



**PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN DAN PERINGATAN
GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER
MENGUNAKAN NOTIFIKASI SMS**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : ADRIAN ISPIANDA DAULAY
N. P. M : 1924210137
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2021**

**PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN DAN PERINGATAN
GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER
MENGUNAKAN NOTIFIKASI SMS**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH

NAMA : ADRIAN ISPIANDA DAULAY
N. P. M : 1924210137
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Adisastra P. Tarigan, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II



Muhammad Rizki Syahputra, S.T., M.T.

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Sains & Teknologi



Hamdani, S.T., M.T.

Ketua Program Studi



Siti Anisah, S.T., M.T.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Denngan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya dan pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, April 2021



Adrian Ispianda Daulay

1924210137

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika universitas pembangunan panca budi, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adrian Ispianda Daulay

NPM : 1924210137

Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Sains & Teknologi

Jenis Karya : Skripsi

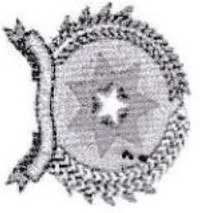
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi Ilak Bebas Royalti Nonekklusif (Non-exclusive Royalty-free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul **Perancangan Sistem Pengaman dan Peringatan gangguan beban lebih pada Transformator Distribusi berbasis Mikrokontroler menggunakan Notifikasi SMS**, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-medial alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (databac), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.



Medan, April 2021

Adrian Ispianda Daulay

1924210137



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808

MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancebudiac.id - Email : admin@pancebudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ADRIAN ISPIANDA DAULAY

NPM : 1924210137

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang Pendidikan : Strata Satu

Dosen Pembimbing : Adisastro Pengalaman Tarigan, S.T., M.T

Judul Skripsi : PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN DAN PERINGATAN GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
23 November 2020	acc seripro	Disetujui	
19 April 2021	parbaiki cara penulisan sesuaikan dengan panduan materi pedé bab 2 olitambah dengan materi yang bersumber dari jurnal sebagai bahan referensi tambahan dan pembandingan	Revisi	
21 April 2021	lanjutkan ke bab 3	Revisi	
24 April 2021	lanjutkan ke bab 4	Revisi	
27 April 2021	peda bab 4 lengkapi dengan proses kerja masing-masing peralatan saat pelaksanaan pengujian	Revisi	
27 April 2021	lanjutkan ke bab 5 dan kelengkapan daftar pustaka	Revisi	
28 April 2021	acc seminar hasil	Disetujui	
03 Juli 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui	
02 Oktober 2021	acc jkt	Disetujui	

Medan, 13 Oktober 2021

Dosen Pembimbing,





YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

Jl. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax: (061) 4514808
MEDAN - INDONESIA
Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ADRIAN ISPIANDA DAULAY
NPM : 1924210137
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT
Judul Skripsi : PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN DAN PERINGATAN GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
23 November 2020	Acc sempit	Disetujui	
28 April 2021	Acc seminar hasil	Disetujui	
03 Juli 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui	
04 Oktober 2021	Acc jilid	Disetujui	

Medan, 13 Oktober 2021

Dosen Pembimbing,



Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT



**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO. BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ABSTREKTUP	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR*

yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap

Nama Tgl. Lahir

Alamat Pokok Mahasiswa

Program Studi

Kejuruan

Nilai Kredit yang telah dicapai

Alamat

ingin mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut

: ADRMAN (SPIANDA DAULAY

: MEDAN / 13 September 1997

: 1924210137

: Teknik Elektro

: Teknik Energi Listrik

: 128 SKS, IPK 3,45

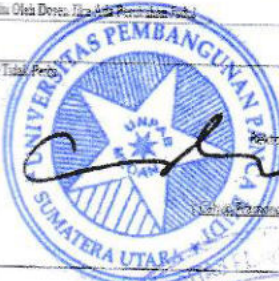
: 081260460622

Judul

PERANCANGAN SISTEM PENGELOMPOKAN DAN PERINGATAN GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN METODE FUZZY

Ditinjau Oleh Dosen. (Nama dan Peringkat)

Disetujui Oleh



Medan, 13 Desember 2020

(Adriana Spiannda Daulay)

Tanggal :
Dibaca oleh :
Dosen Pembimbing I :

(Adharkya Permalaman Tarigan, S.T., M.T.)

Tanggal :
Dibaca oleh :
Dosen Pembimbing II :

(Muhammad Rizki Sialangina, ST., MT.)

No. Dokumentasi: FM-UPB-18-02

Revisi: 0

Tgl. Eff: 22 Oktober 2018

Sumber dokumen: <http://mahasiswa.panrabudi.ac.id>

Dicetak pada: Minggu, 13 Desember 2020 16:10:42

SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir/ Skripsi/Tesis selama masa pandemi Covid-19 sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online

Demikian disampaikan.

NB: Segala penyalahgunaan/pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



Katonga, BA, MSc

No. Dokumen : PM-UFMA-Go-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------

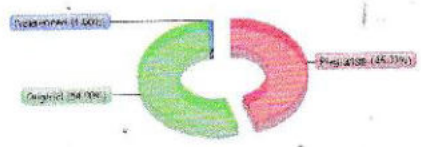
Analysed Document: ADRIAN ISPIANDA DAULAY_1924210137_TEKNIK ELEKTRO.docx Licensed to: Univereitas Pembangunan Panca Budi_License02

- Copying in Phases: **Rewrite** • Deleted language
- Check type: **Internet Check**



Deteksi monumen copy and paste

- **Internet check**





YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
LABORATORIUM ELEKTRO
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambing Telp. 061-8459571
Medan - 20122

KARTU BEBAS PRAKTIKUM
Nomor. 35/BL/LTPE/2021

Standar yang tertera di bawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa

Nama : ADRIAN ISPIANDA DAULAY
NIM : 1924210137
Semester : Akhir
Jurusan : SAINS & TEKNOLOGI
Prodi : Teknik Elektro

telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 15 Juli 2021
Ka. Laboratorium

[Approve By System]
D T O
Hamdani, S.T., M.T.





YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

SURAT BEBAS PUSTAKA
NOMOR: 16/PERP/BP/2021

Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan
saudara/i:

: ADRIAN ISPIANDA DAULAY

: 1924210137


Semester : Akhir

as : SAINS & TEKNOLOGI

Prodi : Teknik Elektro

sannya terhitung sejak tanggal 08 Juli 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus
gi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 08 Juli 2021
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan


Rahmad Budi Utomo, ST.,M.Kom

Dokumen: FM-PERPUS-06-01

isi : 01

Efektif : 04 Juni 2015

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **ADRIAN ISPIANDA DAULAY**
Tempat/Tgl. Lahir : **MEDAN / 13 09 - 1997**
Nama Orang Tua : **IR. HARDIN HAMDAN DAULAY**
N. P. W. : **1924210137**
Fakultas : **SAINS & TEKNOLOGI**
Program Studi : **Teknik Elektro**
No. Hp : **081260460632**
Alamat : **Jl. Karya Kasih Komplek Bukit Jabor Blok A No.3**

Daftar permohonan kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikut Ujian Meja Hijau dengan judul **PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN DAN PERINGATAN GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BEBAS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN NOTIFIKASI SMS**, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKU yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah mengisi keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
6. Terlampir foto copy STTB SLIDA dikegaster 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir permohonan konfirmasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah di jilid lux 2, examplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 examplar untuk cengkuh (bentuk dan warna penyjidkan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangan dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan judul Skripsi)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkes di masukan keagakan MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan rincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
Total Biaya	: Rp.	2,750,000

Ukuran Toga : **XXXXL**

Disediakan/Disediakan oleh :

Hormat saya



HANDIKAH, S.T., MT.
Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI



ADRIAN ISPIANDA DAULAY
1924210137

DAFTAR ISI

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila :
 - a. Telah dicopy Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNEP8 Medan.
 - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk : Fakultas - untuk SPAA (sasi) - Mhs./Yhs.

**PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN DAN PERINGATAN
GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER
MENGUNAKAN NOTIFIKASI SMS**

Adrian Ispianda Daulay*

Adisastra P. Tarigan, S.T., M.T.**

Muhammad Rizky Syahputra, S.T., M.T.**

Universitas Pembangunan Pancabudi

ABSTRAK

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik. sistem distribusi biasanya sangat sering terjadi kelebihan beban pada transformator dan terjadi tidak sesuai dengan beban yang terpasang dengan kapasitas transformator. situasi seperti ini sangat berpengaruh terhadap kemampuan transformator saat mengalirkan energi listrik ke beban karena transformator di paksa selalu bekerja dalam keadaan beban tinggi maupun rendah. Dalam skripsi ini, akan dibuat sebuah Sistem pengaman dan peringatan gangguan beban lebih pada transformator distribusi berbasis mikrokontroler menggunakan notifikasi sms yang bertujuan untuk mengamankan transformator distribusi jika terjadi beban lebih dan mengirimkan notifikasi berupa sms kepada operator saat terjadi beban lebih.

Kata kunci : *Transformator Distribusi, Mikrokontroler, Beban Lebih, SMS*

*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro
adriandaulay97@gmail.com

*Dosen Program Studi Teknik Elektro

**DESIGN OF SAFETY SYSTEM AND OVERLOAD
INTERFERENCE WARNING ON MICROCONTROLLER-
BASED DISTRIBUTION TRANSFORMERS USING SMS
NOTIFICATIONS**

Adrian Ispianda Daulay*

Adisastra P. Tarigan, S.T., M.T.**

Muhammad Rizky Syahputra, S.T., M.T.**

University of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Distribution system is one of the systems in electric power that has an important role because it is directly related to electric energy users. distribution systems usually very often occur overloaded on the transformer and there is an incompatible load attached to the capacity of the transformer. Such situations greatly affect the ability of transformers when draining electrical energy is burdened because the transformer in force always works in a state of high and low load. In this thesis, there will be a safety system and more load disruption warning on microcontroller-based distribution transformers using sms notifications that aim to secure the distribution transformer in case of more load and send sms notifications to operators when more load occurs.

Kata kunci : *Distribution Transformers, Microcontrollers, Over Load, SMS*

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro
adriandaulay97@gmail.com

*Dosen Program Studi Teknik Elektro

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ **PERANCANGAN SISTEM PENGAMAN DAN PERINGATAN GANGGUAN BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN NOTIFIKASISMS**” tepat pada waktunya.

Selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.H.M.Isa Indrawan, SE.,MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Pak Hamdani, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah, S.T.,M.T selaku Ketua Prodi Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.
5. Bapak Muhammad Rizky Syahputra, S.T., M.T.selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta staff pegawai Fakultas Sains dan Teknologi khususnya Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
7. Orang tua tercinta, Ayahanda Ir. Hardin Hamdan Daulay dan Ibunda Ir. Aida Khairani yang telah memberikan segalanya hingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Teman – teman kelas Reg II LA Malam.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada laporan Skripsi ini, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, khususnya pembaca.

Medan, April 2021



Adrian Ispianda Daulay
1924210137

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metode Pengumpulan Data.....	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Transformator	4
2.1.1. Jenis-jenis Transformator.....	5
2.1.2. Konstruksi Transformator.....	7
2.1.3. Rugi-rugi Pada Transformator	10
2.1.4. Gulungan Kawat Pada Kumparan Trafo.....	12
2.1.5. Cara Kerja Transformator	15
2.1.6. Daya Transformator.....	17
2.1.7. Efisiensi Transformator	18
2.1.8. Arus Nominal	19
2.1.9. Arus Lebih (Over Current).....	19
2.2 Arus Listrik	20
2.3 SMS (Short Message Service)	20
2.4.1. Pengertian Current Transformer.....	21
2.4.2. Fungsi Current Transformer.....	21

2.5 Mikrokontroler	22
2.5.1. Arduino Uno	23
2.5.2. Board Arduino Uno	24
2.5.3. spesifikasi Arduino Uno	29
2.5.4. Software Arduino Uno.....	30
2.5.5. Bahasa Pemrograman Arduino Berbasis Bahasa C.....	31
2.5.6. Sumber Daya	33
2.5.7. Konfigurasi Pin Arduino Uno.....	34
2.6 Kontaktor.....	36
2.6.1. Pengertian Kontaktor	36
2.6.2. Prinsip Kerja Kontaktor	36
2.6.3. Identifikasi Terminal.....	37
2.7 Relay	38
2.8 LCD	39
2.8 SIM 800L	42
2.8.1. AT-Command untuk Modem GSM	42
2.8.2. Spesifikasi SIM800L	43
2.8.3. Sistem Kerja SIM800L	44
2.9 Handphone.....	45
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	46
3.1 Langkah-langkah Perencanaan.....	46
3.2 Diagram Blok Sistem	47
3.3 Diagram Alir (Flow Chart)	48
3.4 Perancangan Alat.....	50
3.4.1 Arduino Uno.....	51
3.4.2 Sensor Arus	54

3.4.3 Relay.....	55
3.4.5 Kontaktor	57
3.4.6 LCD	57
3.5 Rangkaian Keseluruhan Sistem.....	58
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA	60
4.1 Pengujian CT	61
4.2 Pengujian SIM800L	62
4.3 Pengujian Arduino.....	65
4.4 Pengujian LCD.....	67
4.5 Pengujian Relay dan Kontaktor	69
4.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Transformator Distribusi.....	5
Gambar 2. 2 Skema Trafo Step Up	6
Gambar 2. 3 Skema Trafo Step Down	6
Gambar 2. 4 Konstruksi dan Simbol Transformator	7
Gambar 2. 5 Inti Besi Berlapis Pada Transformator	9
Gambar 2. 6 Cara Menghubungkan Lapisan Inti Besi Pada Trafo.....	9
Gambar 2. 7 Gulungan Searah & Gulungan Berlawanan	13
Gambar 2. 8 Board Arduino Uno	24
Gambar 2. 9 Konfigurasi Pin Arduino Uno	34
Gambar 2. 10 Kontaktor	36
Gambar 2. 11 Terminal Pada Kontaktor.....	37
Gambar 2. 12 Relay	38
Gambar 2. 13 LCD.....	41
Gambar 2. 14 SIM800L	42
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem.....	47
Gambar 3.2 Diagram Alir (Flow Chart)	49
Gambar 3.3 Port Arduino Uno	51
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Arus Pada Arduino Uno	54
Gambar 3. 5 Rangkaian Relay pada Arduino Uno.....	55
Gambar 3. 7 Kontaktor	57
Gambar 3. 8 Rangkaian LCD pada Arduino Uno	58
Gambar 3.9 Rangkaian Keseluruhan Sistem	59
Gambar 4.1 Nilai Arus 2 Beban Lampu Pijar 60 Watt dan 25 watt.....	61
Gambar 4.2 Notifikasi SMS pada saat peringatan & arus terdeteksi.....	63
Gambar 4.3 Notifikasi SMS pada saat peringatan & arus terdeteksi.....	64
Gambar 4.4 Notifikasi SMS pada saat peringatan & arus terdeteksi.....	65
Gambar 4.5 Skecth Arduino Uno	66
Gambar4.6 Pengujian LCD	68
Gambar4.8 Pengujian Relay & Kontaktor dalam kondisi ON.....	70
Gambar4.8 Pengujian Relay & Kontaktor dalam kondisi OFF.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno	29
Tabel 2. 2 Konfigurasi Pin Arduino Uno	35
Tabel 2. 3 AT-Command Untuk Modem GSM.....	43
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan	71

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Transformator adalah suatu alat listrik yang digunakan untuk mentransformasikan daya atau energi listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika.

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Didalam sistem distribusi terdapat beberapa komponen yang tidak dapat dipisahkan yang kegunaannya sangat vital.

Pada sistem distribusi biasanya sering kali terjadi kelebihan beban pada transformator tersebut dan terjadi ketidak sesuai antara beban yang terpasang dengan kemampuan atau kapasitas transformator. Keadaan seperti ini berpengaruh besar terhadap kehandalan transformator dalam menyalurkan energi listrik ke beban-beban karena transformator di tuntut untuk selalu bekerja pada beban tinggi maupun rendah. Transformator juga dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi. Mengingat kerja keras dari

transformator dan untuk menjaga daya tahan fungsi dari peralatan tersebut, maka beban transformator sebaiknya tidak melebihi kapasitasnya.

1.2. Rumusan Masalah

permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini adalah:

- 1). Bagaimana cara merancang dan membuat sistem pengaman dan peringatan transformator distribusi dari beban lebih menggunakan notifikasi sms?
- 2). Bagaimana cara kerja dari sistem pengaman dan peringatan transformator distribusi dari beban lebih menggunakan notifikasi sms?

1.3. Batasan Masalah

pembahasan dan penulisan penelitian ini, penulis membatasi permasalahan pada ruang lingkup :

- 1). Cara kerja dari sistem pengaman beban lebih dan peringatan transformator distribusi menggunakan notifikasi sms

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan pengerjaan dari penelitian adalah untuk mengetahui tujuan praktis secara tujuan teori.

Adapun tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah :

- 1). Merancang dan membuat sistem pengaman dan peringatan beban lebih pada transformator distribusi.

- 2). Merancang dan membuat sistem pengaman dan peringatan pada saat keadaan beban lebih transformator menggunakan sms dimana saat terjadi beban lebih akan mengirimkan informasi melalui sms

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

- 1). Sebagai alat bantu bagi manusia dalam mencegah kerusakan pada Trafo Distribusi.
- 2). Mahasiswa dan mahasiswi dapat menambah pengetahuan dan wawasan dalam melaksanakan skripsi.

1.6. Metode Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan realisasi penelitian penulis memperoleh data dan masukan dengan:

- 1). Metode Pustaka yaitu dengan cara mencari buku referensi yang berhubungan dengan judul penelitian yang dibahas baik di perpustakaan, toko buku maupun melalui internet.
- 2). Melakukan konsultasi dan meminta arahan atau bimbingan dari dosen pembimbing serta meminta saran kepada orang yang mengetahui tentang penelitian ini.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Transformator

Transformator atau Trafo adalah salah satu peralatan listrik yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan. Trafo bekerja berdasarkan prinsip medan elektromagnetik dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya.

Pada umumnya transformator terdiri atas sebuah inti yang terbuat dari besi berlapis, dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder yang bersifat induktif. Rasio perubahan tegangan akan bergantung pada rasio jumlah lilitan pada kedua kumparan tersebut, pada umumnya kumparan terbuat dari tembaga yang dibelitkan pada sekeliling kaki inti transformator.

Penggunaan transformator yang sangat sederhana dan andal merupakan salah satu alasan penting dalam pemakaiannya dalam penyaluran tenaga listrik bolak-balik, karena arus bolak-balik sangat banyak digunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Pada penyaluran tenaga listrik arus bolak-balik terjadi kerugian I^2R watt. Kerugian ini akan banyak berkurang apabila tegangan dinaikkan

setinggi mungkin. Dengan demikian maka saluran saluran transmisi tenaga listrik senantiasa mempergunakan tegangan yang lebih tinggi.



Gambar 2. 1 Transformator Distribusi

Sumber: Djukarna, 2020

2.1.1. Jenis-jenis Transformator

Pada trafo yang kita temui umumnya memiliki 2 kumparan kawat yaitu kumparan primer dan sekunder, sedangkan pada tengah trafo disebut inti trafo. Berikut ini jenis-jenis trafo atau transformator:

2.1.1.1. Trafo Step Up

Trafo ini mempunyai lilitan sekunder yang banyak jika di bandingkan dengan lilitan pada primer, trafo ini dapat menaikkan tegangan, biasanya trafo ini dapat untuk pembangkit listrik untuk menaikkan tegangan.



Gambar 2. 2 Skema Trafo Step Up
Sumber: Azzahra, 2021

2.1.1.2. Trafo Step Down

Trafo ini hanya mempunyai jumlah lilitan sekunder yang sedikit dari jumlah lilitan primernya, dan mempunyai fungsi untuk menurunkan tegangan



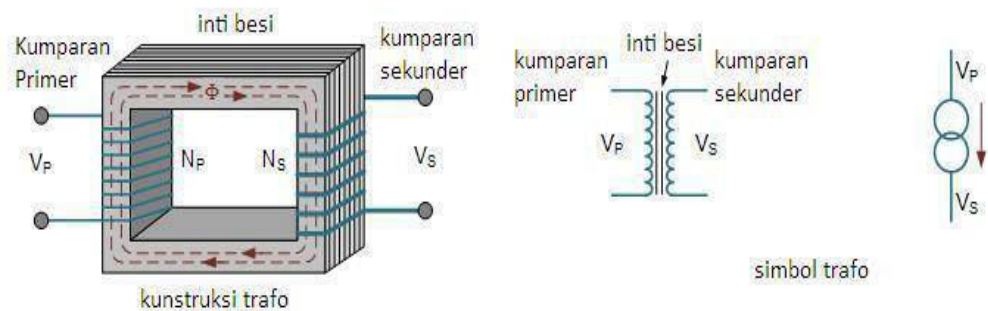
Gambar 2. 3 Skema Trafo Step Down
Sumber: Azzahra, 2021

2.1.1.3. AutoTransformer

Jenis trafo ini hanya memiliki satu jumlah lilitan, dalam trafo ini sebagian lilitan primer di sebut juga sebagai lilitan sekunder. Dalam lilitan arus sekunder selalu menghadap ke arus primer. Menggunakan trafo ini mempunyai keuntungan karna mempunyai bentuk yang kecil dan performa yang dihasilkan lebih bagus dari pada yang mempunyai jumlah dua lilitan.

2.1.2. Konstruksi Transformator

Transformator sering juga disebut trafo memiliki konstruksi dan simbol seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 2. 4 Konstruksi dan Simbol Transformator

Sumber: Djukarna, 2020

Keterangan:

N_P : jumlah lilitan primer

N_s : jumlah lilitan sekunder

V_P : tegangan primer

V_s : tegangan sekunder

Sebuah trafo terdiri dari kumparan dan inti besi. Biasanya terdapat 2 buah kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kedua kumparan ini tidak berhubungan secara fisik tetapi dihubungkan oleh medan magnet. Untuk meningkatkan induksi magnetik antara 2 kumparan maka ditambahkan inti besi seperti pada gambar 2.4

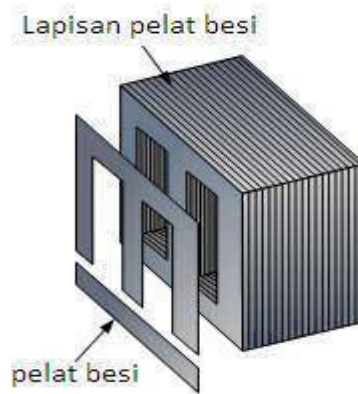
Inti besi pada Trafo dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

- 1). Inti besi tipe Shell (Shell Core Transformator)
- 2). Inti besi tipe tertutup (Closed Core Transformator)

Pada trafo dengan inti besi berbentuk shell, kumparan dikelilingi oleh inti besi. Fluks magnetik pada inti besi tipe shell akan terbelah dua. Sementara kumparan primer dan kumparan sekunder digulung bersamaan. Untuk trafo yang memiliki inti besi tipe tertutup. Tidak ada pembagian fluks magnetik.

Kumparan primer dan kumparan sekunder terpisah dan dihubungkan dengan inti besi.

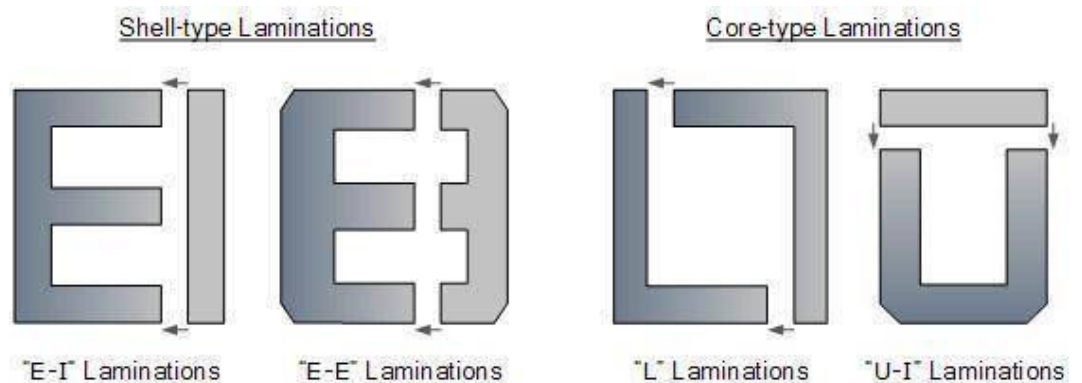
Inti besi trafo tidak dibuat berbentuk besi tunggal, tetapi dibuat dari pelat besi yang berlapis. Bentuk lapisan pelat besi pada inti trafo dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 5 Inti Besi Berlapis Pada Transformator

Sumber: Djukarna, 2020

Cara menghubungkan lapisan inti besi juga bermacam-macam. Beberapa cara yang umum digunakan dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 6 Cara Menghubungkan Lapisan Inti Besi Pada Trafo

Sumber: Djukarna, 2020

2.1.3. Rugi-rugi Pada Transformator

Pada kenyataannya, tidak ada transformator yang ideal. Hal ini karena pada

Transformator selalu ada rugi-rugi antara lain sebagai berikut:

1). Rugi-rugi Histerisis (Hysteresis Losses)

Kerugian histerisis disebabkan oleh gesekan molekul yang melawan aliran gaya magnet di dalam inti besi. Gesekan molekul dalam inti besi ini menimbulkan panas. Panas yang timbul ini menunjukkan kerugian energi, karena sebagian kecil energi listrik tidak dipindahkan, tetapi diubah bentuk menjadi energi panas. Panas yang tinggi juga dapat merusak trafo, sehingga pada trafo – trafo transmisi daya listrik ukuran besar, harus didinginkan dengan media pendingin. Umumnya digunakan minyak khusus untuk mendinginkan trafo ini. Sebuah trafo didesain untuk bekerja pada rentang frekuensi tertentu. Menurunnya frekuensi arus listrik dapat menyebabkan meningkatnya rugi-rugi histerisis dan menurunkan kapasitas (VA) trafo.

2). Rugi-rugi Eddy Current (Eddy Current Losses)

Kerugian karena Eddy current disebabkan oleh aliran sirkulasi arus yang menginduksi logam. Ini disebabkan oleh aliran fluk magnetik disekitar inti besi. Karena inti besi trafo terbuat dari konduktor (umumnya besi lunak), maka arus Eddy yang menginduksi inti besi akan semakin besar. Eddy current dapat menyebabkan kerugian daya pada sebuah trafo karena pada saat terjadi induksi arus listrik pada inti

besi, maka sejumlah energi listrik akan diubah menjadi panas. Ini merupakan kerugian.

Untuk mengurangi arus Eddy, maka inti besi trafo dibuat berlapis-lapis, tujuannya untuk memecah induksi arus Eddy yang terbentuk di dalam inti besi. Perbedaan induksi arus Eddy di dalam inti besi tunggal dengan inti besi berlapis dapat dilihat pada gambar berikut ini.

3). Rugi-rugi Tembaga

Rugi – rugi yang ketiga adalah rugi-rugi tembaga (*copper losses*). Rugi-rugi tembaga terjadi di kedua kumparan. Kumparan primer atau sekunder dibuat dari gulungan kawat tembaga yang dilapisi oleh isolator tipis yang disebut enamel. Umumnya kumparan dibuat dari gulungan kawat yang cukup panjang. Gulungan kawat yang panjang ini akan meningkatkan hambatan dalam kumparan. Pada saat trafo dialiri arus listrik maka hambatan kumparan ini akan mengubah sejumlah kecil arus listrik menjadi panas yaitu sebesar (i^2R). Semakin besar harga R maka semakin besar pula energi panas yang timbul di dalam kumparan. Mutu kawat yang bagus dengan nilai hambatan jenis yang kecil dapat mengurangi rugi – rugi tembaga.

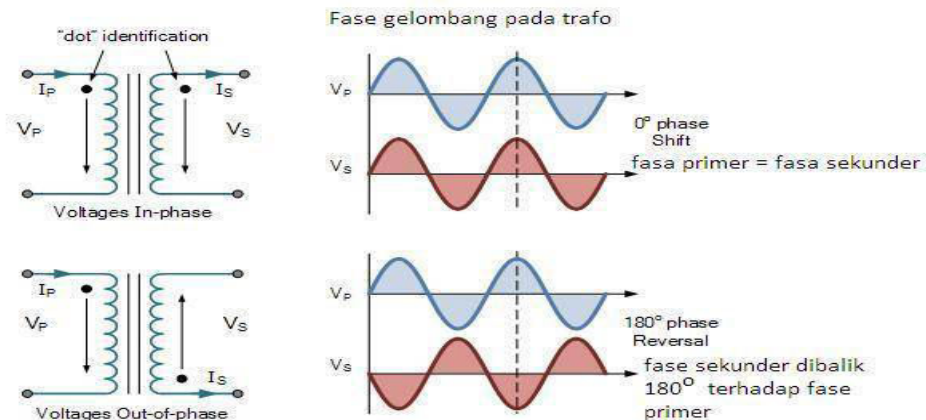
2.1.4. Gulungan Kawat Pada Kumparan Trafo

Menggulung kawat pada kumparan trafo tidak dilakukan dengan sembarangan, tetapi mengikuti aturan tertentu. Pada trafo fase tunggal, terdapat 2 gulungan kumparan, yaitu gulungan pada kumparan primer yang terhubung langsung ke sumber arus listrik dan gulungan kumparan sekunder yang terhubung langsung ke beban. Perbandingan jumlah gulungan antara kumparan primer dan kumparan sekunder akan menentukan jenis trafo, apakah jenis step-up atau step-down. Bila gulungan kawat pada kumparan primer lebih banyak dibandingkan dengan

gulungan kawat pada kumparan sekunder maka trafo akan berfungsi sebagai penurun tegangan atau step-down trafo. Sebaliknya jika gulungan kawat pada kumparan sekunder lebih banyak dari pada gulungan kawat pada kumparan primer, maka trafo akan berfungsi untuk menaikkan tegangan atau step-up trafo.

Jenis material kawat yang banyak digunakan untuk membuat kumparan adalah kawat tembaga. Kawat tembaga memiliki konduktivitas listrik yang bagus, tetapi memiliki berat yang besar. Untuk mengurangi berat transformator, sering juga digunakan jenis kawat aluminium. Kawat dengan bahan dasar aluminium memiliki berat jenis yang kecil, tetapi kawat ini tidak tahan terhadap panas dan konduktivitasnya masih lebih kecil dibandingkan dengan tembaga.

Satu hal yang penting dalam menggulung kumparan trafo adalah arah gulungan (orientasi titik). Kumparan primer dan kumparan sekunder dapat digulung searah, tetapi dapat juga digulung berlawanan arah. Hal ini akan berpengaruh ke fasa arus listrik. Apabila kumparan primer dan kumparan sekunder digulung searah, maka fasa arus listrik pada kumparan primer akan sama dengan fasa arus listrik pada kumparan sekunder. Sebaliknya apabila arah gulungan kumparan primer dan sekunder berlawanan arah, maka fasa arus listrik pada kumparan primer akan berlawanan dengan fasa arus listrik pada kumparan sekunder. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 7 Gulungan Searah & Gulungan Berlawanan

Sumber: Djukarna, 2020

Besar tegangan dan arus listrik yang dikeluarkan pada trafo bergantung banyaknya lilitan. Besar tegangan sebanding dengan jumlah lilitan. Makin banyak jumlah lilitan tegangan yang dihasilkan makin besar. Hal ini berlaku untuk lilitan primer dan sekunder. Hubungan antara jumlah lilitan primer dan sekunder dengan tegangan primer dan tegangan sekunder dirumuskan seperti berikut:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

Dalam hal ini faktor ($V \times I$) adalah daya (P) transformator. Berdasarkan rumus-rumus di atas, hubungan antara jumlah lilitan primer dan sekunder dengan kuat arus primer dan sekunder dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_p}{I_s}$$

Dengan demikian untuk transformator ideal akan berlaku persamaan berikut.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

Dimana:

V_p = tegangan primer (V)

V_s = tegangan sekunder (V)

N_p = jumlah lilitan primer

N_s = jumlah lilitan sekunder

I_p = arus primer (A)

I_s = sekunder (A)

2.1.5. Cara Kerja Transformator

Penghubung antara kumparan primer dan kumparan sekunder adalah fluks medan magnet. Ketika kumparan primer dialiri arus listrik AC, maka pada kumparan primer akan timbul medan magnet disekelilingnya yang disebut mutual induktansi. Mutual induktansi ini bekerja menurut hukum Faraday tentang induksi magnet pada kawat yang dialiri arus listrik. Kuat medan magnet berubah dari nol hingga maksimum yang dinyatakan dengan:

$$\frac{d\phi}{dt}$$

Garis gaya magnet ini keluar dari kumparan primer dan diarahkan oleh inti besi. Fluk magnetik ini berputar di dalam inti besi seperti pada gambar 2. Fluks medan magnet berubah naik dan turun sesuai dengan sumber arus AC yang diberikan.

Besar medan magnet yang diinduksikan ke inti besi ditentukan oleh besarnya arus listrik dan jumlah lilitan kumparan. Semakin besar lilitan kumparan dan semakin besar arus listrik yang mengalir, maka semakin besar juga fluks medan magnet yang diinduksikan ke inti besi.

Ketika medan magnet ini memotong atau masuk ke kumparan sekunder, maka pada kumparan sekunder akan timbul gaya gerak listrik yang disebut tegangan induksi. Besar tegangan induksi ditentukan menurut hukum Faraday yaitu :

$$N \frac{d\phi}{dt}$$

Bila kita mempunyai sebuah trafo dengan 1 lilitan tunggal pada kumparan primer dan demikian juga dengan kumparan sekunder. Jika tegangan 1 volt diberikan pada kumparan primer dan diasumsikan tidak ada kerugian, arus listrik yang mengalir cukup untuk membangkitkan fluks medan magnet dan menghasilkan tegangan induksi sebesar 1 volt pada 1 lilitan di kumparan sekunder. Ini yang disebut dengan besar tegangan per lilitan.

Jika fluks medan magnet bervariasi sebesar $= \Phi_{\max} \sin \omega t$, maka hubungan antara induksi emf, (E) dan N adalah :

$$E = N \times \phi_{max} \times \omega \times \cos(\omega t)$$

Tegangan maksimum jika $\cos(\omega t) = 1$:

$$E_{max} = N \times \omega \times \phi_{max}$$

Tegangan rms adalah :

r

$$E_1 = N_1 \times 4,44 \times f \times \omega \times \phi_{max}$$

$$E_2 = N_2 \times 4,44 \times f \times \omega \times \phi_{max}$$

m

Dimana:

a

E_1 = tegangan rms primer (V)

a

E_2 = tegangan rms sekunder (V)

N_1 = jumlah lilitan primer

N_2 = jumlah lilitan sekunder

f = frekuensi (Hz)

i

ϕ_{max} = fluks maksimal (Weber)

i dikenal dengan nama *transformer EMF equation*. Untuk kumparan primer maka digunakan N_p dan untuk kumparan sekunder digunakan N_s . Trafo tidak dapat bekerja pada arus DC, karena arus DC tidak menimbulkan fluks medan magnet.

2.1.6. Daya Transformator

Daya trafo dinyatakan dalam satuan VA (Volt-Ampere). Untuk ukuran yang lebih besar dinyatakan dalam satuan kVA (kiloVolt-ampere). Pada trafo yang ideal, daya yang diberikan pada kumparan primer akan seluruhnya dipindahkan ke kumparan sekunder tanpa

rugi-rugi. Trafo ideal tidak mengubah daya yang diberikan, hanya mengubah tegangan. Trafo hanya dapat menaikkan atau menurunkan tegangan tetapi tidak dapat menaikkan daya listrik.

2.1.7. Efisiensi Transformator

Sebuah trafo tidak membutuhkan bagian yang bergerak untuk memindahkan energi dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Ini berarti tidak ada kerugian karena gesekan atau hambatan udara seperti yang terdapat pada mesin – mesin listrik (contoh motor listrik dan generator). Namun di dalam trafo juga terdapat kerugian yang disebut rugi-rugi tembaga (*copper losses*) dan rugi-rugi besi (*iron losses*). Rugi-rugi tembaga terdapat pada kumparan primer dan kumparan sekunder, sedangkan rugi-rugi besi terdapat dalam inti besi. Rugi-rugi ini berupa panas yang dilepaskan akibat terjadinya *Eddy current*. Tetapi rugi-rugi ini sangat kecil. Efisiensi sebuah trafo dapat dihitung dengan membandingkan daya yang dikeluarkan di kumparan sekunder dengan daya yang diberikan pada kumparan primer.

Sebuah trafo ideal akan memiliki efisiensi sebesar 100 %. Artinya semua daya yang diberikan pada kumparan primer dipindahkan ke kumparan sekunder tanpa ada kerugian. Sebuah trafo yang real memiliki efisiensi di bawah 100% dan pada saat beban penuh (*full load*) efisiensi trafo berkisar pada harga 94 – 96%. Untuk trafo yang bekerja pada tegangan dan frekuensi yang konstan, efisiensi trafo dapat mencapai 98%. Efisiensi trafo dapat dinyatakan :

$$\mu = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana:

μ = Efisiensi (%)

P_{out} = Daya Output (Watt)

P_{in} = Daya Input (Watt)

2.1.8. Arus Nominal

Arus Nominal adalah arus yang mendasari kerja suatu alat.

2.1.9. Arus Lebih (Over Current)

Pada saat Transformator melayani beban, sering terjadi arus lebih. Arus lebih ada arus yang melebihi arus nominal dari suatu alat.

Berikut ini adalah penyebab dari arus lebih:

1). Beban Lebih (Over Load)

Beban lebih dapat terjadi pada Transformator karena adanya manuver atau perubahan aliran beban. Apa bila beban trafo bertambah, maka arus juga akan bertambah

2). Hubung Singkat (Short Circuit)

Hubung singkat adalah gangguan yang terjadi dimana ada 2 penghantar yang memiliki beda tegangan terhubung dengan kondisi hambatan listrik yang rendah sehingga timbul arus listrik yang besar.

2.2 Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir dari suatu titik yang berpotensi tinggi ke titik yang berpotensi rendah dalam waktu satu detik. Peristiwa mengalirnya arus listrik disebabkan karena adanya elektron yang bergerak. Arus listrik juga dapat diartikan sebagai besarnya tegangan dibagi besarnya resistansi.

Simbol dari arus listrik adalah "**I**", dan terbagi menjadi arus listrik searah (dc) dan arus listrik bolak balik (ac). Definisi arus listrik arus searah secara sederhana dapat artikan bahwa arus listrik mengalir secara searah (direct) sehingga pada rangkaian ini ditentukan adanya kutub positif (+) dan kutub negatif (-). Arus akan mengalir dari kutub positif ke kutub negatif. Sedangkan pada arus listrik bolak balik, arus akan mengalir secara bolak-balik karena disebabkan perubahan polaritas tegangan (ac).

2.3 SMS (Short Message Service)

Short Message Service (SMS) menurut *Network Elements And Architecture*. adalah sebuah mekanisme penyampaian pesan pendek dalam jaringan bergerak. SMS saat ini menjadi sebuah fitur mendasar dari setiap telepon seluler. Fitur SMS baru berjalan

ketika terdapat operator telepon seluler (*operator provider*) yang menyediakan layanan ini. SMS memungkinkan dua orang yang memiliki telepon seluler dapat saling mengirimkan pesan teks satu sama lain.

2.4 Current Transformer (CT)

2.4.1. Pengertian Current Transformer

Current Transformer (CT) adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik disisi primer (TET, TT dan TM) yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi.

2.4.2. Fungsi Current Transformer

- 1). Mengkonversi besaran arus pada sistem tenaga listrik dari besaran primer menjadi besaran sekunder untuk keperluan pengukuran sistem metering dan proteksi.
- 2). Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer, sebagai pengamanan terhadap manusia atau operator yang melakukan pengukuran.
- 3). Standarisasi besaran sekunder, untuk arus nominal 1 Amp dan 5 Amp.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler adalah sebuah system microprocessor dimana didalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (teralamati) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya menurut Winoto (2008:3).

Dengan kata lain, mikrokontroller adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroller sebenarnya membaca dan menulis data.

Mikrokontroller merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroller ini .

2.5.1. Arduino Uno

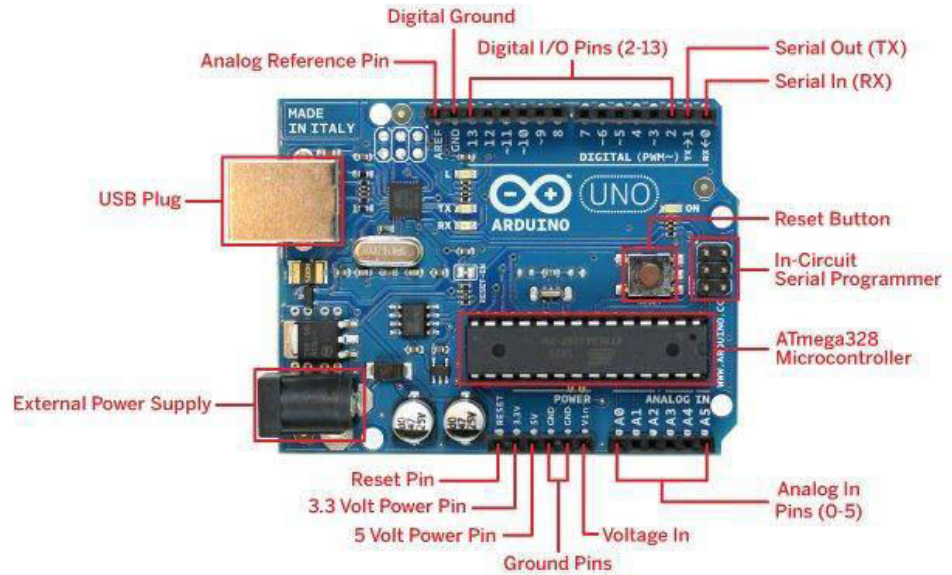
Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroller berbasis Atmega 328. Arduino Uno memiliki semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroller. Arduino Uno membutuhkan tegangan sebesar 7-12 V. Arduino Uno menyediakan 20 pin I/O yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang ada pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat open source komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merk, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasanya pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami kontroller.

2.5.2. Board Arduino Uno

Di bawah ini merupakan gambar Arduino Uno bagian depan dan bagian belakang



Gambar 2. 8 Board Arduino Uno

Sumber: Arduino Inc, 2014

1. Port USB (1) dan power jack /external power supply (2)

Port USB berfungsi untuk memasok sumber daya dari komputer serta mengunggah kode ke Arduino. Selain dari USB, sumber daya dapat dipasok dari baterai 9 volt atau bisa juga melalui power jack yang dihubungkan langsung dengan soket listrik rumah (melalui adaptor DC 12 volt). Perhatikan bahwa Arduino memiliki batas voltase antara 6 hingga 20 volt dengan rentang yang disarankan yaitu 7 hingga 12 volt.

2. Chip Utama / Atmega 328 Mikrokontroler (3)

Chip (atau Integrated Circuit) Inilah otak dari Arduino. Chip yang digunakan biasanya ATmega yang merupakan buatan perusahaan ATMEL. Jenis chip yang digunakan dapat berbeda-beda di beberapa jenis papan Arduino.

3. LED Indikator Daya (4)

LED yang berlabel 'ON' ini akan menyala ketika Arduino sedang beroperasi.

4. LED Indikator Transfer Data (5)

Terdapat dua LED, yaitu TX (transmit) dan RX (receive). Kedua LED ini akan berkedip untuk memberitahukan telah terjadi komunikasi serial berupa pengiriman atau penerimaan data. Misalnya, LED RX akan berkedip-kedip ketika menunggah kode dari komputer ke Arduino.

5. Pin Sumber Daya (6)

berfungsi sebagai *interface* dengan perangkat lainnya, seperti sensor atau aktuator. Digunakan kabel (jumper) untuk menghubungkan antara Arduino dan perangkat lain.

Pada Arduino Uno, terdapat:

1 buah pin Vin. Jika sumber daya Arduino berasal dari baterai, maka sambungkan kabel positifnya ke pin input ini.

2 buah pin GND. Merupakan singkatan dari ground. Terdapat tiga buah pin GND (yang satu ada di barisan pin digital) dan semuanya dapat digunakan untuk sambungan ke ground.

1 buah pin 5V. Menyediakan tegangan sebesar 5 volt.

1 buah pin 3V3. Menyediakan tegangan sebesar 3,3 volt. Sebagian besar perangkat elektronika yang digunakan bersama dengan Arduino berjalan pada rentang tegangan 3,3 hingga 5 volt.

6. Pin Analog (7)

Mempunyai 6 pin input yang berguna untuk membaca tegangan / menerima sinyal yang dihasilkan oleh sensor analog seperti sensor suhu. Sinyal analog yang telah diterima Arduino terlebih dahulu di ubah ke digital sebelum diproses lebih lanjut dengan nilai tegangan 0-5 volt.

7. Pin Digital (8)

Pada Arduino Uno, terdapat 14 pin digital yang digunakan untuk input/output dari atau ke perangkat digital. Contohnya adalah input dari sensor gerak atau output ke lampu LED. Dua pin pertama (pin ke-0 dan 1) merupakan pin RXD dan TXD yang berfungsi sebagai receive-transmit digital. Khusus untuk 6 buah pin 3,5,6,9,10 dan 11 dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat di program mulai antara 0-255 yang mewakili nilai tegangan 0-5 Volt.

8. Pin Analog (7)

Mempunyai 6 pin input yang berguna untuk membaca tegangan / menerima sinyal yang dihasilkan oleh sensor analog seperti sensor suhu. Sinyal analog yang telah diterima Arduino terlebih dahulu di ubah ke digital sebelum diproses lebih lanjut dengan nilai tegangan 0-5 volt.

9. Pin Digital (8)

Pada Arduino Uno, terdapat 14 pin digital yang digunakan untuk input/output dari atau ke perangkat digital. Contohnya adalah input dari sensor gerak atau output ke lampu LED. Dua pin pertama (pin ke-0 dan 1) merupakan pin RXD dan TXD yang berfungsi sebagai receive-transmit digital. Khusus untuk 6 buah pin 3,5,6,9,10 dan 11 dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat di program mulai antara 0-255 yang mewakili nilai tegangan 0-5 Volt.

10. Pin Analog (7)

Mempunyai 6 pin input yang berguna untuk membaca tegangan / menerima sinyal yang dihasilkan oleh sensor analog seperti sensor suhu. Sinyal analog yang telah diterima Arduino terlebih dahulu di ubah ke digital sebelum diproses lebih lanjut dengan nilai tegangan 0-5 volt.

11. Pin Digital (8)

Pada Arduino Uno, terdapat 14 pin digital yang digunakan untuk input/output dari atau ke perangkat digital. Contohnya adalah input dari sensor gerak atau output ke lampu LED. Dua pin pertama (pin ke-0 dan 1) merupakan pin RXD dan TXD yang berfungsi sebagai receive-transmit digital. Khusus untuk 6 buah pin 3,5,6,9,10 dan 11 dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat di program mulai antara 0-255 yang mewakili nilai tegangan 0-5 Volt.

8. Tombol Reset (9)

Ketika tombol ini ditekan selama beberapa detik, maka Arduino akan mengulang program dari awal dan dapat digunakan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.

9. Regulator Tegangan (10)

Regulator tegangan berfungsi sebagai penjaga gerbang yang berarti ia akan mengalirkan tegangan terregulasi ke Arduino dan membuang tegangan berlebih dengan batasan tegangan yang dialirkan tidak lebih dari 20 volt karena akan membakar rangkaian Arduino.

2.5.3. spesifikasi Arduino Uno

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7-12 V
Batas Tegangan Input	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan
	keluaran PWM)
Jumlah pin Input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memory Flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock Speed	16 MHz

Sumber: Arduino Inc, 2014

2.5.4. Software Arduino Uno

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega 328 di Arduino terdapat bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal.

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan bahasa Java. IDE Arduino terdiri dari :

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroller tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer kedalam memory dalam papan Arduino. Sebuah kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah sketch. Kata “sketch” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

2.5.5. Bahasa Pemograman Arduino Berbasis Bahasa C

Seperti yang telah dijelaskan diatas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C, walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemograman tingkat tinggi (hight level language) seperti pascal,basic,cobol dan lainnya. Walaupun demikian sebagian besar dari para programmer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul, berikut alasan-alasannya :

1. Bahasa C merupakan bahasa yang powerful dan fleksibel yang telah terbukti dapat menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan game) dan juga pembuatan kompilator bahasa pemograman baru.
2. Bahasa C merupakan bahasa yang portabel sehingga dapat dijalankan di beberapa sistem operasi yang berbeda. Sebagai contoh program yang kita tulis dalam sistem operasi windows dapat kita kompilasi didalam sistem operasi linux dengan sedikit ataupun tanpa perubahan sama sekali.

3. Bahasa C merupakan bahasa yang sangat populer dan banyak digunakan oleh programmer berpengalaman sehingga kemungkinan besar library pemrograman telah banyak disediakan oleh pihak luar/lain dan dapat diperoleh dengan mudah.
4. Bahasa C merupakan bahasa yang bersifat modular, yaitu tersusun atas rutin-rutin tertentu yang dinamakan dengan fungsi (function) dan fungsi-fungsi tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan program-program lainnya tanpa harus menulis ulang implementasinya.
5. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah (middle level language) sehingga mudah untuk melakukan interface (pembuatan program antar muka) ke perangkat keras.

Oleh karena itu bahasa C merupakan bahasa prosedural yang menerapkan konsep runtutan (program dieksekusiper baris dari atas ke bawah secara berurutan), maka apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut dibawah fungsi utama, maka kita harus menuliskan bagian prototipe (prototype), hal ini dimaksudkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada kompilerv daftar fungsi yang digunakan di dalam program. Namun apabila kita menuliskan fungsi-fungsi lain tersebut diatas atau sebelum fungsi utama, maka kita tidak perlu lagi untuk menuliskan bagian prototipe diatas.

Selain itu juga dalam bahasa C kita akan mengenal file header, bisa ditulis dengan ekstensi h(*.h), adalah file bantuan yang digunakan untuk menyimpan daftar-daftar fungsi yang akan digunakan dalam program.

Perlu sekali untuk diperhatikan bahwa apabila kita menggunakan file header yang telah disediakan oleh kompilator, maka kita harus menuliskannya didalam tanda '<' dan '>' (misalnya <stdio.h>). Namun apabila menggunakan file header yang kita buat sendiri, maka file tersebut ditulis diantara tanda “ dan ” (misalnya “cobaheader.h”). Perbedaan antara keduanya terletak pada saat pencarian file tersebut. Apabila kita menggunakan tanda <>, maka file tersebut dianggap berada pada direktori default yang telah ditentukan oleh kompilator. Sedangkan apabila kita menggunakan tanda “”, maka file header dapat kita tentukan sendiri lokasinya.

2.5.6. Sumber Daya

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port input *supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V,

tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada Pada 7 sampai 12 volt.

Penjelasan pada pin power supply adalah sebagai berikut :

1. Vin

tegangan input board arduino ketika menggunakan sumber daya (5 V dari sambungan USB atau dari regulator lain). Pengguna dapat mensuplai tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai melalui *power jack*, aksesnya melalui pin ini.

2. 5V

Pada board, keluaran pin diatur sebesar 5V dari regulator. Dimana board dapat disuplai melalui DC jack power (7-12V), koneksi USB (5V) atau pin VIN (7-12V) .

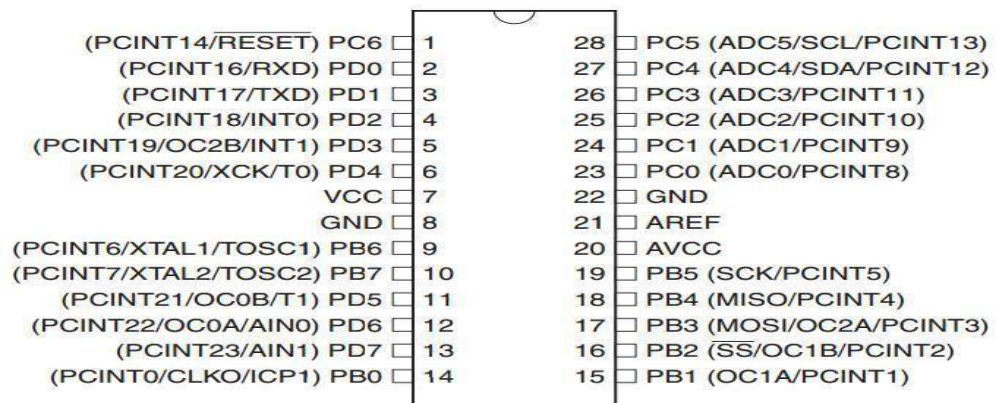
3. 3V3

Tegangan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board. Arus maximumnya adalah 50mA.

4. Pin Ground

berfungsi sebagai jalur ground pada arduino.

2.3.7. Konfigurasi Pin Arduino Uno



Gambar 2. 9 Konfigurasi Pin Arduino Uno

Sumber: Arduino Inc, 2014

Tabel 2. 2 Konfigurasi Pin Arduino Uno

<i>Port Pin</i>	<i>Alternate Functions</i>
PB7	XTAL2 (<i>Oscillator Chip Clock pin 2</i>) TOSC2 (<i>Timer Oscillator pin 2</i>) PCINT7 (<i>Pin Chane Interrupt 7</i>)
PB6	XTAL1 (<i>Chip Clock Oscillator pin 1or External clock input</i>) TOSC1 (<i>Timer Oscillator pin 1</i>) PCINT6 (<i>Pin Chane Interrupt 6</i>)
PB5	SCK (<i>SPI Bus Master clock Input</i>) PCINT5 (<i>Pin Change Interrupt 5</i>)
PB4	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>) PCINT4 (<i>Pin Change Interrupt 4</i>)
PB3	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>) OC2A (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match A Output</i>) PCINT3 (<i>Pin Charge Interrupt 3</i>)
PB2	$\overline{\text{SS}}$ (<i>SPI Bus Master/Slave select</i>) OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare Match B Output</i>) PCINT2 (<i>Pin Charge Interrupt 2</i>)
PB1	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare Match A Output</i>) PCINT1 (<i>Pin Charge Interrupt 1</i>)
PB0	ICP1 (<i>Timer/Counter1 Input Capture Input</i>) CLKO (<i>Divided System Clock Output</i>) PCINT0 (<i>Pin Change Interrupt 0</i>)

Sumber: Arduino Inc, 2014

2.6 Kontaktor

2.6.1. Pengertian Kontaktor

Kontaktor adalah jenis saklar yang bekerja secara magnetik yaitu kontak bekerja apabila kumparan diberi energy dengan memanfaatkan energy listrik menajadi elektromagnetik. Kontaktor hanya bekerja dengan mungubah NO(normaly open) menjadi NC(normaly close) atau sebaliknya dari NC menjadi NO dengan memfaatkan gaya tarik elektromagnetik. Tidak seperti relay, kontaktor dirancang untuk menyambung dan membuka rangkaian daya listrik tanpa merusak.



Gambar 2. 10 Kontaktor

Sumber: Fanky Christian, 2014

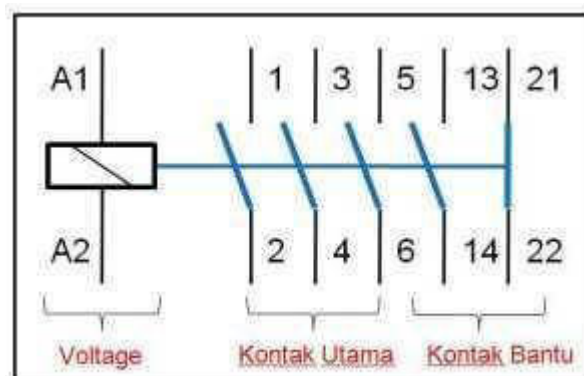
2.6.2. Prinsip Kerja Kontaktor

Prinsip kerja kontaktor sama seperti relay, dalam contactor terdapat beberapa saklar yang dikendalikan secara elektromagnetik. Pada suatu kontaktor terdapat beberpa saklar dengan enis NO

(Normaly Open) dan NC (Normaly Close) dan sebuah kumparan atau koil elektromagnetik untuk mengendalikan saklar tersebut. Apabila coil elektromagnetik kontaktor diberikan sumber tegangan listrik AC maka saklar pada kontaktor akan terhubung, atau berubah kondisinya, yang semula OFF menjadi ON dan sebaliknya yang awalnya ON menjadi OFF.

2.6.3. Identifikasi Terminal

Kontaktor pada umumnya memiliki kontak utama untuk aliran 3 fasa. Dan juga memiliki beberapa kontak bantu untuk berbagai keperluan. Kontak utama digunakan untuk mengalirkan arus utama, yaitu arus yang diperlukan untuk beban, misalnya motor listrik, pesawat pemanas dan sebagainya. Sedangkan kontak bantu digunakan untuk mengalirkan arus bantu yaitu arus yang diperlukan untuk kumparan magnet, alat bantu rangkaian, lampu lampu indikator, dan lain-lain. Notasi dan penomoran kontak-kontak kontaktor sebagai berikut:



Gambar 2. 11 Terminal Pada Kontaktor

Sumber: Fanky Christian, 2014

2.7 Relay

Relay adalah saklar yang dikendalikan secara elektro-mekanik (*elektromechanical switch*). Arus listrik yang mengalir pada kumparan relay akan menciptakan medan magnet yang kemudian akan menarik lengan relay dan mengubah posisi saklar yang sebelumnya terbuka menjadi terhubung. Relay memiliki tiga jenis kutub:

1. COMMON = kutub acuan
2. NC (*Normally Close*) = kutub yang dalam keadaan awal terhubung pada COMMON,
3. NO (*Normally Open*) = kutub yang pada awalnya terbuka dan akan terhubung dengan COMMON saat kumparan relay diberi arus listrik.

Pada umumnya output dari mikrokontroler berarus rendah sehingga dibutuhkan rangkaian tambahan berupa penggerak (*driver*) yang berupa *electronic switch* untuk bisa mengendalikan relay



Gambar 2. 12 Relay

Sumber: Penulis, 2021

2.8 LCD

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama, kristal cair tidak menghasilkan cahaya secara langsung. Sumber cahaya pada LCD dihasilkan oleh iluminasi yang disebut sebagai *backlight* yang berada pada sisi belakang LCD.

Pengendali / Kontroler LCD (Liquid Cristal Display) Dalam modul LCD (Liquid Cristal Display) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (Liquid Cristal Display). Microcontroller pada suatu LCD (Liquid Cristal Display) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah

1. DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (Liquid Cristal Display) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat

merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.. Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

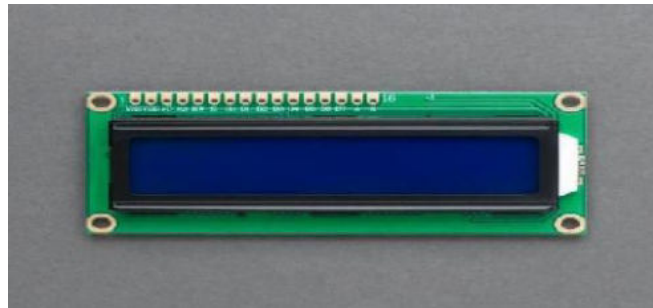
- 1) Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (Liquid Cristal Display) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (Liquid Cristal Display) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- 2) Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (Liquid Cristal Display) diantaranya adalah :

1. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (Liquid Cristal Display) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. Pin RS (Register Select) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
3. Pin R/W (Read Write) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.

4. Pin E (Enable) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5K ohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

LCD Character dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler seperti Arduino. LCD yang akan digunakan mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 2x16, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut:

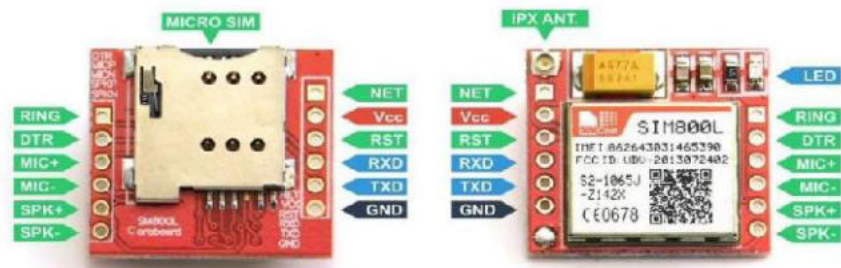


Gambar 2. 13 LCD

Sumber: Penulis, 2021

2.8 SIM 800L

Modul GSM SIM800L adalah salah satu modul GSM/GPRS serial yang dapat digunakan bersama arduino/AVR. Modul ini digunakan sebagai notifikasi langsung kepada penanggung jawab ruang server apabila terjadi kebakaran berupa SMS Gateway. Rangkaian modul GSM merupakan bagian dari pusat kendali yang berfungsi sebagai transceiver. Modul ini mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telephone seluler yaitu mampu melakukan proses pengiriman dan penerimaan SMS. Dengan adanya modul ini maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.



Gambar 2. 14 SIM800L

Sumber: Penulis, 2021

2.8.1. AT-Command untuk Modem GSM

Perintah yang di mengerti modem adalah “AT Command” . Disebut AT Command karena perintah perintahnya didahului oleh “AT” (Attention). Contoh beberapa AT command untuk Modem GSM:

Tabel 2. 3 AT-Command Untuk Modem GSM

AT+CPBF	mencari no telepon yang tersimpan
AT+CPBR	membaca buku telepon
AT+CPBW	menulis no telepon di buku telepon
AT+CMGF	menyeting mode SMS text atau PDU
AT+CMGL	melihat semua daftar sms yg ada
AT+CMGR	membaca sms
AT+CMGS	mengirim sms
AT+CMGD	menghapus sms
AT+CMNS	menyeting lokasi penyimpanan ME(hp) atau SM(SIM Card)
AT+CGMI	untuk mengetahui nama atau jenis ponsel
AT+CGMM :	untuk mengetahui kelas ponsel
AT+COPS? :	untuk mengetahui nama provider kartu GSM
AT+CBC :	untuk mengetahui level baterai
AT+CSCA :	untuk mengetahui alamat SMS Center

Sumber: Penulis, 2021

2.8.2. Spesifikasi SIM800L

1. Tegangan suplai: 3.8V - 4.2V
2. Tegangan suplai yang direkomendasikan: 4V
3. Konsumsi daya:
 - mode tidur <2.0mA
 - mode siaga <7.0mA
 - Transmisi GSM (rata-rata): 350 mA
 - Transmisi GSM (mengintip): 2000mA

4. Ukuran modul: 25 x 23 cm
5. Antarmuka: UART (maks. 2.8V) dan perintah AT
6. Soket kartu SIM: microSIM (sisi bawah)
7. Frekuensi yang didukung: Quad Band (850/950/1800/1900 MHz)
8. Konektor antena: IPX
9. Status signaling: LED
10. Kisaran suhu kerja: -40 hingga + 85 ° C

2.8.3. Sistem Kerja SIM800L

Untuk mengirim sms dengan menggunakan modul SIM800L dapat dilakukan dengan cara menghubungkan kabel jumper untuk mengkoneksikan antara modul dengan arduino. Namun, perlu diperhatikan bahwa modul ini bekerja dengan rentang tegangan 3,4-4,4V. sementara di papan arduino hanya tersedia level tegangan 3,3V dan 5,5 V. Dengan demikian, diperlukan lah sebuah power supply tambahan yang menyediakan level tegangan 3,4-4,4 V. Dan perlu diingat, jangan menghubungkan pin VCC modul SIM800L dengan tegangan 5,5V, karna dapat merusak modul.

2.9 Handphone

Handphone atau yang sering dikenal dengan nama ponsel merupakan perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional saluran tetap, namun dapat dibawa kemana mana. Fungsi utamanya adalah sebagai media komunikasi melalui suara dan pesan singkat (SMS) walaupun dengan jarak yang sangat jauh. Kemudian handphone juga berfungsi dalam menangkap siaran radio, televisi. Juga dilengkapi dengan fungsi audio, kamera, video, game, serta layanan internet. Kini handphone bahkan memiliki fungsi yang hampir sama dengan perangkat komputer. Namun pada intinya definisi handphone adalah sebagai sebuah alat telekomunikasi sehingga fungsi utamanya adalah untuk berkomunikasi baik melalui suara maupun pesan singkat.

Dalam pembuatan alat ini, fungsi handphone adalah sebagai pemantau, dimana perangkat ini akan menerima informasi data yang berbentuk SMS yang dikirimkan oleh perangkat SIM800L tentang apa yang sedang berlangsung atau yang sedang bekerja pada sistem.

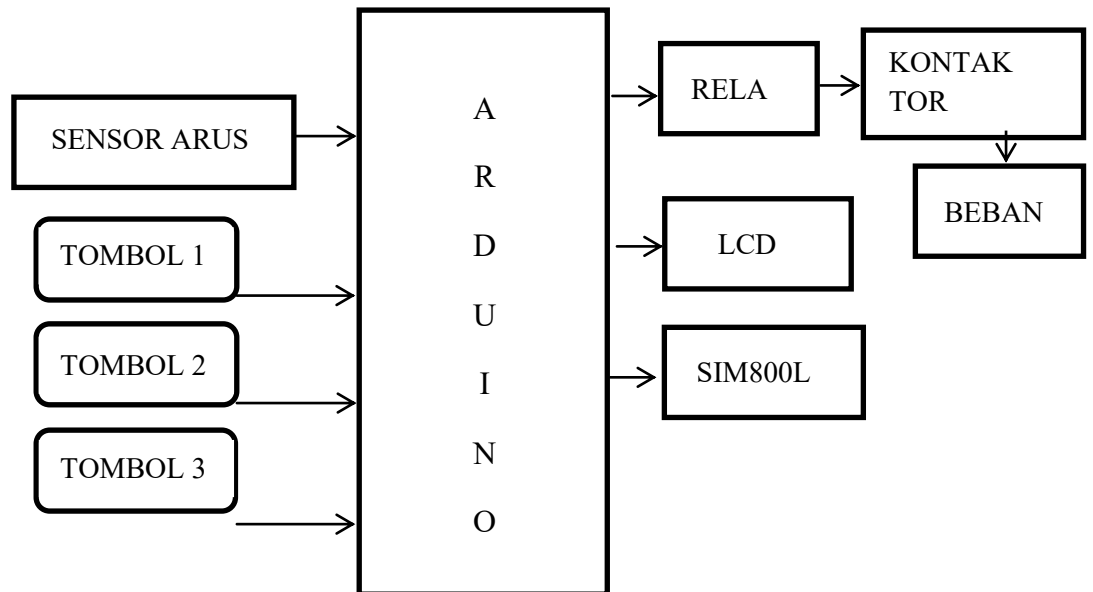
BAB 3

METODE PENELITIAN.

3.1 Langkah-langkah Perencanaan

langkah awal yang ditempuh adalah membangun gagasan, kemudian dilanjutkan dengan menentukan spesifikasi dan prinsip kerja alat yang diinginkan, dilanjutkan dengan pencarian data dan informasi perangkat keras (*hardware*) yang diperlukan serta fungsi-fungsi kerja yang harus dipenuhi. Langkah berikutnya adalah membuat flowchart yang berfungsi sebagai urutan urutan kerja dari alat yang dibuat. Kemudian adalah pembuatan *software* yang digunakan untuk mengoperasikan pengontrolan alat, sehingga perangkat keras berfungsi sesuai dengan keinginan. Dilanjutkan dengan pengujian alat, pencatatan hasil pengujian dan penyusunan laporan.

3.2 Diagram Blok Sistem



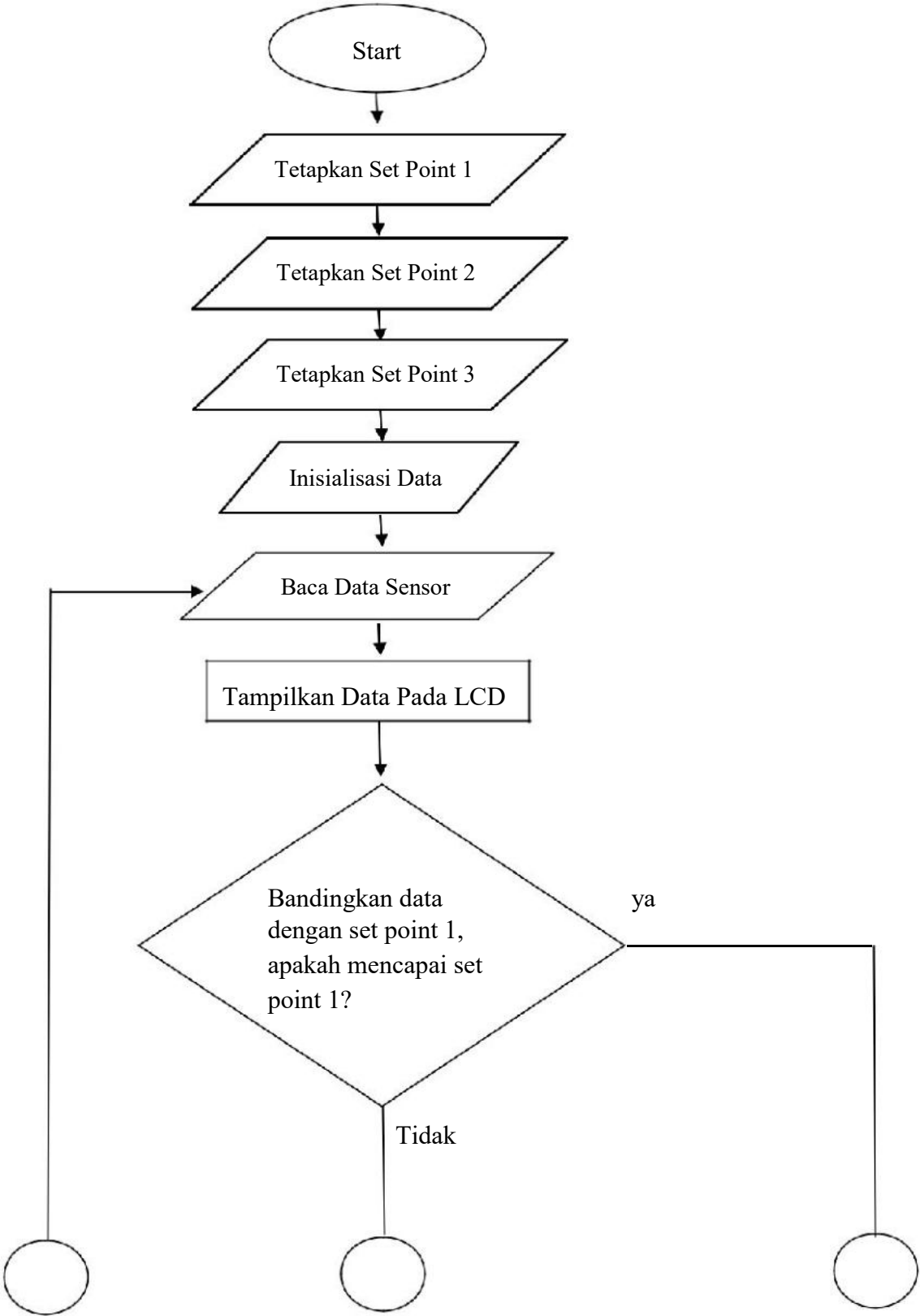
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem

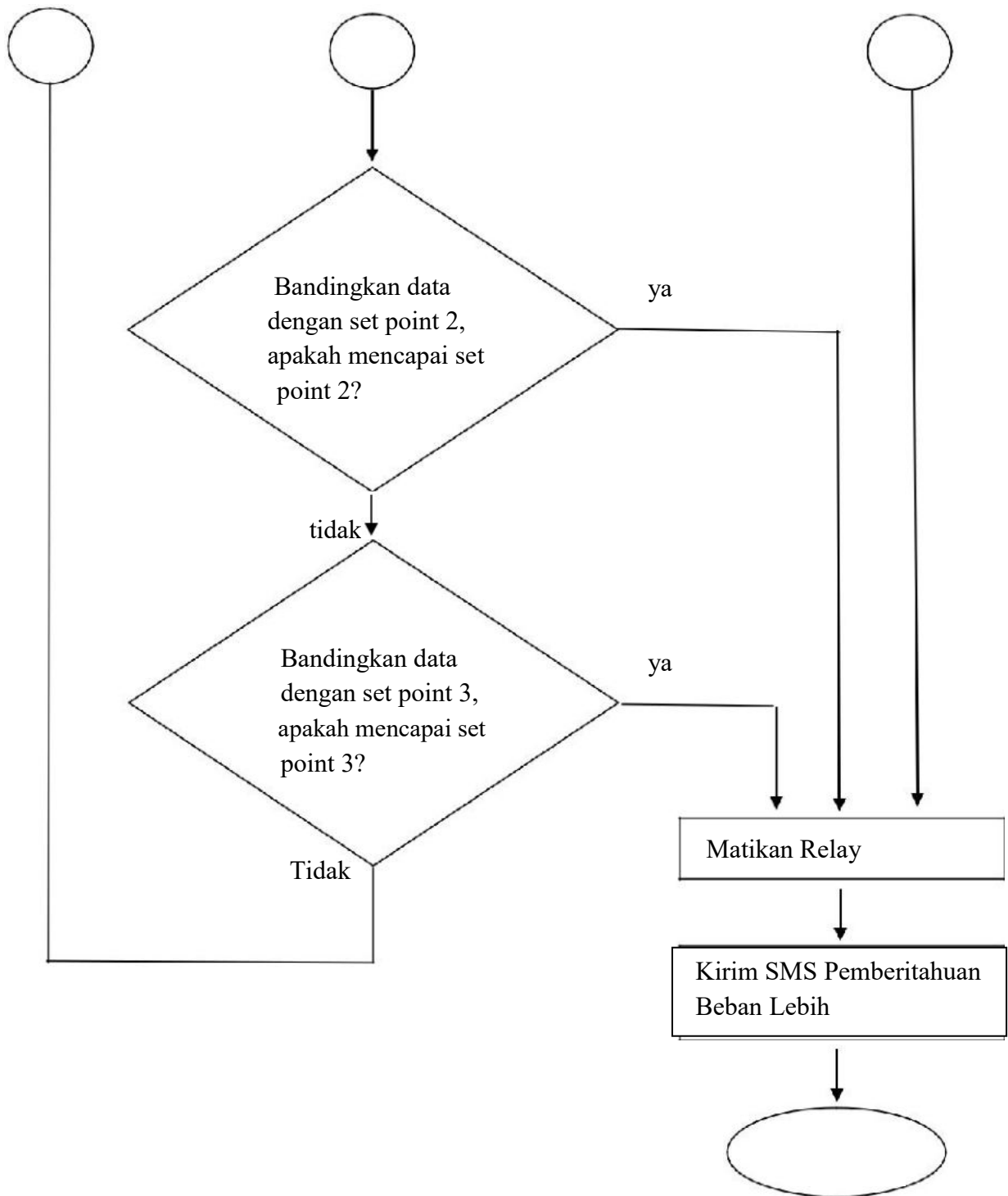
Sumber: Penulis, 2021

Pada gambar diatas, terlihat bahwa fungsi dari setiap blok adalah sebagai berikut:

1. Sensor arus untuk membaca nilai arus yang mengalir ke beban
2. Tombol sebagai pengatur besar kecil nilai arus nominal
3. Arduino Uno sebagai penerima, pemroses dan pengendali seluruh perangkat pada alat ini. Arduino Uno sudah dirancang dan diprogram untuk dapat membaca semua data dari semua input.
4. Relay berfungsi sebagai pemutus sumber tegangan apabila nilai arus melebihi dari set point
5. Kontaktor sebagai pemisah antara beban dengan relay
6. SIM 800L berfungsi mengirimkan pemberitahuan/notifikasi apabila trafo mengalami beban lebih
7. LCD berfungsi menampilkan nilai arus maksimal dan nilai arus beb

3.3 Diagram Alir (Flow Chart)





Gambar 3.2 Diagram Alir (Flow Chart)

Sumber: Penulis, 2021

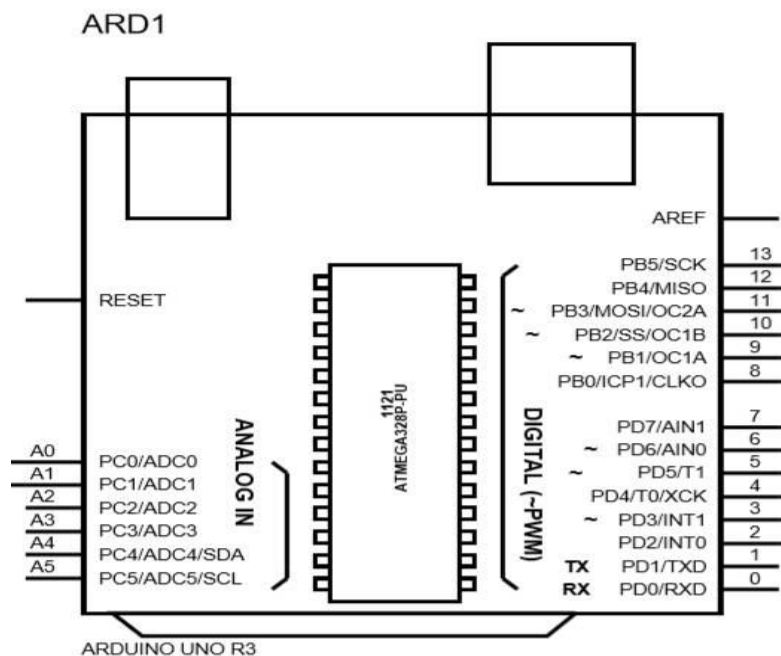
Dari Flow Chart di atas, Proses diawali dengan menentukan 3 setpoint. Kemudian dilakukan inisialisasi data, yaitu memastikan bahwa arduino siap untuk melakukan proses pengiriman dan penerimaan data. Selanjutnya, aliri arus beban. Besar arus yang mengalir beban akan dibaca oleh CT, dan kemudian akan ditampilkan di LCD. Proses selanjutnya adalah membandingkan data sensor dengan set point yang telah ditetapkan sebelumnya. Apabila data sensor tidak mencapai set point, maka akan selalu dilakukan perbandingan data sampai ada data yang mencapai set point. Apabila data sensor mencapai nilai nilai setpoint yang telah ditetapkan sebelumnya, maka arduino akan mengirimkan perintah kepada relay untuk memutuskan hubungan kesumber, kemudian SIM800L akan ,mengirimkan notifikasi berupa sms kepada operator. Setelah SIM800L mengirimkan kan notifikasi sms.

3.4 Perancangan Alat

Dalam kenyataannya, Trafo Distribusi menggunakan 3 fasa, sehingga penulis merancang sebuah miniatur sistem pengaman beban lebih dan peringatan dini menggunakan notifikasi sms menggunakan sumber 1 fasa. Dalam perancangan alat ini, komponen yang digunakan adalah Arduino Uno, SIM800L, Modul CT, Modul Relay, LCD.

3.4.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output Pulse Width Modulation), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.



Gambar 3.3 Port Arduino Uno

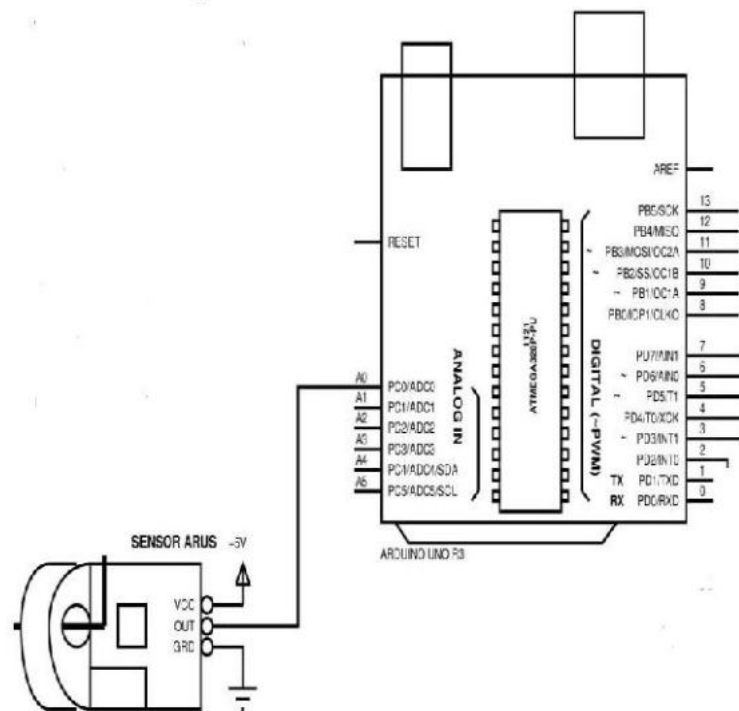
Sumber: Penulis, 2021

Adapun fungsi-fungsi dari port yang ada pada arduino uno yaitu :

- 1). 14 pin input/output digital (0-13) berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.
- 2). USB Berfungsi untuk: Memuat program dari komputer ke dalam papan, Komunikasi serial antara papan dan komputer dan memberi daya listrik kepada papan.
- 3). Sambungan SV1 atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.
- 4). Q1 – Kristal (quartz crystal oscillator). Jika microcontroller dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada microcontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

- 5). Tombol Reset S1. Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan microcontroller.
- 6). In-Circuit Serial Programming (ICSP). Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
- 7). Microcontroller Atmega. Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.
- 8). X1 – sumber daya eksternal. Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
- 9). 6 pin input analog (0-5). Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 sampai 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 sampai 5V.

3.4.2 Sensor Arus

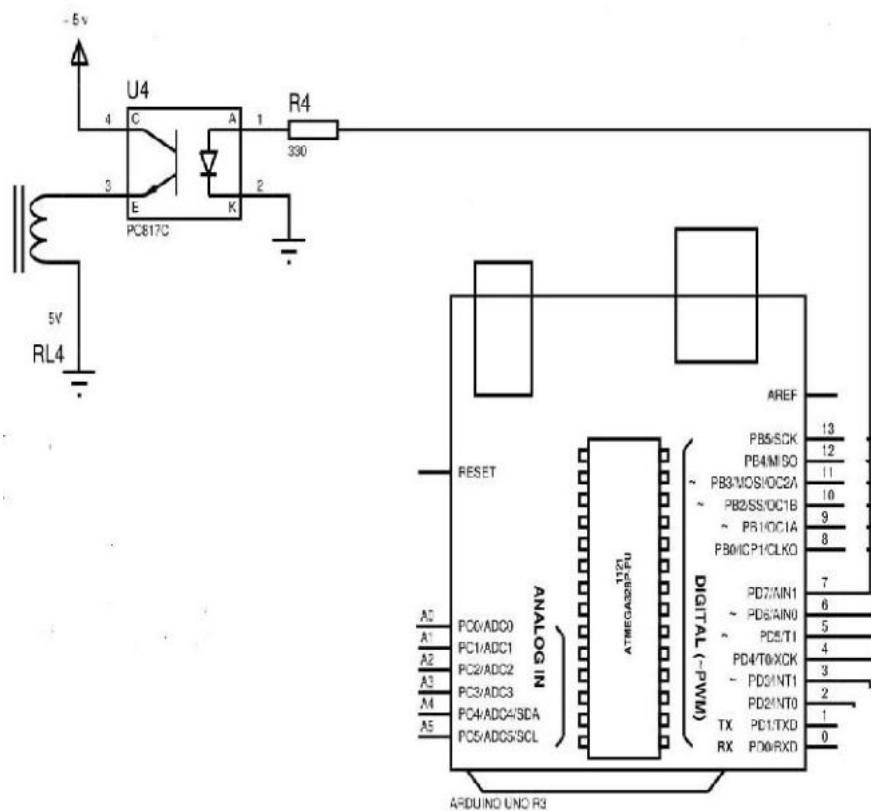


Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Arus Pada Arduino Uno
Sumber: Penulis, 2021

Pada perancangan alat, diperlukan CT yang berfungsi sebagai sensor arus. Sensor arus ini memerlukan tegangan VCC pada 5V dimana VCC terhubung ke sumber dan GND, sedangkan OUT terhubung ke pin A0. Sensor arus sebagai media pengukur arus yang masuk ke beban dan mengirimkannya ke Arduino Uno.

3.4.3 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Pada alat ini, kaki pada output relay

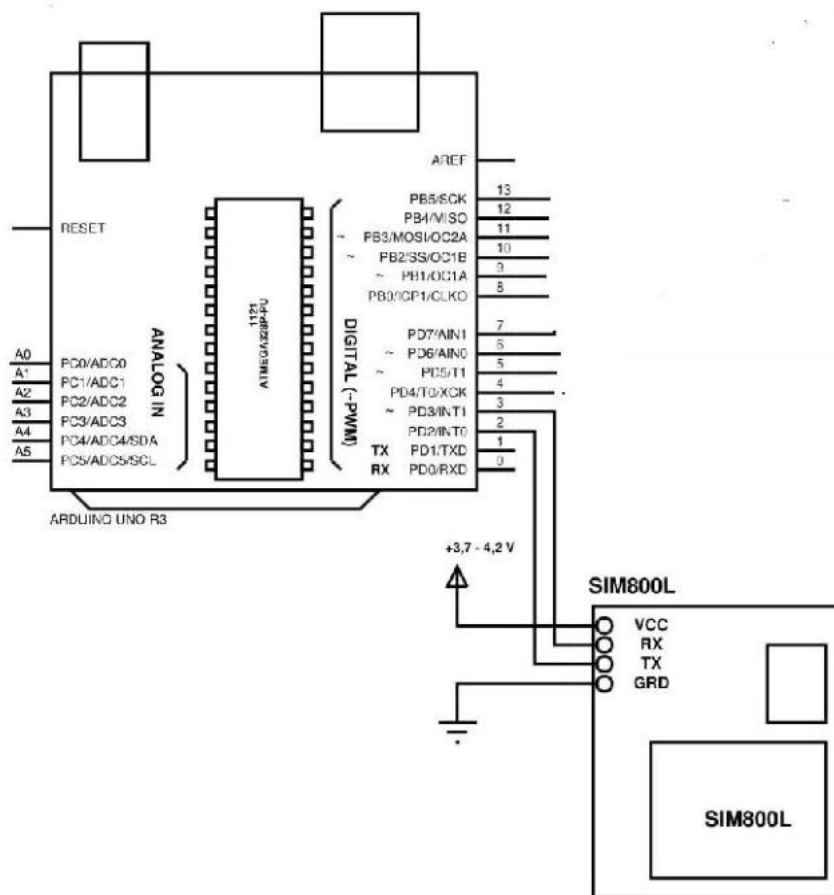


Gambar 3.5 Rangkaian Relay pada Arduino Uno

Sumber: Penulis, 2021

3.4.4.SIM800L

Pada alat ini, SIM800L berfungsi sebagai media pengirim notifikasi apabila arus yang mengalir pada beban mencapai 90% atau melewati arus nominal yang telah di atur. Pada Kaki VCC terhubung kepada sumber tegangan, Kaki Rx terhubung ke digital Port 3, kaki Tx terhubung ke digital port 2.

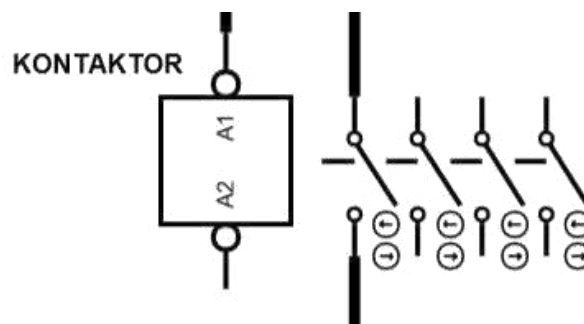


Gambar 3. 6 Rangkaian SIM800L pada Arduino Uno

Sumber: Penulis, 2021

3.4.5 Kontaktor

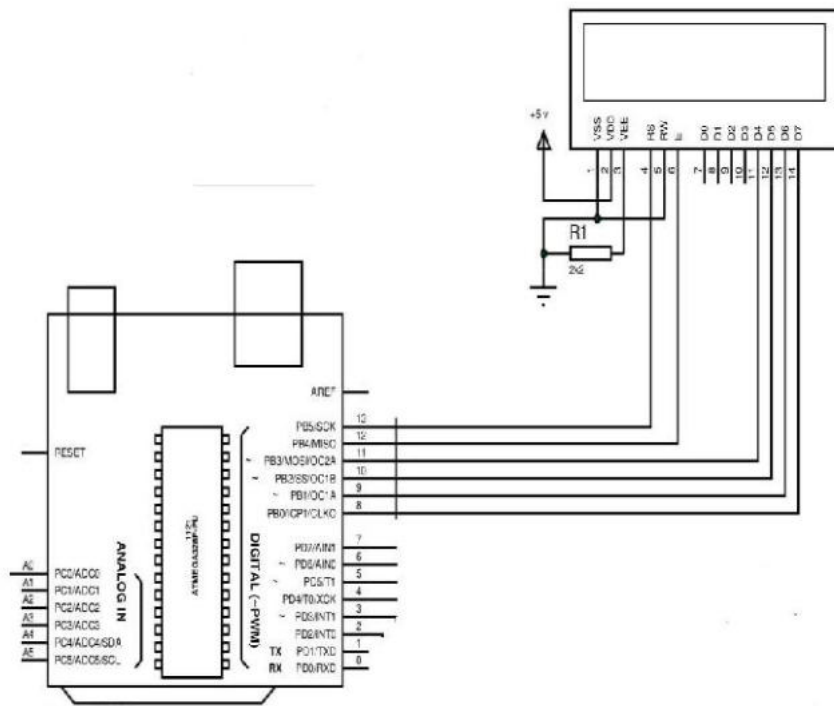
Dalam alat ini, kontaktor berfungsi sebagai pemisah antara beban dan relay. Keluaran dari NO Relay masuk ke terminal A1 sebagai sumber tegangan kerja dari kontaktor. Untuk kontak bantu, yang digunakan adalah kontak bantu NO.



Gambar 3. 7 Kontaktor
Sumber: Penulis, 2021

3.4.6 LCD

Display LCD sebuah liquid crystal atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Pada LCD ini, akan menampilkan nilai arus nominal yang telah ditentukan serta nilai arus yang mengalir ke beban.

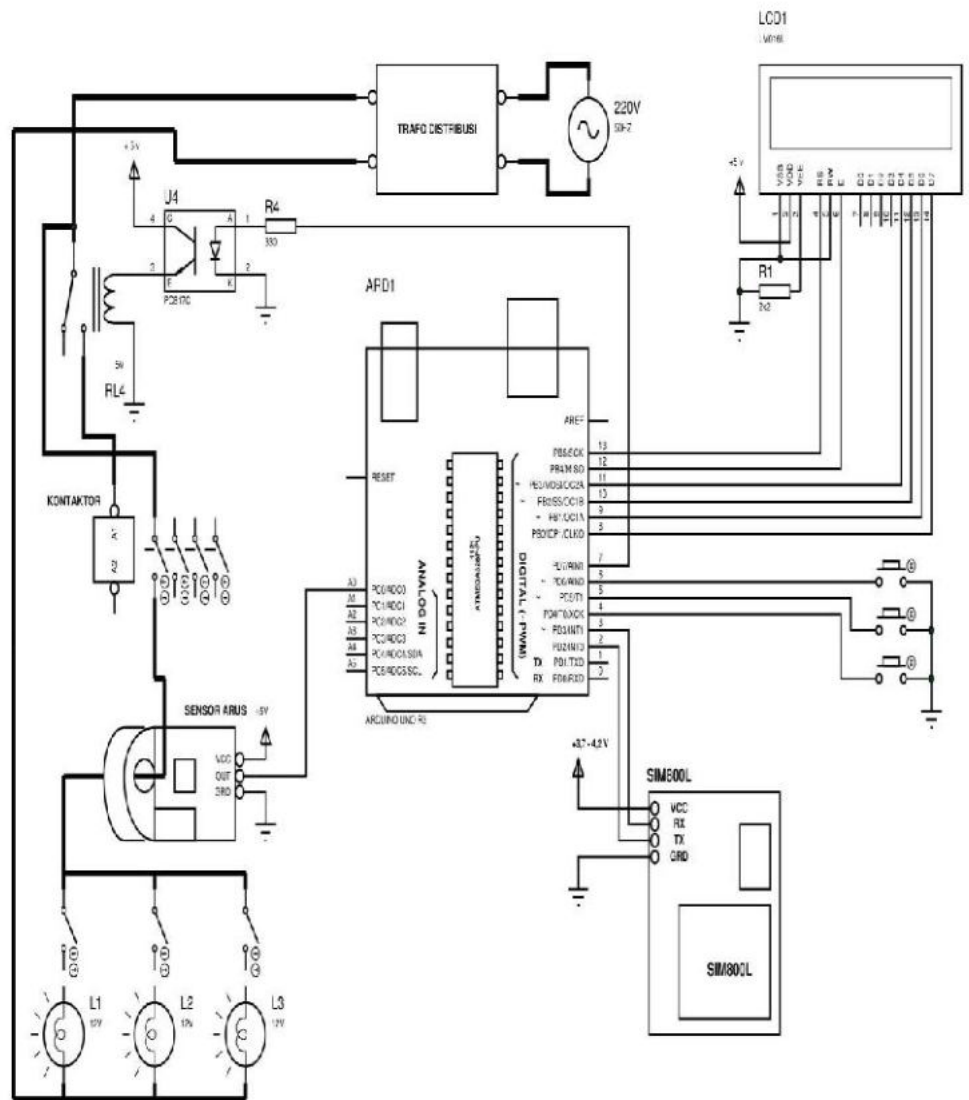


Gambar 3. 8 Rangkaian LCD pada Arduino Uno

Sumber: Penulis, 2021

3.5 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Rangkaian keseluruhan sistem adalah keseluruhan dari komponen yang digunakan kemudian di rangkai sehingga sistem dapat bekerja. Berikut ini adalah rangkaian keseluruhan sistem pengaman beban lebih dan peringatan dini trafo distribusi menggunakan notifikasi sms :



Gambar 3.9 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Sumber: Penulis, 2021

BAB 4

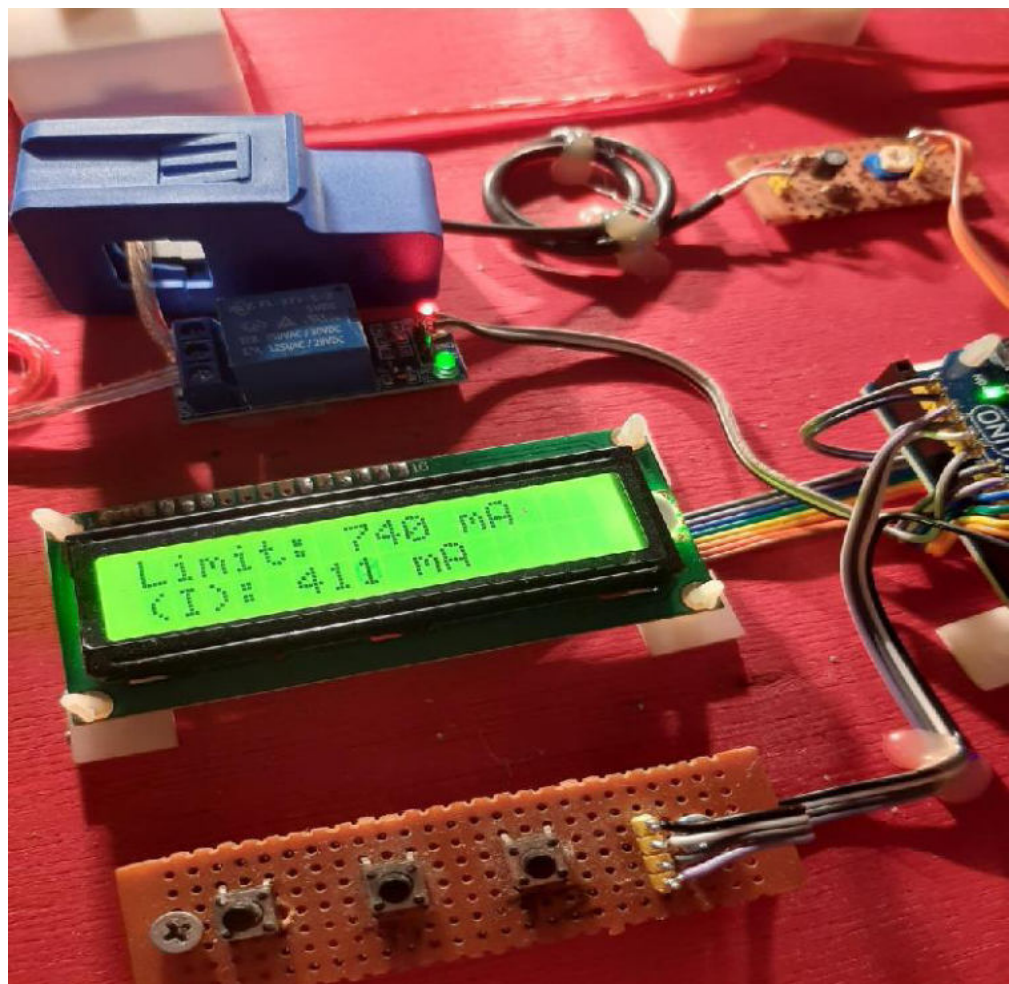
PENGUJIAN DAN ANALISA

Di dalam bab ini dilakukan pengujian terhadap tiap tiap bagian dari blok rangkaian dan juga alat secara keseluruhan . Pengujian – pengujian yang dilakukan pada rancangan alat ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan proses kerja dari rangkaian – rangkaian yang di uji secara keseluruhan seperti yang di harapkan. Dimulai dengan pengujian setiap bagian-bagian dari komponen-komponen yang bertujuan untuk mengetahui apakah setiap bagiannya bekerja dengan baik. Dilanjutkan dengan pengujian sistem secara keseluruhan yang bertujuan untuk mengetahui apakah antarbagian sistem bekerja dengan baik sehingga bisa menghasilkan satu sistem utuh sesuai yang diharapkan serta melakukan pendataan pada sistem tersebut. Pengujian pertama-tama dilakukan secara terpisah, dan kemudian ke dalam dilakukan ke dalam sistem yang telah terintegrasi. Pengujian yang dilakukan pada bab ini antara lain:

1. Pengujian CT
2. Pengujian SIM800L
3. Pengujian Arduino Uno
4. Pengujian LCD
5. Pengujian Relay dan Kontaktor

4.1 Pengujian CT

Pengujian sistem ini dilakukan dengan cara memberikan beban, kemudian CT akan membaca induksi pada penghantar dan akan kemudian akan ditampilkan pada LCD. Berikut ini adalah data yang terbaca oleh CT dengan memberikan beban 2 buah Lampu Pijar 60 Watt dan 25 watt:

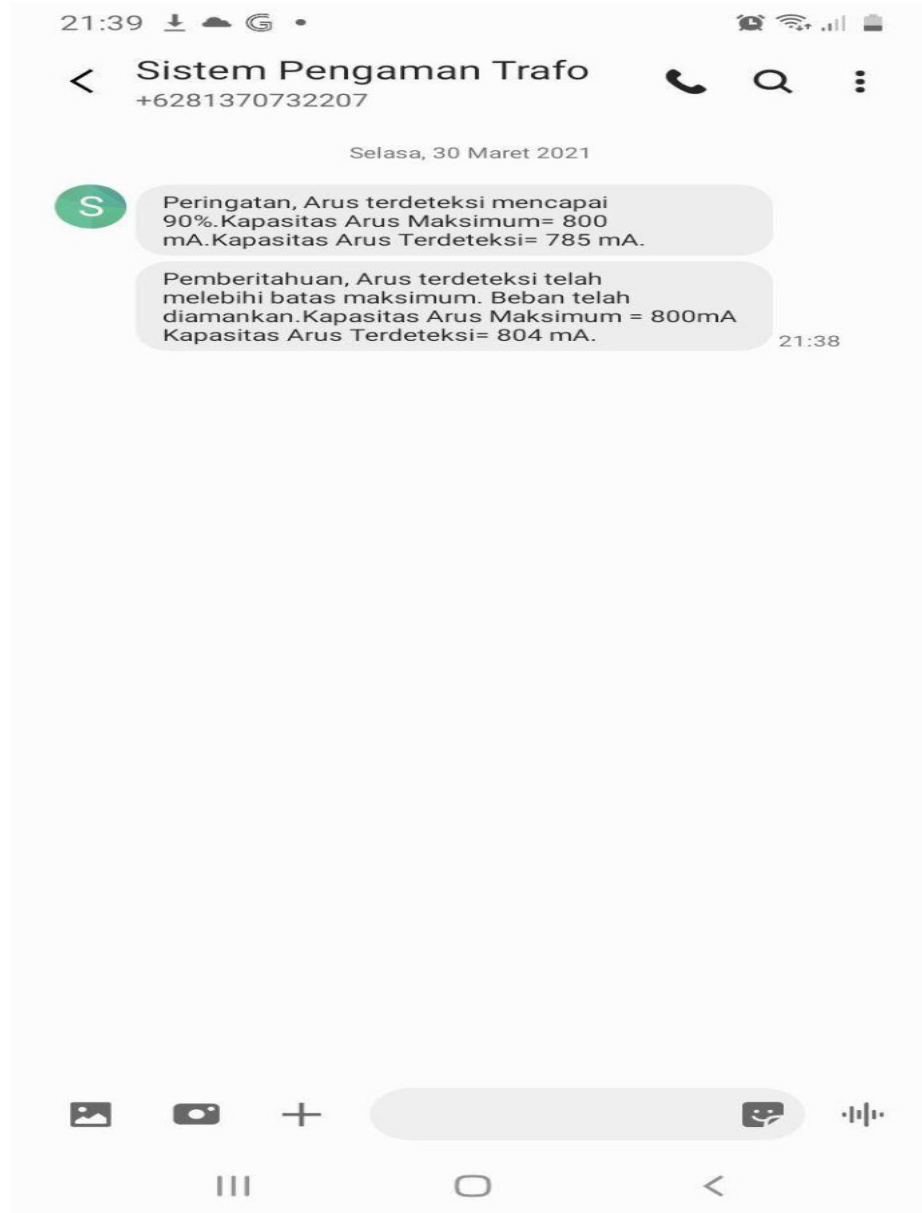


Gambar 4.1 Nilai Arus 2 Beban Lampu Pijar 60 Watt dan 25 watt

Sumber: Penulis, 2021

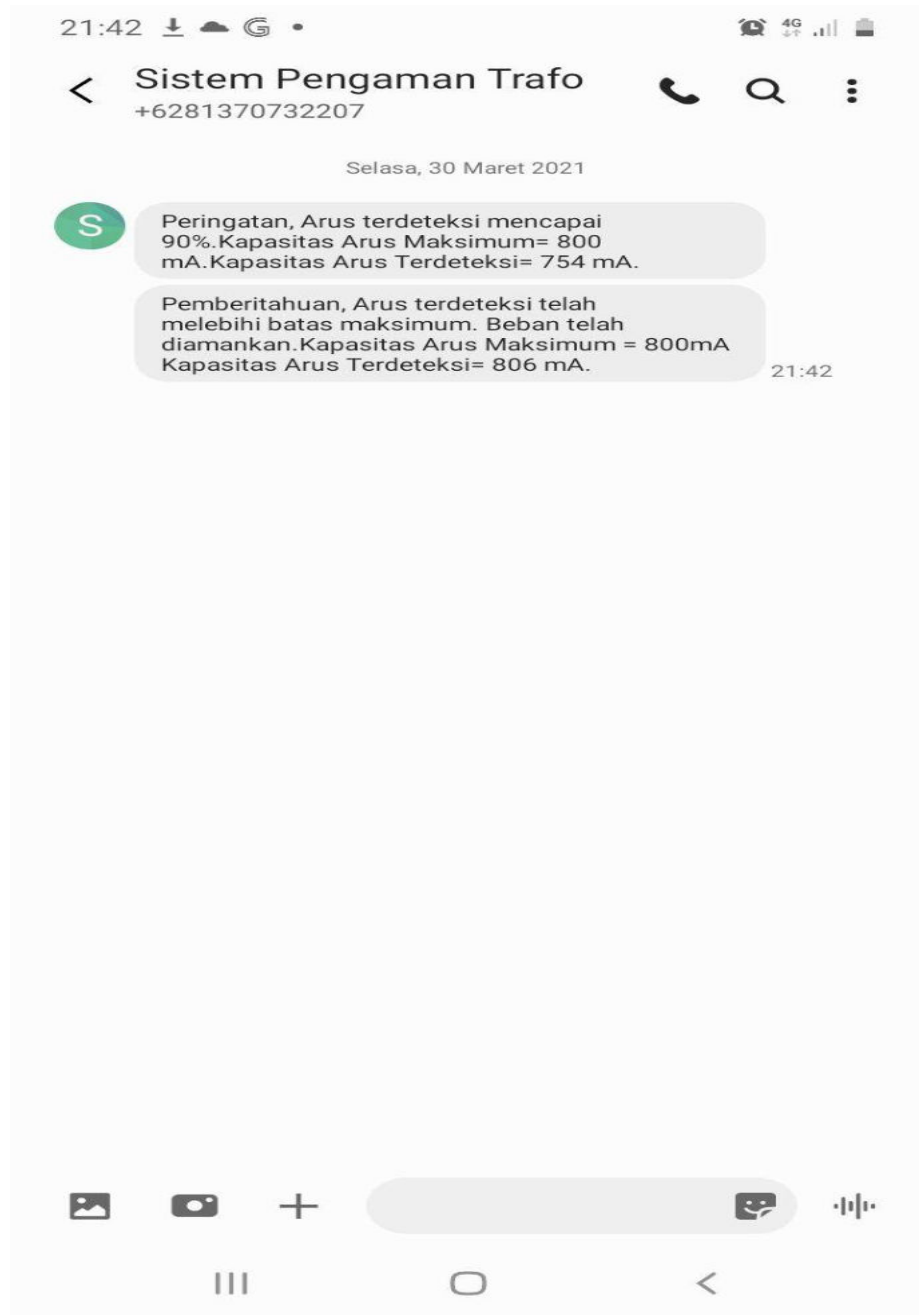
4.2 Pengujian SIM800L

Pengujian ini dilakukan ketika modul GSM telah dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Uno. Pada saat modul GSM aktif, LED pada modul ini akan menyala berkedip dalam delay waktu yang cepat. Tahap tersebut adalah keadaan dimana modul GSM tengah mencari sinyal dari kartu SIM yang telah dimasukkan. Pada saat sinyal telah didapat, hal ini ditandai dengan LED yang berkedip dalam delay waktu yang relative lebih lambat. Modul GSM ini berfungsi sebagai media interface antara operator dengan alat yang mana modul GSM ini akan memberikan perintah kepada mikrokontroler yang diterima dari pengguna melalui SMS. Berikut adalah bentuk notifikasi sms apabila nilai arus yang mengalir ke beban mencapai setiap setiap set point yang telah ditentukan



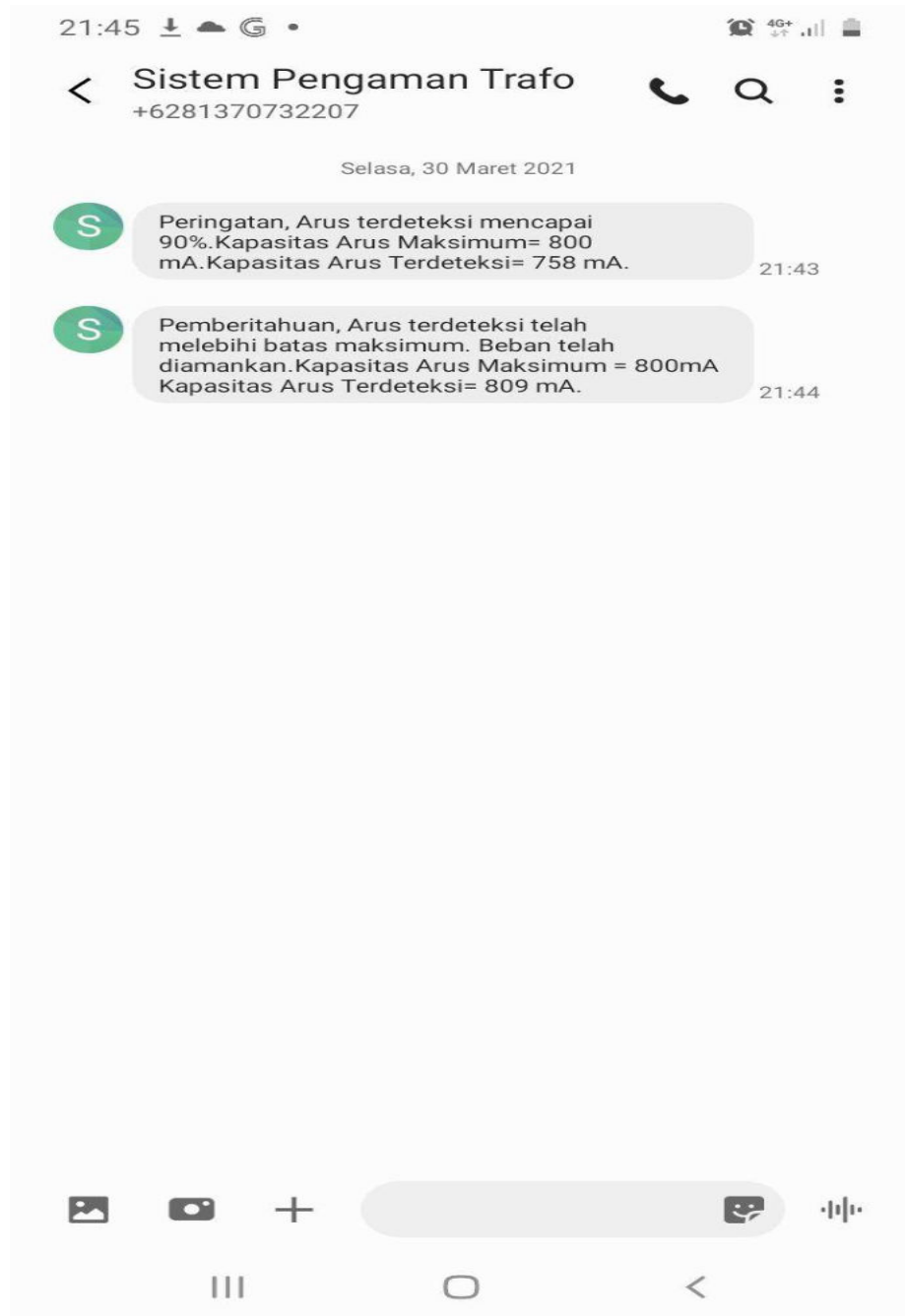
Gambar 4.2 Notifikasi SMS pada saat peringatan & arus terdeteksi

Sumber: Penulis, 2021



Gambar 4.3 Notifikasi SMS pada saat peringatan & arus terdeteksi

Sumber: Penulis, 2021

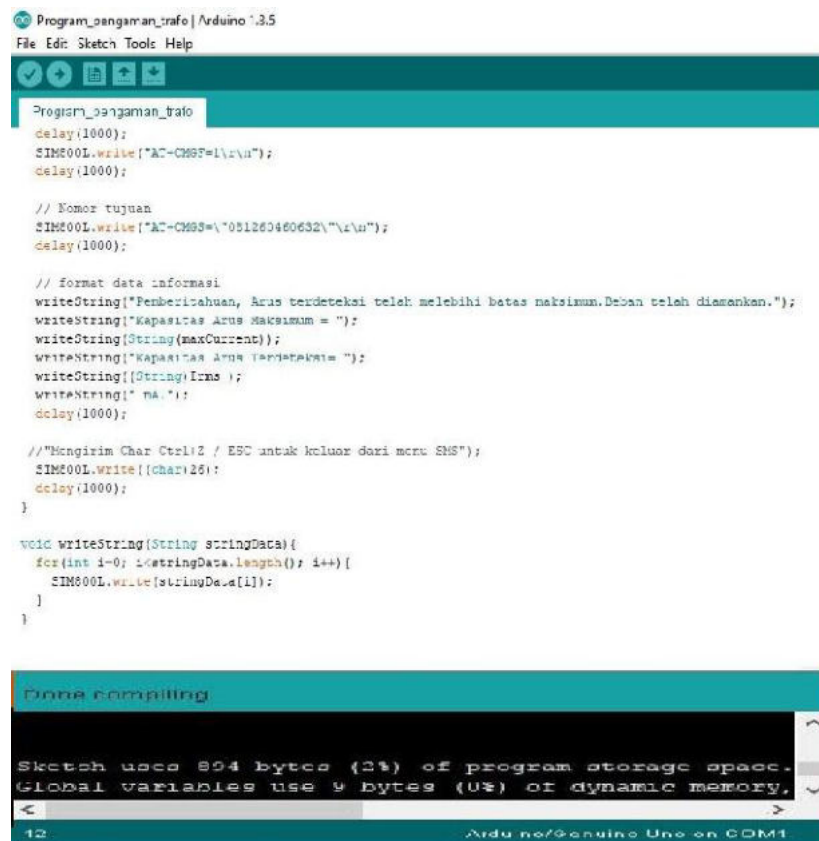


Gambar 4.4 Notifikasi SMS pada saat peringatan & arus terdeteksi

Sumber: Penulis, 2021

4.3 Pengujian Arduino

Pengujian sistem ini dilakukan dengan cara memberikan suplai tegangan terhadap rangkaian Arduino kemudian mengecek fungsi bagian-bagian seperti port-port I/O dan tombol reset, dan lampu indikator. Sistem Arduino UNO disuplai dengan catu daya sebesar 12VDC yang dialirkan melalui adapter sehingga menghasilkan 5VDC. Sistem Arduino akan dikatakan baik apabila ketika Arduino diinputkan program dari *software*.



Gambar 4.5 Skecth Arduino Uno

Sumber: Penulis, 2021

4.4 Pengujian LCD

Pada pengujian ini, LCD berfungsi sebagai penampil informasi, LCD yang digunakan adalah tipe 16x2, yang artinya display ini memiliki 16 karakter per baris dan terdiri dari empat baris, Jumlah karakter ini cukup untuk menampilkan informasi penting yang berupa arus listrik yang sedang digunakan, waktu, setting waktu, dan status kondisi waktu secara real-time.

LCD ini terdiri dari display dan backlight display, di mana display menggunakan teknologi liquid crystal display ditambahkan dengan backlight LED agar huruf terlihat dengan terang. LCD ini akan dihubungkan dengan Arduino Uno dengan interface data I2C, sehingga segala parameter proses pada Arduino Uno akan ditampilkan pada LCD. Pengetesan dapat dilakukan secara sederhana menghidupkan modul LCD beserta Arduino Uno dan mengirimkan sinyal I2C yang berupa tulisan (string) pada modul LCD.

Dari gambar di atas terlihat bahwa LCD dapat menampilkan parameter dan karakter dengan visibilitas yang baik, oleh karena itu pengetsan LCD dinyatakan selesai dalam keadaan baik.



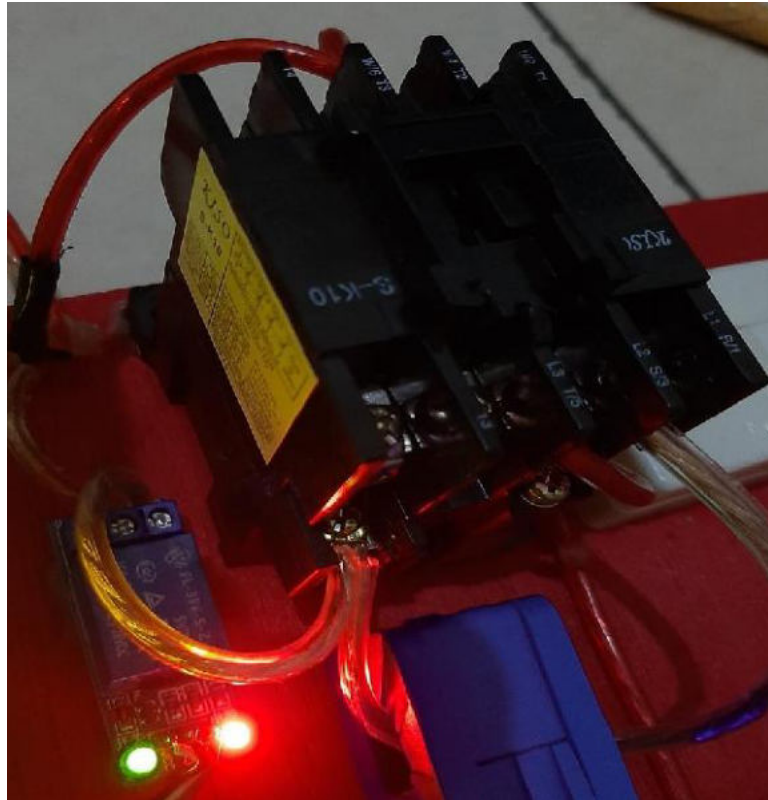
Gambar4.6 Pengujian LCD

Sumber: Penulis, 2021

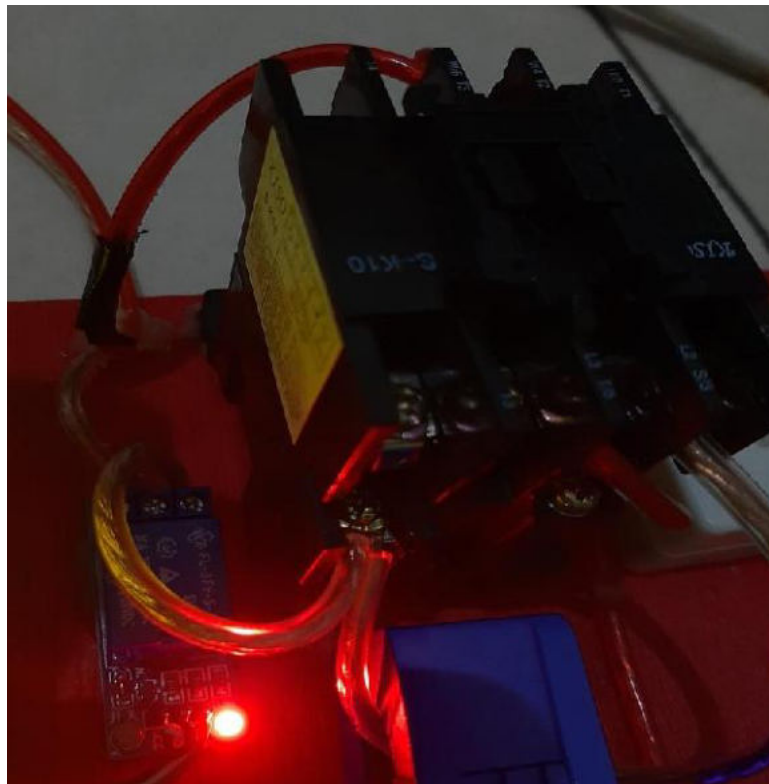
4.5 Pengujian Relay dan Kontaktor

alat ini menggunakan kombinasi antara relay dan kontaktor. Kontaktor digunakan karena mempunyai rating arus yang lebih besar daripada relay, dan relay digunakan karena untuk mengaktifkan koil pada kontaktor memerlukan arus yang cukup besar, di mana arus dari pin digital mikrokontroler tidak cukup untuk mengaktifkan koil tersebut sehingga dibutuhkan relay sebagai saklar untuk menghidupkan koil pada kontaktor. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sinyal ON dari pin digital sistem ke relay dan kontaktor yang telah terhubung dengan rangkaian.

terlihat bahwa keluaran dari kontaktor terhubung ketika relay dihidupkan, serta pada terminal juga telah terhubung, sehingga dapat disimpulkan bahwa relay dan kontaktor pada sistem ini bekerja dengan baik.



Gambar 4.7 Pengujian Relay & Kontaktor dalam kondisi ON
Sumber: Penulis, 2021



Gambar 4.8 Pengujian Relay & Kontaktor dalam kondisi OFF
Sumber: Penulis, 2021

4.6 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Dalam sistem pengaman trafo arus yang mengalir ke beban melebihi arus nominal, maka relay akan memutus sumber daya ke beban sehingga trafo aman dari beban lebih. Dari karakteristik tersebut, penulis merancang sistem pengaman beban lebih dan peringatan dini trafo distribusi menggunakan notifikasi sms.

Dalam pengujian sistem secara keseluruhan, berikut merupakan hasil pengujiannya:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Arus Nominal (mA)	Arus yang mengalir ke beban (mA)	Arus mencapai 90%	Notifikasi SMS
1	800	804	785	Ada
2	800	806	754	Ada
3	800	809	758	Ada

Sumber: Penulis, 2021

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 1). arus yang mengalir ke beban melebihi arus nominal, maka relay akan memutuskan sumber daya ke beban sehingga trafo aman dari beban lebih
- 2). arus yang mengalir ke beban semakin besar melebihi arus nominal, maka waktu tunda relay untuk memutuskan sumber daya ke beban akan semakin cepat
- 3). Keunggulan dari alat ini adalah adanya notifikasi, sehingga operator dapat langsung melakukan pengecekan apabila terjadi gangguan

5.2 Saran

- 1). pengiriman notifikasi sms bergantung pada sinyal operator seluler. lebih baik memakai simcard yang kualitas sinyalnya stabil.
- 2). Untuk I/O yang telah digunakan masih dapat dikembangkan dengan menggunakan komponen versi yang lebih baik untuk meningkatkan tingkat efisiensi dari alat ini

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino.Inc. (2015,September) www.arduino.cc [Online]
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Bejo A, 2008, *C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C Dalam Mikrokontroler ATmega8535*, CV.Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kadir, Abdul. 2014. *Form Zero to a Pro*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(7), 867-873.
- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Malvino Paul Albert, 2003, *Prinsip-prinsip elektronika*. Jakarta, Salemba.
- SimCom.(2016,Juni)"SIM800LhardwareDesign".<http://www.simcom.com> [Online]
- Sapiie, S.,Nishino,O. 1982. *Pengukuran Dan Alat-Alat Ukur Listrik*, Pradnya Paramita, Jakarta.