk pada pembacaan inputan sensor | 84 |
| Gambar 5. 3 Tampilan aplikasi blynk pada pembacaan inputan sensor..... | 84 |
| Gambar 5. 4 Notifikasi pada Blynk | 85 |
| Gambar 5. 5 Kontrol motor dengan Blynk | 85 |
| Gambar 5. 6 Nameplate motor induksi 3 fasa | 86 |
| Gambar 5. 7 Diagram blok pengujian tanpa beban | 88 |
| Gambar 5. 8 Rangkaian daya pengujian motor tanpa beban | 88 |
| Gambar 5. 9 Diagram blok pengujian motor induksi 3 fasa berbeban..... | 90 |
| Gambar 5. 10 Rangkaian daya pengujian motor beban alternator | 91 |

DAFTAR TABEL

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Metode Pengukuran Efisiensi Motor Induksi IEEE..... | 20 |
| Tabel 4. 1 Alat yang digunakan..... | 60 |
| Tabel 4. 2 Bahan yang dibutuhkan..... | 61 |
| Tabel 5. 1 Pengukuran input dan output Catu daya / Power supply..... | 77 |
| Tabel 5. 2 Hasil pengukuran tegangan input dan output rangkaian relay..... | 78 |
| Tabel 5. 3 Hasil percobaan sensor arus ACS172..... | 79 |
| Tabel 5. 4 Hasil percobaan sensor suhu DS18B20..... | 80 |
| Tabel 5. 5 Hasil pengujian arus pada motor induksi tanpa ada beban..... | 89 |
| Tabel 5. 6 Hasil pengujian arus pada motor induksi dengan beban..... | 92 |
| Tabel 5. 7 Pengujian modifikasi suhu..... | 93 |