



**PERACANGAN SISTEM ARUS BOCOR PADA INSTALASI
LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN ELCB**

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

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : JONLI CANDRA SITUMORANG
NPM : 1614210051
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

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

Halaman Pengesahan

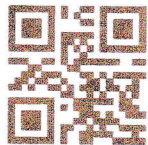
PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI ARUS BOCOR PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS ELCB

NAMA : JONLI CANDRA SITUMORANG
N.P.M : 1614210051
FAKULTAS : SAINS & TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro
TANGGAL KELULUSAN : 24 Mei 2021

DIKETAHUI

DEKAN



Hamdani, ST., MT.

KETUA PROGRAM STUDI



Siti Anisah, ST., MT

**DISETUJUI
KOMISI PEMBIMBING**

PEMBIMBING I



Solly Aryza, ST.,M.Eng

PEMBIMBING II



Amani Darma Tarijan, ST., MT

SURAT PERNYATAAN

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : JONLI CANDRA SITUMORANG
N. P. M : 1614210051
Tempat/Tgl. Lahir : Padangsidempuan / 30 Nopember 1998
Alamat : JL. Setia Budi Pasar II Tanjung Sari Medan
No. HP : 081389399526
Nama Orang Tua : H. Situmorang/BULAN FEBRUARI HUTAURUK
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Perancangan Sistem Proteksi Arus Bocor pada instalasi listrik Rumah Tangga Menggunakan EICB

Bersama dengan surat ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa data yang tertera diatas adalah sudah benar sesuai dengan ijazah pada pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan penuntutan kepada JNPAB. Apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar - benarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam keadaan sadar. Jika terjadi kesalahan, Maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.

Medan, 05 April 2021

Masa Masiht Pernyataan

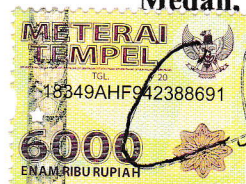


1614210051

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis yang diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, Juni 2021



Jonu Candra Situmorang
NPM. 1614210051

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : JONLI CANDRA SITUMORANG
NPM : 1614210051
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non exclusive Royalty-free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI ARUS BOCOR PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN ELCB”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



dan, Oktober 2020


JONLI CANDRA SITUMORANG

NPM :1614210051

**FORM PERUBAHAN JUDUL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

Nama : Jonli Candra Situmorang
 NPM : 1614210051
 Prodi : Teknik Elektro
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
 Judul Awal : Pendeteksi Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Earth leakage Circuit Breaker (ELCB)
 Judul Ubah : Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB
 Alasan Ubah : Karena Tidak Sesuai Dengan Tujuan Pembuatan Alat

Di Ajukan Oleh	Disetujui Doping I	Disetujui Doping II	Diketahui Ka.Prodi
Tgl: 5-2-2021	Tgl: 5-2-2021	Tgl: 23/3/21	Tgl: 23/3/21

**FORM PERUBAHAN JUDUL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

Nama : Jonli Candra Situmorang
 NPM : 1614210051
 Prodi : Teknik Elektro
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
 Judul Awal : Pendeteksi Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Earth leakage Circuit Breaker (ELCB)
 Judul Ubah : Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB
 Alasan Ubah : Karena Tidak Sesuai Dengan Tujuan Pembuatan Alat

Diajukan Oleh	Disetujui Doping I	Disetujui Doping II	Diketahui Ka.Prodi
Tgl: 5-2-2021	Tgl: 5-2-2021	Tgl: 23/3/21	Tgl: 23/3/21



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

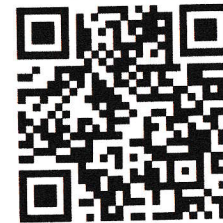
Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : JONLI CANDRA SITUMORANG
NPM : 1614210051
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Solly Aryza, ST.,M.Eng
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Proteksi Arus Bocor pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
01 Juli 2020	acc seminar proposal	Disetujui	
22 Agustus 2020	Revisi judul jadi perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga berbasis elcb	Revisi	
22 Agustus 2020	Lanjutkan Bab berikutnya	Revisi	
01 Februari 2021	acc seminar hasil	Disetujui	
08 Maret 2021	acc sidang	Disetujui	
10 Juli 2021	ACC jilid	Disetujui	

Medan, 12 Juli 2021
Dosen Pembimbing,



Solly Aryza, ST.,M.Eng



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 : JONLI CANDRA SITUMORANG
NPM : 1614210051
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Amani Darma Tarigan, ST., MT
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Proteksi Arus Bocor pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
30 Juni 2020	ACC SEMINAR PROPOSAL	Disetujui	
20 Agustus 2020	Revisi Judul menjadi "Perancangan Sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga berbasis ELCB"	Revisi	
04 Desember 2020	File BAB 2 agar di upload ulang, File tidak bisa dibuka	Revisi	
04 Desember 2020	Pada BAB 3 agar menbahkan dan menjelaskan sistem rangkaian, (Line Diagram) bukan rangkaian yang terpasang	Revisi	
16 Desember 2020	gunakan tata letak penomoran pada penulisan, perhatikan tata letak nomor nomor yang digunakan, sumber gambar, sumber penulisan, sumber tabel tidak boleh diambil dari http, wikipedia, blog, www. sudah dikatakan dari awal sumber diambil dari jurnal. skripsi, thesis, disertasi, minimal 5 tahun terakhir dari skrang, dari buku, atau ebook. namu tidak dijalankan. yang dikomentari bab 2 maka perbaiki dlu bab 2, sebelum diminta bab berikutnya	Revisi	
06 Januari 2021	gunakan angka 2 di BAB 2 bukan angka romawi, landasan teori, gambar dan tabel beri sumber refrensi penulisan dikutip dari mna? gunakan gambar asli pada bab 2, dan rangkaian jika bisa diubah dari software proteus	Revisi	
16 Januari 2021	TOLONG DIBACA LAGI YAKOMENTAR SAYA YANG DI AWAL DAN BACA BUKU PANDUAN PENULISAN SKRIPSI	Revisi	
31 Januari 2021	MOHON DIBACA BUKU PANDUAN PENULISAN SKRIPSI	Revisi	
01 Februari 2021	lengkapi berkas jdikan 1 file dan ACC Seminar Hasil	Disetujui	
20 Maret 2021	file skripsi dijadikan 1 dari coer hingga daftar pustaka, gambar komponen pada teori gunakan gambar hasil foto sendiri dari alat yang anda rancang, jarak keterangan gambar dan sumber 1 spasi	Revisi	
23 Maret 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui	
26 Juni 2021	Tulisan dibawah judul "Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi" berbentuk piramid (mengerucut kebawah). coba anda baca lebih teliti lagi buku opanduan penulisan skripsi tata cara penulisan daftar isi, dimna yang perlu di bolt dan dmna yang tidak perlu. daftar gambar masih banyak yg error. rapikan terlebih dahulu penulisan skripsi jgan terlalu banyak di enter.	Revisi	

29 Juni 2021	Judul pada abstrak dan abstract dibuat huruf kapital dan beri alenia di awal penulisan abstrak dan abstract. penulisan daftar isi 1.15 space, setiap BAB diberi jarak ENTER 1 kali. pada daftar isi perhatikan lagi yg mana yg prlu di bolt dan mana yg tidak. pada daftar tabel dan gambar perhatikan dan perbaiki yg mana yg perlu di bolt yg mana yg tidak. pada skripsi tidak ada saya melihat DAFTAR LAMPIRAN, kenapa pada daftar isi ada daftar lampiran?????	Revisi	
30 Juni 2021	Belum ada perubahan!!!!	Revisi	
05 Juli 2021	Coba anda perhatikan Tulisan pada bawah judul anda bandingkan dengan contoh penulisan skripsi teknik elektro, dan perhatikan kata kata pada dibawah judul abstrak apa saja yg perlu diutlis dan apa yg tidak, BUKA BUKU PANDUAN,	Revisi	
05 Juli 2021	Penulisan nama dosen pada abstrak tidak menggunakan gelar, jarak enter pada daftar isi belum diperbaiki, priksa bab 1 anda perhatikan letak elenia barunya, dan lebih di teliti lagi!!!!	Revisi	
10 Juli 2021	acc jilid	Disetujui	

Medan, 12 Juli 2021
Dosen Pembimbing,



Amani Darma Tarigan, 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 ARSITEKTUR	(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*

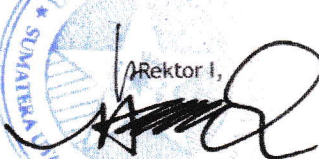
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

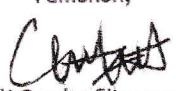
Nama Lengkap	: JONLI CANDRA SITUMORANG
Tempat/Tgl. Lahir	: PADANG SIDEMPUAN / 30 November 1998
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1614210051
Program Studi	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: Teknik Energi Listrik
Jumlah Kredit yang telah dicapai	: 115 SKS, IPK 3.50
Nomor Hp	: 082167446113
Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :	

No.	Judul
1.	Pendeteksi Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)0

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

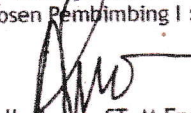
*Coret Yang Tidak Perlu

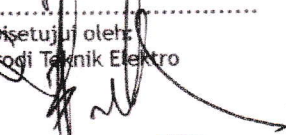

 (Ir. Bhakti Alamsyah, M.T., Ph.D.)

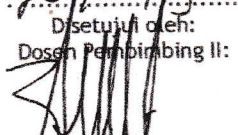
Medan, 25 November 2019
 Pemohon,

 (Jonli Candra Situmorang)

Tanggal :
 Disahkan oleh :
 Dekan

 (Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc.)

Tanggal : 28-11-2019
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing I :

 (Solly Andya, ST., M.Eng)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Ka. Prodi Teknik Elektro

 (Hamdan, ST., MT)

Tanggal : 28/11/19
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing II :

 (Aman Darma Mangin, ST., MT)

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02	Revisi: 0	Tgl. Eff: 22 Oktober 2018
----------------------------	-----------	---------------------------

Plagiarism Detector v. 1864 - Originality Report 3/30/2021 2:44:50 PM

ad document: JONLI CANDRA SITUMORANG_1614210051_TEKNIK ELEKTRO.docx Licensed for: Universitas Pembangunan Panca Budi_License03

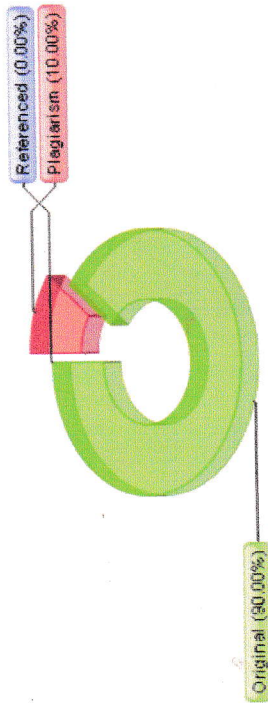
Comparison Preset: Rewrite Detected language

Check type: Internet Check



Detailed document body analysis:

Relation chart:



Distribution graph:



Top sources of plagiarism: 14

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.



Muhsini Muhsin Ritonga, BA., MSc

No. Dokumen : PM-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------



KARTU BEBAS PRAKTIKUM
Nomor. 20/BL/LTPE/2021

bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

na : JONLI CANDRA SITUMORANG
M. : 1614210051
kat/Semester : Akhir
ultas : SAINS & TEKNOLOGI
sar/Prodi : Teknik Elektro

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

Medan, 05 April 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: 3940/PERP/BP/2021

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

Nama : JONLI CANDRA SITUMORANG
M. : 1614210051
Kategori/Semester : Akhir
Kelas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Sejak tanggal 31 Maret 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus
lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 31 Maret 2021
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan,


Sugiarjo, S.Sos., S.Pd.I

Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 05 April 2021
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
 UNPAB Medan
 Di -
 Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : JONLI CANDRA SITUMORANG
 Tempat/Tgl. Lahir : Padangsidempuan / 30 Nopember 1998
 Nama Orang Tua : H. Situmorang
 N. P. M : 1614210051
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
 Program Studi : Teknik Elektro
 No. HP : 081389399526
 Alamat : JL. Setia Budi Pasar II Tanjung Sari Medan

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Perancangan Sistem Proteksi Arus Bocor** pada instalasi listrik Rumah Tangga Menggunakan EICB, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	0
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,500,000
3. [202] Bebas Pustaka	: Rp.	100,000
4. [221] Bebas LAB	: Rp.	5,000
Total Biaya	: Rp.	1,605,000

Ukuran Toga :

M

Diketahui/Disetujui oleh :



Hamdani, ST., MT.
 Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Hormat saya



JONLI CANDRA SITUMORANG
 1614210051

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan bertaku bila ;
 - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
 - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI ARUS BOCOR PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS ELCB

Jonli Candra Situmorang *

Solly Aryza **

Amani Darma Tarigan **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Tegangan sentuh merupakan salah satu beda tegangan yang terjadi selama mengalirnya arus gangguan tanah. Arus bocor Pada nilai tegangan yang kecil efek yang diakibatkannya tidak terlalu signifikan tetapi pada suatu nilai tegangan tertentu efeknya sangat berbahaya bahkan dapat berujung pada kematian manusia. Aplikasi Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) pada suatu sistem instalasi listrik merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk melindungi manusia dari bahaya yang diakibatkan tegangan sentuh. Prinsip kerja ELCB adalah dengan mendeteksi adanya arus bocor, dimana arus yang masuk ke sistem dibandingkan dengan arus yang keluar sistem, apabila ada perbedaan pada suatu nilai yang telah ditetapkan maka ELCB akan memutuskan aliran listrik ke sistem. Dengan Pengaplikasian ELCB dalam suatu sistem instalasi listrik diharapkan bahaya yang diakibatkan oleh adanya tegangan sentuh dapat dibatasi sehingga sistem aman bagi manusia

Kata kunci: ELCB, arus bocor

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro: jonlicandrasitumorang17@gmail.com

** Program Dosen Studi Teknik Elektro

THE CURRENT DETECTORS LEAKS ON A DOMESTIC ELECTRICAL INSTALLATION USING ELCB

Jonli Candra Situmorang *

Solly Aryza **

Amani Darma Tarigan **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

The household electrical control system is a controller of electrical equipment remotely that can be provided with online chat media so that users of electrical equipment are more efficient than the use of ordinary switches. This tool will function after connecting to the internet via ESP8266 which can access Wifi networks that can be approached automatically. Built-in hardware from the ESP8266 NodeMCU board as the main controller, telegram application as the electrical device, and relay as an automatic switch. Based on the results that can be concluded from this tool it works in accordance with the working principles designed. This discusses the operation of the telegram application in controlling the load, and the relay that will turn on and turn off the electrical equipment data confirmed with the telegram reads the same as that already entered into the program.

Keywords: *ELCB, leakage current*

* Electrical Engineering Student Program: jonlicandrasitumorang17@gmail.com

** Lecturer Purogram in Electrical Engineering

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ”**Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB**” ini disusun dan digunakan sebagai salah satu syarat untuk menempuh Tugas Akhir program studi Teknik Elektro pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Selama penyusunan penulisan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E.,M.M., selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
2. Bapak 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 Program Studi Teknik Elektro
4. Bapak Solly Aryza, S.T.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Amani Darma Tarigan,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II
6. Keluarga serta teman- teman yang telah memberikan dorongan serta Semangat dan material

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada skripsi ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Medan, Juni 2021

Jonli Candra Situmorang
NPM. 1614210051

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat penelitian.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Proteksi	8
2.2 Sifat – Sifat Sistem Proteksi.....	9
2.3 Gangguan Hubung Singkat pada Sistem Distribusi	10
2.4 Peralatan Pengaman Sistem Proteksi	12
2.5 Pemutus Tegangan (PMT).....	14
2.6 <i>Earth Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB)	18

2.7 <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB)	23
2.8 Gangguan Arus Bocor	24
2.9 <i>Arduino Uno R3</i>	30
2.10 Sensor Arus	32
2.11 Sensor Tegangan	33
2.12 <i>TRIAC</i>	34
2.13 Kontraktor	35
2.14 Sekering.....	37
2.15 Dasar Proteksi Sistem Tenaga Listrik	38
2.16 Sistem Pengamanan Bahaya Listrik	40
2.17 <i>Residual Current Circuit Breaker</i> (RCCB).....	40

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	44
3.2 Pendekatan Penelitian.....	45
3.3 Lokasi Penelitian	45
3.4 Sumber Data	45
3.5 Tahapan-Tapahan Penelitian	46
3.6 Subyek Penelitian	47
3.7 Ruang Lingkup Penelitian	47
3.8 Perancangan Perangkat Keras	47
3.9 Metode Pengumpulan Data	48

BAB 4 HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Komponen Perancangan Alat Pendeteksi Arus Bocor	52
4.2 Cara Perancangan Alat Pendeteksi Arus Bocor	56
4.3 Pendeteksi Kebocoran Arus	57
4.4 Penerapan ELCB di dalam pendeteksi arus bocor	58

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 60

5.2 Saran..... 61

DAFTAR PUSTAKA 62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Besar dan Lama Sentuh Maksimum pada ELCB.....	23
Tabel 4.1 Hasil Percobaan.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Current Transformer</i>	13
Gambar 2.2 Potential Transformer	14
Gambar 2.3 Pemutus Tegangan.....	14
Gambar 2.4 Recloser	17
Gambar 2.5 Ground Fault Relay	18
Gambar 2.6 Prinsip-Prinsip ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)	19
Gambar 2.7 Gangguan Arus Bocor	30
Gambar 2.8 IDE Sketch Arduino & Konfigurasi Pin Board Arduino.....	32
Gambar 2.9 Line Diagram Sensor Arus	33
Gambar 2.10 TRIAC (Triode for Alternating Current).....	35
Gambar 2.11 Gambaran Sistem Kontraktor	36
Gambar 2.12 Residual Current Circuit Breaker 1 Phasa.....	42
Gambar 2.13 Rangkaian ELCB Elektronik	42
Gambar 3.1 Diagram Sistem Proteksi Arus Bocor.....	48
Gambar 4.1 ELCB	52
Gambar 4.2 Spesifikasi ELCB	53
Gambar 4.3 Sensor tegangan.....	54
Gambar 4.4 Arduino	55
Gambar 4.5 LCD	55
Gambar 4.6 Stopkontak	56
Gambar 4.7 Perancangan Alat Pendeteksi Arus Bocor	56
Gambar 4.8 Proses Kerja Sistem Proteksi ELCB.....	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia, setiap orang baik lapisan masyarakat tingkat bawah sampai masyarakat tingkat atas pasti akan memerlukan listrik, baik untuk kebutuhan rumah tangga, perkantoran maupun untuk kebutuhan industri. Namun akan lebih arif dan bijaksana apabila kita juga mengetahui dan mewaspadaai bahaya dari arus listrik sehingga akan lebih berhati-hati dalam menggunakan listrik ini dalam kehidupan sehari-hari, efek dari sengatan listrik sangat bervariasi, mulai dari cacat fisik dan psikis sampai membawa korban jiwa. Oleh sebab itu, perlu adanya sistem pengamanan atau proteksi terhadap bahaya listrik dalam mendesain suatu instalasi listrik.

Sering di jumpai ditengah masyarakat yang menggunakan peralatan rumah tangga seperti mesin cuci, kulkas, setrika listrik, atau AC, Mereka tidak sengaja tersentuh peralatan-peralatan listrik yang sedang di operasikan dan merasakan sengatan arus listrik, hal ini disebabkan karena adanya arus bocor pada instalasi listrik atau peralatan listrik. Arus bocor dapat terjadi karena mengalir nya arus dari kawat fasa (fasa yang bertengangan) ke tanah di akibatkan adanya kebocoran isolasi yang disebabkan sehingga manusia akan terhindar dari bahaya sengatan aliran listrik.

Melalui penelitian ini akan di teliti bagaimana cara mengatasi sengatan listrik dengan cara menggunakan *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) satu fasa dimana dengan

alat tersebut dapat di lihatkan fungsi ELCB yang digunakan untuk mengamankan manusia dari bahaya yang di akibatkan tegangan sentuh Di dalam pemasangan instalasi, ELCB adalah sebuah alat pemutus ketika terjadi kontak antara arus positif, arus negatif dan grounding pada instalasi listrik, dan yang lebih penting lagi ELCB bisa memutuskan arus listrik ketika terjadi kontak listrik dan tubuh manusia. kurang dan minimnya tingkat pengamanan pada sistem instalasi listrik dapat menimbulkan resiko bahaya terhadap tubuh manusia bila bersentuhan dengan bagian listrik yang aktif dimana pada taraf tertentu saat bersentuhan dengan bagian listrik yang aktif dapat menimbulkan kematian. Berdasarkan laporan pada referensi dimana kasus terhadap bagian listrik aktif secara langsung ataupun tidak dapat menimbulkan kecelakaan yang memberikan dampak seperti luka bakar pada bagian tubuh, mengalami kejang, pingsan dan bahkan sampai mengalami kematian. Bersentuhan dengan bagian listrik aktif dapat terjadi secara langsung dengan menyentuh bagian listrik yang memiliki tegangan sama dengan tegangan sumber atau menyentuh peralatan listrik yang mengalami kegagalan ataupun rusak material isolasi peralatanya dimana faktor kegagalan isolasi ini merupakan penyebab 30% .

Resiko kegagalan ataupun kerusakan isolasi pada material peralatan listrik seringkali menimbulkan sengatan pada tubuh manusia saat mengalami sentuhan secara langsung ataupun tidak langsung dengan peralatan listrik , akibat sengatan tersebut mengakibatkan timbulnya arus listrik yang mengalir ke dalam tubuh manusia menuju tanah , arus listrik yang mengalir ke dalam tubuh ini dikenal sebagai arus bocor

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan yang telah disampaikan diatas, maka rumusan masalah yang terdapat pada skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara perancangan alat pendeteksi arus bocor ?
2. Bagaimana mendeteksi penyebab terjadinya kebocoran di peralatan?
3. Bagaimana implementasi ELCB di dalam pendeteksi bocor arus?

1.3 Batasan Masalah

Menghindari suatu kesimpangsiuran dalam penulisan dan luasnya ruang lingkup penulisan, adapun yang akan menjadi batasan masalah dalam perancangan ini agar tercapainya tujuan dalam perancangan alat adalah :

1. Uji coba perancangan alat ini sebagai pendeteksi arus bocor menggunakan ELCB
2. Alat ini hidup secara otomatis
3. Sistem pendeteksi ini sangat bisa digunakan di instalasi listrik rumah tangga
4. Menggunakan ELCB sebagai pengaman pada satu satunya sistem instalasi listrik rumah tangga
5. Tidak membahas bahasa pemrograman dan tidak membahas secara *detail* mengenai sensor

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, Penulis mempunyai beberapa tujuan dalam pembuatan rancangan alat ini yaitu :

1. Merancang alat pendeteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga untuk menghindari kebakaran
2. Memanfaatkan ELCB sebagai pengaman pendeteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga
3. Membuat rangkaian instalasi listrik rumah tangga yang sudah dipasang ELCB sebagai contoh alat

1.5 Manfaat penelitian

Dalam penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan, kemampuan dan keterampilan dalam bentuk sebuah produk teknologi.
2. Sebagai alat pengaman yang berguna untuk setiap instalasi listrik rumah tangga.
3. Penggunaan peralatan listrik dapat bekerja secara otomatis sehingga aman bagi pengguna
4. Untuk mengembangkan pengetahuan masyarakat dalam meningkatkan keamanan instalasi listrik rumah tangga

5. Mengenalkan pengamanan ELCB (*eight light circuit breaker*) kepada pembelajar untuk mengetahui alat keamanan dalam instalasi listrik

1.6 Metode Penelitian

Teknik Pengumpulan data yang akan dilakukan dalam penulisan ini terdiri dari beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

1. Studi literatur berfungsi untuk memperoleh informasi tentang teori –teori dasar sebagai sumber didalam penulisan skripsi ini. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan masalah ini diperoleh dari literatur, penjelasan yang diberikan oleh pembimbing, rekan- rekan mahasiswa, internet, dan buku-buku yang berhubungan dengan skripsi ini.
2. Studi eksperimen dengan menggunakan percobaan alat di tempat perancangan yang bisa di buktikan dengan gambar serta video percobaan alat tersebut.
3. Uji alat adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk membuktikan sistem tersebut.
4. Metode analisis merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat ini. Melakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7 Sistematika Penulisan

Mempermudah suatu proses penyusunan penulisan, maka penulis menggunakan sistematika penulisan yang sesuai dengan urutan –urutan bab yang ada. Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah yang diteliti, pembatasan masalah yang diteliti, tujuan, manfaat, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori yang relevan ataupun teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan terhadap komponen –komponen yang digunakan didalam sistem kendali peralatan listrik rumah tangga berbasis aplikasi telegram.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tempat, jadwal penelitian, teknik pengumpulan data, rancangan penelitian, dan tahap – tahap pembuatan rancang bangun sistem kendali kelistrikan rumah tangga berbasis aplikasi telegram.

BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisa hasil dan serta pembahasan yang telah dibahas dibab sebelumnya.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dari pembahasan sistem perancangan alat dan dalam meningkatkan hasil akhir yang lebih baik diberikanlah saran -saran terhadap hasil pembuatan skripsi.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah suatu sistem pengamanan terhadap peralatan listrik, yang diakibatkan adanya gangguan gangguan teknis, gangguan alam, kesalahan operasi, dan penyebab yang lainnya, manfaat dari sistem proteksi ini adalah menghindari ataupun untuk mengurangi kerusakan di peralatan-peralatan akibat gangguan (kondisi abnormal operasi sistem). Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan maka akan semakin sedikit pengaruh gangguan kepada kemungkinan kerusakan alat, selain itu dapat cepat melokalisir luas daerah yang mengalami gangguan, menjadi sekecil mungkin ini juga dan dapat juga memberikan keamanan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik jika terjadi gangguan gangguan pada sistem, pada operator yang merasakan adanya gangguan pada sistem, para operator yang merasakan adanya gangguan tersebut diharapkan segera dapat mengoperasikan circuit-circuit breaker yang tepat untuk mengeluarkan sistem yang terganggu meningkat arus gangguan yang cukup besar, maka perlu secepat mungkin dilakukan proteksi. Hal ini perlu suatu peralatan yang digunakan untuk mendeteksi keadaan-keadaan yang tidak normal tersebut dan selanjutnya menginstruksikan alat proteksi untuk memutus.

Banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam mempertahankan arus kerja maksimum yang aman. Jika arus kerja bertambah melampaui batas aman yang

ditentukan dan tidak ada proteksi atau jika proteksi tidak ada proteksi atau tidak efektif maka keadaan tidak normal dan akan mengakibatkan kerusakan isolasi Prinsip kerja sistem proteksi arus bocor pertama

2.2 Sifat – Sifat Sistem Proteksi

Dalam perencanaan sistem proteksi, maka untuk mendapatkan suatu sistem proteksi yang baik diperlukan sifat- sifat sabagai berikut :

1. Sensitif

Relai proteksi mendeteksi apabila terdapat gangguan yang terjadi di daerah pengamanannya dan harus cukup sensitif untuk mendeteksi gangguan tersebut dengan rangsangan minimum dan bila perlu hanya mentriapkan pemutus tenaga (PMT) untuk memisahkan bagian sistem yang terganggu, sedangkan bagian sistem yang sehat dalam hal ini tidak boleh terbuka. Sehingga relai proteksi harus peka terhadap gangguan sekecil mungkin yang terjadi di daerah pengamannya.

2. Selektif

Selektivitas dari relai proteksi adalah suatu kualitas kecermatan pemilihan dalam mengadakan pengamanan, bagian yang terbuka dari suatu sistem oleh karena terjadinya gangguan harus sekecil mungkin, sehingga daerah yang terputus menjadi 18 lebih kecil. Relai proteksi harus mampu menentukan daerah kerjanya secara cepat dan tepat agar hanya bagian yang terganggu yang dibuka.

3. Cepat

Semakin cepat relai proteksi bekerja, tidak hanya dapat memperkecil kemungkinan akibat gangguan, tetapi dapat memperkecil kemungkinan meluasnya akibat yang ditimbulkan oleh gangguan. Sistem proteksi harus mampu memberikan respon yang sesuai dengan kebutuhan peralatan /sistem yang diproteksi sesuai settingnya.

4. Andal

Dalam keadaan normal atau sistem yang tidak pernah terganggu relai proteksi tidak bekerja selama berbulan-bulan mungkin bertahun-tahun, tetapi relai proteksi bila diperlukan harus dan pasti dapat bekerja. Jadi relai proteksi harus tetap bisa bekerja sebagaimana mestinya meskipun sudah lama tidak bekerja karena tidak ada nya gangguan. Untuk menjaga keandalan relai proteksi tersebut maka dilakukan pemeliharaan relai proteksi secara rutin.

5. Ekonomis

Dengan biaya yang sekecil-kecilnya diharapkan relai proteksi mempunyai kemampuan pengaman yang sebesar-besarnya. Meskipun dengan biaya yang kecil, relai proteksi harus tetap memenuhi prsyarat sensitivitas, selektivitas, cepat dan andal

2.3 Gangguan Hubung Singkat pada Sistem Distribusi

Pada prinsipnya setiap gangguan hubung singkat adalah gangguan yang terjadi akibat adanya hubungan langsung antar fasa (fasa R-S, fasa R-T, fasa S-T, fasa R-S-T) atau juga bisa terjadi akibat adanya hubungan fasa-tanah yang ada pada jaringan, gardu

induk, maupun pusat pembangkit. Besarnya arus hubung singkat dan sudut fasanya tergantung pada jenis gangguan, besarnya sistem pembangkitan, impedansi sumber sampai dengan titik gangguan serta impedansi gangguan itu sendiri. Gangguan hubung singkat dibedakan menjadi dua berdasarkan sifatnya, yaitu gangguan hubung singkat temporer dan gangguan hubung singkat permanen.

2.3.1 Gangguan Temporer

Gangguan temporer merupakan gangguan sementara karena dapat hilang dengan sendirinya dengan cara memutuskan bagian yang terganggu sesaat, kemudian menutup balik kembali, baik secara otomatis (*autorecloser*) maupun secara manual oleh operator. Biasanya terjadi pada kawat penghantar yang tidak berisolasi, gangguannya bersifat sementara jadi setelah gangguan itu hilang peralatan bisa bekerja kembali. Biasanya disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:

1. Pada daerah yang terbuka biasanya sering terjadi karena sambaran petir yang menyebabkan flashover antara isolator dengan traves atau crossarm.
2. Bisa juga terjadi pada daerah yang banyak pepohonan, biasanya jika terjadi angin kencang ranting pohon yang bergerak dapat bersentuhan dengan kabel penghantar yang menyebabkan hubung singkat antara fasa dengan tanah.
3. Bersentuhannya antar kabel penghantar akibat angin atau andongan yang tarikannya kurang kuat atau sudah kendur.

2.3.2 Gangguan Secara Mekanis

Mekanis atau gaya tarik menarik atau tolak menolak pada penghantar fasa yang terganggu karena adanya frekuensi elektrik yang dapat menimbulkan frekuensi mekanis, di mana arus gangguan hubung singkat yang terjadi, dapat menimbulkan gaya tarik-menarik atau tolak-menolak pada penghantar yang dilalui arus gangguan tersebut, misalnya material busbar pada cubicle, *switchgear* atau belitan pada trafo tenaga. Materi ini harus memiliki kekuatan mekanis, sehingga tahan terhadap gaya-gaya tersebut .

2.4 Peralatan Pengaman Sistem Proteksi

Sistem proteksi penyulang 20 kV merupakan kumpulan dari peralatan peralatan proteksi jaringan distribusi yang bekerja dalam satu kesatuan utuh yang berfungsi untuk melindungi jaringan distribusi 20 KV. Peralatan proteksi penyulang 20 KV yang terletak di jaringan 20 KV adalah CT (*Current Transformer*), PT (*Potential Transformer*), PMT (Pemutus Tenaga), Catu Daya, dan Pengawatan. Semua peralatan proteksi memiliki unjuk yang bagus, baik secara individu maupu koordinasi antar peralatan tersebut. Tidak hanya relai nya saja, tetapi semua peralatan yang mendukung sistem proteksi berjalan dengan baik. Berikut ini adalah beberapa peralatan proteksi :

1. *Current Transformer*

Trafo arus yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada intalasi tenaga listrik di sisi primer (TET, TT, dan TM) yang berskala besar dengan melakukan transfrmasi dari besaran arus yang besar

menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi.

Current Transformer atau Trafo arus berfungsi untuk menurunkan arus besar/tinggi pada tegangan tinggi/menengah menjadi arus kecil pada tegangan rendah yang biasanya disebut arus sekunder. Arus dari tegangan menengah diturunkan untuk masukan peralatan proteksi dan meter, karena peralatan proteksi dan meter tidak dapat mendeteksi arus yang besar. Selain itu CT juga berfungsi sebagai isolasi atau pemisah peralatan HV (*High Voltage*) dan peralatan LV (*Low Voltage*).



Gambar 2.1 Current Transformer

Sumber: Kadir, 2016

2. Potential Transformer (*Potential Transformer*)

Trafo yang digunakan untuk mentransformasi tegangan menengah ke tegangan rendah, dimana tegangan sisi sekundernya tersebut sebagai input peralatan proteksi dan pengukuran. Berbeda dengan trafo tenaga, PT dibutuhkan tingkat

ketelitian dan tegangan yang sesuai dengan peralatan di sisi sekundernya, sedangkan trafo tenaga dibutuhkan tegangan dan kemampuan daya tersebut. Tegangan sekunder dari PT digunakan sebagai 17 pengukuran di kWh meter, dan sistem proteksi untuk relai UFR (*Under Frequency Relay*). merupakan gambar dari Potential Transformer.



Gambar 2.2 Potential Transformer

Sumber: Kadir, 2016

2.5 Pemutus Tegangan (PMT)



Gambar 2.3 Pemutus Tegangan

Sumber: Kadir, 2016

Berdasarkan IECV (*International Electrotechnical Vocabulary*) 441-14-20 disebutkan bahwa *Circuit Breaker* (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT) merupakan 19 peralatan saklar/switching mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam kondisi abnormal/gangguan seperti kondisi hubung singkat (*short circuit*). Sedangkan defisini PMT berdasarkan IEEE C37.100:1992 (*Standard definitions for power switchgear*) merupakan peralatan saklar/switching mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal sesuai dengan ratingnya serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal/gangguan sesuai dengan ratingnya Berdasarkan pengertian tersebut, PMT merupakan salah satu peralatan pada gardu induk yang dapat menutup, mengalirkan dan memutus arus apabila terjadi gangguan atau keadaan tidak normal dalam kondisi berbeban. Berdasarkan jumlah mekanik penggerak/tripping coil PMT dibedakan menjadi:

2.5.1 PMT *Three Pole*

PMT *Three Pole* Merupakan jenis PMT yang hanya memiliki satu mekanik penggerak untuk menggerakkan tiga fasa sekaligus. Untuk menghubungkan antar fasa maka digunakan kopel mekanik. PMT jenis digunakan pada pembangkit, bay trafo, kopel, dan PMT 20 kV pada sistem distribusi. Gambar 2.4 merupakan gambar dari PMT *Three Pole*. 20 Gambar 2.4 PMT *Three Pole*

2.5.2 PMT *Single Pole*

PMT Singel Pole Merupakan jenis PMT yang memiliki mekanik penggerak pada setiap fasa nya. PMT jenis ini digunakan pada bay penghantar agar apabila terjadi keadaan tidak normal hanya pada satu fasa maka fasa tersebut bisa melakukan reclose. merupakan gambar dari PMT *Single Pole*.

2.5.3 *Recloser*

Recloser merupakan suatu peralatan pengaman yang dapat mendeteksi arus lebih, karena hubung singkat antara fasa dengan fasa atau antara fasa dengan tanah, dimana recloser ini memutus arus dan menutup kembali secara otomatis dengan selang waktu yang dapat diatur sesuai dengan setting interval recloser. *Recloser* (Penutup Balik Otomatis/PBO) pada dasarnya adalah pemutus tenaga yang dilengkapi dengan peralatan kontrol. Peralatan ini dapat merasakan arus gangguan dan memerintahkan operasi buka tutup kepada pemutus tenaga. Recloser adalah rangkaian listrik yang terdiri dari pemutus tenaga yang dilengkapi kotak kontrol elektronik (*Electronic Control Box*) , yaitu suatu peralatan elektronik sebagai kelengkapan recloser dimana peralatan ini tidak terhubung langsung dengan tegangan menengah dan pada peralatan ini recloser dapat dikendalikan cara pelepasannya. Dari dalam kontrol inilah pengatur setting recloser dapat ditentukan. dari koordinasi dari Pemutus, CT, OCR, GFR, dan *Relay* Penutup Balik pada recloser. Skema Koordinasi PMT , OCR, GFR, dan RPB pada recloser Alat pengaman ini bekerja secara otomaatis guna mengamankan suatu sistem dari arus lebih yang diakibatkan adanya gangguan hubung singkat. Cara

bekerjanya adalah untuk menutup balik dan membuka secara otomatis yang dapat diatur selan waktunya, dimana pada sebuah gangguan temporer, recloser membuka tetap sampai waktu setting yang ditentukan kemudian recloser akan menutup kembali setelah gangguan itu hilang. Apabila gangguan bersifat permanen, maka setelah membuka atau menutup balik sebanyak setting yang telah ditentukan kemudian *recloser* akan membuka tetap (*lock out*). merupakan gambar dari peralatan proteksi recloser dan panel.



Gambar 2.4 Recloser

Sumber: Kadir, 2016

2.5.4 Ground Fault Relay

Relay gangguan tanah (*Ground Fault Relay*) adalah pengaman terhadap gangguan tanah. Arus atau tegangan nol (residu) merupakan penggerak rele ini. Sistem daya listrik pada umumnya titik netralnya ditanahkan, baik pentanahan langsung (Solid Grounded) maupun melalui impedansi, karena itu arus residu merupakan penggerak

utama rele gangguan tanah. Tegangan residu biasanya digunakan pada sistem yang tidak ditanahkan. Apabila terjadi gangguan fasa ke tanah, seperti pohon yang menyentuh jaringan, akan timbul arus pada titik netral pada jaringan. Kemudian arus tersebut akan mengalir pada kumparan *relay* sehingga kumparan tadi bersifat magnetis dan akan menarik kontaktor sehingga arus akan mengalir dari supply DC dari peralatan switching tersebut sehingga tripping coil pada pemutus akan aktif dan switching akan aktif.

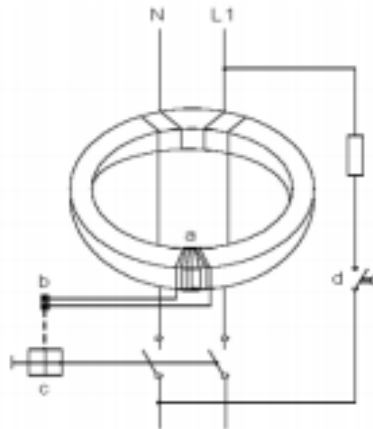


Gambar 2.5 Ground Fault Relay

Sumber: Kadir, 2016

2.6 Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)

Earth Leakege Circuit Breaker (ELCB) adalah pemutus yang peka terhadap arus bocor, yang dapat memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya secara otomatis dalam waktu tertentu. Alat ini dipergunakan sebagai pengaman bila terjadi arus bocor pada salah satu penghantar yang melalui alat tersebut. Prinsip kerja ELCB sistem fasa tunggal ditunjukkan pada Gambar 2.6 (Syukriyadin, 2016)



Gambar 2.6 Prinsip-Prinsip ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

Sumber: Syukriyadin, 2016

Menurut (Syukriyadin, 2016) ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*) merupakan Pentanahan yang dapat menjamin bahwa manusia dapat diproteksi dengan seutuhnya terhadap arus bocor yang mengalir melalui tubuh manusia saat bersentuhan dengan peralatan listrik aktif oleh karena itu diperlukan alat proteksi lain yang diset dengan sensitifitas tinggi untuk mendeteksi arus bocor.

Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) adalah suatu alat listrik yang digunakan sebagai pengaman bila terjadi arus bocor pada salah satu penghantar yang melalui alat tersebut, saklar ini memiliki sebuah transformer arus dengan inti berbentuk gelang (gambar) inti ini melingkari semua hantaran suplai ke mesin atau sistem yang diamankan, termasuk penghantar netral

Faktor keamanan merupakan pertimbangan yang ditempatkan pada urutan pertama dalam mendesain suatu instalasi listrik. Maka oleh itu pengaman disini

menggunakan ELCB yang berfungsi untuk mengamankan manusia dari bahaya yang diakibatkan tegangan sentuh

Adapun prinsip-prinsip dari ELCB, yaitu :

- a. Kumparan sekunder
- b. Detektor arus gangguan
- c. Mekanisme penahan

Pada landasan teori ini Penulis akan menyertakan latar belakang keamanan pada suatu instalasi listrik yang merupakan sangat penting untuk mencegah ancaman bahaya bagi keselamatan manusia akibat tegangan sentuh diatas ambang tegangan aman pada suatu sistem instalasi listrik maka di carikan jalan keluarnya di dalam tugas akhir penulis membahas simulasi tentang penggunaan *Earth Leakage Circuit breaker* (ELCB) yang digunakan untuk mengamankan manusia dari bahaya yang diakibatkan tegangan sentuh.

Dalam keadaan normal, jumlah arus yang dilingkari oleh inti transformator sama dengan nol. Jika ada arus bocor ke tanah, keadaan seimbang akan terganggu. Karena itu dalam inti transformator akan timbul suatu medan magnetik yang membangkitkan tegangan dalam kumparan sekunder. Apabila arus bocor tersebut mencapai pada suatu harga tertentu maka *relay* pada ELCB akan bekerja melepaskan kontak-kontaknya.

2.6.1 Tegangan sentuh

Tegangan sentuh adalah tegangan yang terdapat diantara suatu objek yang disentuh dan suatu titik berjarak 1 meter, dengan asumsi bahwa objek yang disentuh dihubungkan dengan kisi-kisi pengetanahan yang berada dibawahnya

Tegangan sentuh juga merupakan salah satu beda tegangan yang terjadi selama mengalirnya arus gangguan tanah. Pada nilai tegangan yang kecil efek yang diakibatkannya tidak terlalu signifikan tetapi pada suatu nilai yang tinggi tegangan tertentu efeknya sangat berbahaya bahkan dapat berujung pada kematian manusia

Pada landasan teori ini penulis memperhatikan akan latar belakang keamanan pada suatu instalasi listrik yang merupakan sangat penting untuk mencegah ancaman bahaya bagi keselamatan manusia akibat tegangan sentuh diatas ambang tegangan aman pada suatu sistem instalasi listrik maka di carikan jalan keluarnya di dalam tugas akhir penulis membahas simulasi tentang penggunaan *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) yang digunakan untuk mengamankan manusia dari bahaya yang diakibatkan tegangan sentuh.

Dalam keadaan normal, jumlah arus yang dilingkari oleh inti transformator sama dengan nol. Kalo ada arus bocor ke tanah, keadaan seimbang akan terganggu. Karena itu dalam inti transformator akan timbul suatu medan magnetik yang membangkitkan tegangan dalam kumparan sekunder. Apabila arus bocor tersebut mencapai pada suatu tingkat tertentu maka relay pada ELCB akan bekerja melepaskan kontak-kontaknya.

Berdasarkan PUIL 2000 pada bagian 3.15.1.2 pemilihan ELCB untuk proteksi tambahan dari sentuhan langsung dipilih ELCB dengan arus operasi arus sisa pengenal 30 mA. Elcb itu sendiri bekerja ketika ada tegangan sentuh.

2.6.2 Prinsip Kerja ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*)

Untuk menghindari risiko sengatan listrik yang serius, penting untuk memberikan jalan bagi bumi kebocoran arus breaker (ELCB) untuk mengoperasikan perlindungan sirkuit. Prinsip operasi dari ELCB. Prinsip kerja dan rangkain ELCB pada suatu rangkaian. Dalam rangkaian normal, arus yang sama melewati garis kumparan, dan kembali kebeban melalui kumparan netral. Oleh karena itu, tidak terjadi efek line magnet dan arus netral. Dalam rangkaian abnormal, baik jalur ke bumi atau netral ke bumi, arus ini tidak lagi sama; oleh karena itu akan menghasilkan beberapa magnetisme sisa dalam inti. Walaupun arus negatif bersentuhan dengan tembok akan memutuskan arus seketika. batas tegangan sentuh dan waktu pemutusan maksimum. Untuk itu standar IEC kini sudah menetapkan pemasangan ELCB dengan sensitivitas 30 mA jika pengamanan manusia dibutuhkan (socket, instalasi listrik, kamar mandi, aquarium). Dimana ELCB akan otomatis trip apabila arus bocor yang terdeteksi melebihi ambang batas 30 mA. Pada tabel 2.1 disajikan batas arus dan pengaruh pada tubuh manusia. (Sudiarta, 2014)

Tabel 2.1 Besar dan Lama Sentuh Maksimum Pada ELCB

Batas arus	Pengaruh pada tubuh manusia
0 – 0,9 mA	Belum merasakan pengaruh
0,9 – 1,2 mA	Baru terasa adanya arus listrik tapi menimbulkan kejang
1,2 – 1,6 mA	Mulai terasa seakan-akan ada yang merayap di dalam tangan
1,6 – 6 mA	Tangan sampai ke siku merasa kesemutan
6 – 8 mA	Tangan mulai kaku, rasa kesemutan bertambah
13 – 15 mA	Rasa sakit tak tertahankan penghantar masih dapat terlepas
15 – 20 mA	Otot tidak sanggup lagi melepaskan penghantar
20 – 50 mA	Dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh manusia
50 – 100 mA	Batas arus yang dapat menyebabkan kematian

Sumber : (Sudiarta, 2014)

2.7 *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

Seperti halnya *circuit breaker* pada umumnya *MCB* berfungsi untuk untuk memutus jalannya arus gangguan yang terjadi pada peralatan agar kerusakan tidak menyebar keperalatan lain atau terjadi kerusakan yang lebih fatal lagi. Bedanya dengan sekering yang hanya dapat beroperasi sekali untuk memutus aliran arus kemudian harus diganti, sedangkan untuk *miniature circuit breaker* sendiri pemutus rangkaian dapat direset (baik secara manual atau secara otomatis) dapat melanjutkan operasi normal tanpa ada kerusakan pada *circuit breaker* tersebut. (Sukardi, 2019)

2.8 Gangguan Arus Bocor

Arus bocor pada umumnya merupakan arus yang mengalir menembus atau melewati permukaan isolasi atau adanya arus yang terjadi bila isolasi dari penghantar yang tidak memenuhi standar baik itu antar penghantar maupun dengan tanah atau ground, Isolasi pada penghantar berfungsi untuk memisahkan secara elektrik dua buah penghantar atau lebih yang saling berdekatan, sehingga tidak terjadi kebocoran arus. Arus bocor juga disebabkan oleh rongga-rongga pada bahan isolasi, yang disebabkan kesalahan pada pembuatan bahan isolasi tersebut. Tahanan isolasi mempengaruhi besarnya arus bocor, tahanan isolasi akan semakin besar jika penghantar semakin panjang. Insiden yang sering terjadi adalah akibat gagal isolasi atau adanya kabel yang terkelupas . Mayoritas gangguan listrik pada instalasi bukan disebabkan oleh beban lebih ataupun hubung singkat , tetapi akibat gagal isolasi tersebut . Perlengkapan isolasi dan pengkabelan yang buruk ,atau alat yang dipakai salah dapat membahayakan peralatan (kebakaran) dan manusia (kematian).

Pengaruh kualitas pada kabel dalam instalasi listrik bisa diperhatikan berdasarkan klasifikasi penghantar listrik nya. Seperti telah kita ketahui bahwa pada umumnya penghantar listrik di buat dari bahan logam yang terbuat dari tembaga dan aluminium, penggunaan dan pemilihan logam tersebut karena telah memenuhi standar teknik.

Dalam standar teknik tersebut penghantar listrik dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

2.8.1 Klasifikasi Menurut Kekerasan

Berdasarkan kekerasannya jenis penghantar tembaga dan aluminium dapat dibagi menjadi empat golongan, yaitu :

1. *Bare Cooper Conductor Half* (BBC 1/2H)

Penghantar jenis ini disebut juga penghantar tembaga setengah keras. Pada umumnya dipergunakan untuk jaringan listrik yang tidak direntangkan dengan mendapat daya tarik yang tinggi. Penghantar jenis ini memiliki gaya atau tegangan tarik putusnya dibawah 41 Kg/mm^2 .

2. *Bare Cooper Conductor Hard* (BBC)

Penghantar ini disebut juga penghantar tembaga keras. Penghantar jenis ini dapat dipergunakan sebagai jaringan listrik yang direntang dengan mendapat gaya tarik cukup tinggi dan memiliki gaya atau tegangan tarik putus $>41 \text{ Kg/mm}^2$.

3. *All Aluminium Conductor* (AAC)

Penghantar ini disebut juga penghantar aluminium murni. Pada umumnya penghantar jenis ini dipakai untuk keperluan tertentu misalnya penghantar listrik pada lemari pembagi karena kemampuan tarik putusnya sangat rendah yaitu sekitar 18 Kg/mm^2 .

4. *All aluminium alloy conductor* (AAAC)

Penghantar ini disebut juga penghantar aluminium campuran. Penggunaan penghantar ini hampir sama dengan penghantar AC, hanya tegangan tarik putusnya lebih besar yaitu 28 Kg/mm^2 .

2.8.2 Klasifikasi Menurut Bentuk (konstruksi)

Berdasarkan bentuknya akan kita jumpai bentuk-bentuk penghantar listrik sebagai berikut:

1. Penghantar Listrik Bentuk Pejal (solid)

Penghantar bentuk pejal sering kita jumpai pada kabel-kabel yang biasa dipasang pada jaringan instalasi rumah, contohnya seperti NGA atau NYA. Dalam penggunaan kabel atau kawat yang mempunyai bentuk pejal memiliki diameter sampai $\pm 6,8$ mm atau dengan penampang 10 mm^2 . Ukuran seperti ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam penggulungan dan pemasangan.

2.8.3 Klasifikasi Menurut Jumlah Penghantar

Berdasarkan kepada jumlah penghantar, maka penghantar listrik dapat dibagi menjadi:

1. Penghantar listrik simplex adalah kabel yang berfungsi untuk menghantarkan satu aliran listrik saja sebagai contoh misalnya bagian fasanya saja atau netralnya saja. Penghantar ini biasanya mempunyai isolasi, jenis kabel ini contohnya NYA, NYM, NYY
2. Penghantar listrik duplex yang dimaksud penghantar listrik duplex adalah penghantar atau kabel yang dapat menghantarkan dua macam aliran listrik, misalnya fasa dengan fasa atau fasa dengan netral. Seperti juga halnya dengan penghantar duplex juga pada umumnya masing-masing penghantar memiliki isolasi yang diselubungi dengan bahan pelindung. Contoh dari kabel jenis ini adalah NYM, NYY.

3. Penghantar listrik triplex yang dimaksud penghantar adalah penghantar listrik atau kabel yang dapat menghantarkan 3(tiga)macam aliran listrik seperti fasa R,S,T atau fasa dengan netral dan hubungan tanah. Contoh dari kabel jenis ini adalah NYM, NYY, NYMHY.
4. Penghantar listrik Quadruplex yang dimaksud dengan penghantar atau kabel yang dapat menghantarkan (empat) macam aliran seperti fasa R,S,T dan hubungan tanah atau 2 aliran fasa dengan netral dan hubungan tanah. Contoh dari jenis kabel ini adalah NYM, NYY,dan NYMHY

2.8.4 Klasifikasi menurut jenis isolasi

Pada umumnya kabel-kabel yang banyak kita jumpai di pasaran memiliki isolasi baik yang terbuat dari karet maupun plastik dengan berbagai bentuk dan ukurannya. Selain isolasi ada juga kabel-kabel yang dilengkapi dengan semacam perisai dan bentuk pengamanan lainnya, Jenis dan macam penghantar yang akan dibahas di sini adalah jenis penghantar yang sering dipakai pada jaringan instalasi listrik rumah tinggal, kantor, dan bangunan sejenisnya dengan pasangan tetap. Diantara jenis kabel tersebut adalah Snur, NGA,NYA,NYM.

1. Kabel NGA

Perlu diketahui kabel NGA termasuk jenis kabel yang banyak dipergunakan sebagai penghantar dalam instalasi listrik . Arti dalam pemakaian kata NGA:

N: Normal artinya penghantar tersebut terbuat dari tembaga

G: Gummi artinya penyekat atau isolasinya terbuat dari karet

A: Ader artinya terdiri dari satu penghantar

Jenis kabel NGA saat ini sudah jarang dipakai, hal ini disebabkan karena daya tahannya tidak tahan lama.

2. Kabel NYA

Kabel NYA adalah jenis kabel yang banyak dipergunakan dalam pemasangan instalasi listrik karena selain harganya murah juga mudah dalam pengerjaannya dan berperan mengganti kabel NGA yang sudah tidak diproduksi lagi. Istilah pemakaian kata NYA memiliki arti sebagai berikut;

N; Normal artinya penghantar terbuat dari tembaga

Y: Isolasi PVC yaitu pollyvinyl chlorida

A: Ader artinya terdiri dari satu penghantar

3. Kabel NYM 3X 2,5 mm

Kabel NYM ini pada umumnya terdiri dari beberapa buah kabel yang banyaknya disesuaikan dengan kebutuhan misalnya berisi dua atau tiga kabel jenis NYA. Istilah NYM ;

N: normal artinya penghantar terbuat dari tembaga

Y: isolasi PVC yaitu poly vynyl chlorida

M: artinya selubung kabel terbuat dari PVC

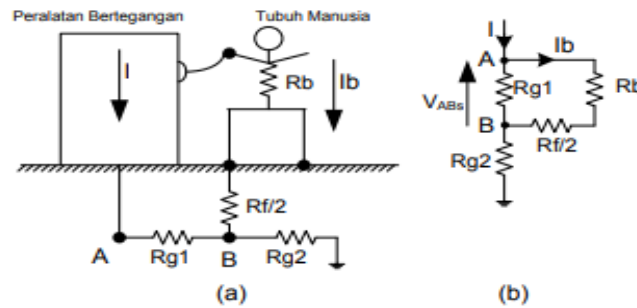
3x2,5 mm: artinya kabel tersebut mempunyai 3 penghantar yang masing masing berukuran 2,5 mm. Sesuai dengan ketentuan yang berlaku pemasangan NYM harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Kabel NYM boleh dipasang langsung menempel pada tembok atau dinding lainnya juga di ruangan lembab serta di tempat dengan resiko bahaya kebakaran

2. Kabel NYM boleh dipasang langsung pada bagian bagian lain dari bangunan, asalkan cara pemasanganya tidak merusak selubung luar kabel
3. Kabel NYM tidak boleh dipasang atau di tanam didalam tanah, perlu diketahui kabel NYM boleh dipasang pada dinding tembok atau kayu dengan menggunakan klem dibuat dengan jarak 25 cm agar kabelnya terpasang rapih dan lurus dan tidak melengkung.
4. Kabel Snur

Selain kabel yang dibahas diatas, ada jenis kabel lain yang juga sering dipergunakan dalam pekerjaan instalasi. Kabel tersebut dinamakan kabel snur. Kabel snur adalah kabel yang terdiri dari beberapa saluran penghantar. Tiap saluran penghantar terdiri dari kawat halus yang dibungkus dengan isolasi yang terbuat dari karet.

Gangguan yang menyebabkan arus bocor pada suatu objek material konduktor dapat disebabkan oleh adanya bagian listrik aktif bertegangan terhubung ketanah. Gangguan bagian bertegangan yang terhubung ketanah dapat terjadi secara langsung oleh karena suatu objek konduktor menyentuh bagian sumber yang bertegangan misal seperti bagian tubuh menyentuh kawat phasa listrik yang aktif atau menyentuh bagian peralatan listrik aktif yang mengalami kegagalan isolasi sehingga objek mendapat tegangan. (Syukriyadin : 2016)



Gambar 2.7 Gangguan Arus Bocor

Sumber: Syukriyadin, 2016

Pada gambar 2.8 gangguan arus bocor merupakan proses yang dikenal sebagai gangguan tegangan sentuh yang mengakibatkan terjadinya arus bocor ketanah melalui objek yang menyentuh peralatan yang bertegangan tersebut. Dimana I adalah arus pada peralatan, I_b adalah arus bocor yang mengalir pada tubuh, R_b adalah tahanan tubuh, R_f adalah tahanan kontak ke tanah pada kaki, $R_{g1,2,3}$ adalah tahanan tanah dan V_{ABS} adalah tegangan sentuh.

2.9 Arduino Uno R3

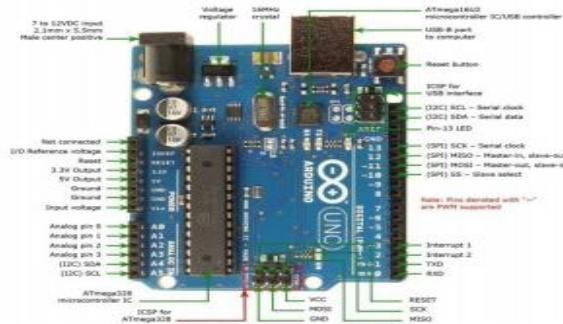
Arduino Uno adalah sebuah rangkaian yang dikembangkan dari mikrokontroler berbasis ATmega328. *Arduino Uno* memiliki 14 kaki digital input / output, dimana 6 kaki digital diantaranya dapat digunakan sebagai sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor. *Arduino Uno* memiliki 6 kaki analog input, kristal osilator dengan kecepatan jam 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor listrik, sebuah kaki header dari ICSP, dan sebuah tombol reset yang berfungsi untuk mengulang program.

Arduino juga mempunyai bentuk papan atau sering disebut (arduino board) atau papan arduino adalah jenis papan elektronis yang saat ini populer untuk mempelajari ataupun mewujudkan berbagai proyek elektronika dan melibatkan pemrograman. Papan arduino sebenarnya sangat bervariasi, dari yang berukuran kecil bernama lilypad dan dapat ditempelkan dibaju hingga arduino yun yang mendukung koneksi ke internet secara langsung.

Arduino sangat bermanfaat untuk mempelajari aplikasi mikrokontroler berbagai proyek yang melibatkan pemrograman. Pemrograman merupakan seluruh kegiatan yang berhubungan dengan pembuatan program. Program adalah kumpulan instruksi yang membuat peranti elektronik dapat diatur secara fleksibel untuk melaksanakan tugas tugas tertentu. Sebagai contoh, arduino uno dapat membuka pintu secara otomatis

Arduino juga sebagai pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware Arduino* terdiri dari mikrokontroler unit (*MCU*) yang memiliki prosesor *AVR Atmel* dan *software* memiliki bahasa pemrograman sendiri yang disebut *Integrated Development Environment (IDE)* dimana program yang ditulis menggunakan ‘*Arduino Software (IDE)*’ selanjutnya disebut ‘*Sketch*’. *Arduino uno R3* merupakan salah satu *board* yang banyak digunakan dalam suatu desain purwarupa kendali ataupun monitoring, dimana *Arduino uno R3* dilengkapi dengan prosesor *Atmega 16U2* dan antar muka *USB* yang digunakan untuk

pemrograman arduino melalui *IDE sketch Arduino* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 (Syukriyadin : 2016).



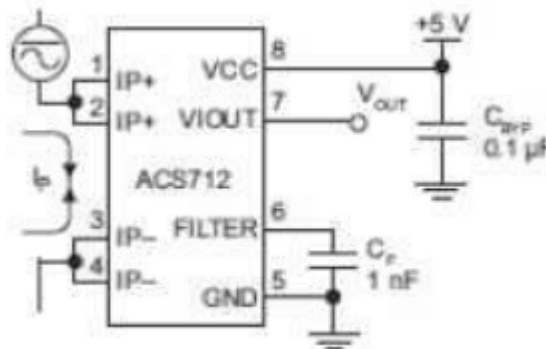
Gambar 2.8 IDE Sketch Arduino & Konfigurasi Pin Board Arduino

Sumber: Syukriyadin, 2016

Konfigurasi pin board Arduino uno R3 dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 *Arduino Uno R3* memiliki 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 yang mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

2.10 Sensor Arus

Sensor arus adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Sensor arus ini menggunakan metode Hall Effect Sensor. Hall Effect Sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet. (Bimasena, 2017)



Gambar 2.9 Line Diagram Sensor Arus

Sumber: Bimasena, 2017

Hall Effect Sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah inductor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detektor dengan menggunakan induktor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnet nya tidak berubah) tidak dapat dideteksi. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan.

2.11 Sensor Tegangan

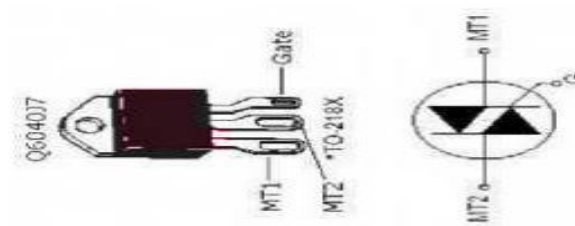
Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk

mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler.

Regresi adalah pengukur hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan bentuk hubungan atau fungsi untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan yang tegas antara variabel bebas yang sering diberi simbol X dan variabel tak bebas dengan simbol Y pada regresi harus ada variabel yang ditentukan dan variabel yang menentukan atau dengan kata lain adanya ketergantungan variabel yang satu dengan variabel yang lainnya dan sebaliknya kedua variabel biasanya mempunyai hubungan sebab akibat yaitu saling berpengaruh sehingga dengan demikian regresi merupakan bentuk fungsi tertentu antara variabel bebas X atau dapat dinyatakan bahwa regresi adalah sebagai suatu fungsi. (jurnal rekayasa dan teknologi elektro, Afrizal Fitriandi)

2.12 TRIAC

Triac merupakan komponen semi konduktor yang tersusun atas *diode* empat lapis berstruktur p-n-p-n dengan tiga p-n *junction*. *TRIAC* memiliki tiga buah elektrode, yaitu : gate, MT1, MT2. *Triac* biasanya digunakan sebagai pengendali dua arah (*bi-directional*). Secara elektris, *TRIAC* merupakan suatu komponen yang terdiri atas dua buah *SCR*. (Bimasena, 2017)



Gambar 2.10 TRIAC (Triode for Alternating Current)

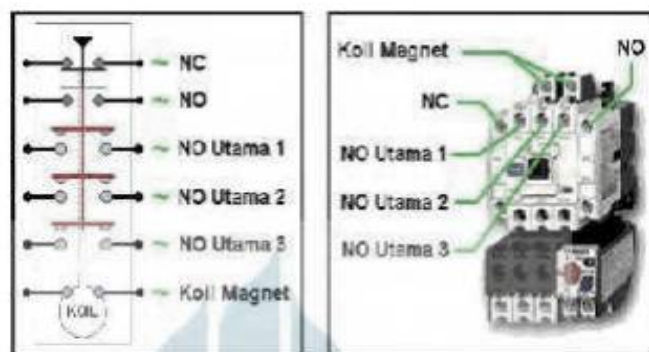
Sumber: Bimasena, 2017

TRIAC akan dalam keadaan *on* ketika arus positif yang rendah melewati terminal gate ke MT1 dan polaritas MT2 lebih tinggi dari MT1, saat *TRIAC* terhubung dan rangkain *gate* tidak memegang kendali, maka *TRIAC* tetap dalam keadaan *on* selama polaritas MT2 tetap lebih tinggi dari MT1 dan arus yang mengalir lebih besar dari arus holdingnya, *TRIAC* juga akan *on* saat arus negatif melewati terminal *gate* ke MT1 dan saat polaritas MT1 lebih tinggi dari MT2. Selain dengan cara memberi pemicu melalui terminal gate, *TRIAC* juga dapat *on* dengan cara memberi tegangan tinggi hingga melampaui tegangan *breakover* nya terhadap terminal MT1 dan MT2, namun cara ini tidak diizinkan karena dapat menyebabkan *TRIAC* rusak. Saat *TRIAC* dalam keadaan *on* diibaratkan saklar terbuka sedangkan pada kondisi *off* seperti saklar tertutup sehingga pada keadaan *off* *TRIAC* tidak dapat menghantarkan arus ke terminal-terminalnya.

2.13 Kontraktor

Kontaktor merupakan komponen listrik yang berfungsi untuk menyambungkan atau memutuskan arus listrik AC. Kontaktor atau sering juga disebut dengan istilah

relay. Prinsip kerja kontaktor sama seperti relay, yaitu akan bekerja ketika ada pemberitahuan jumlah tegangan yang diberitahu oleh LCD dan akan bekerja dengan cara memutuskan beban dalam kontaktor terdapat beberapa saklar yang dikendalikan secara elektromagnetik. Pada suatu kontaktor terdapat beberapa saklar dengan jenis *NO* (*Normally Open*) dan *NC* (*Normally Close*) dan sebuah kumparan atau koil elektromagnetik untuk mengandalikan saklar tersebut atau disebut juga A1 dan A2. Apabila koil 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*. Untuk memahami prinsip kerja kontaktor dapat dilihat pada gambar skema kontaktor. Prinsip kerja kontaktor A1 dan A2 diberikan sumber tegangan maka koil akan menarik tuas saklar pada kontaktor, setiap saklar dengan tipe *NO* akan berubah menjadi *ON* dan setiap saklar tipe *NC* akan berubah menjadi *off*, saklar kontaktor tipe *NO* pada umumnya memiliki kapasitas mengalirkan arus yang lebih besar daripada saklar tipe *NC* kontaktor (Bimasena, 2017)



Gambar 2.11 Gambaran Sistem Kontraktor

Sumber: Bimasena, 2017

Kontaktor mempunyai 2 jenis. Yaitu kontaktor *DC* dan kontaktor *AC*. Pada penggunaan kontaktor berjenis *AC*, kita harus mengetahui spesifikasi dari kontaktor tersebut. karena tegangan input untuk kontaktor *AC* sangat bervariasi. Dimulai dari 110V, 220V, 380V, dan ada yang lebih tinggi lagi. Untuk itu, kita harus sangat berhati-hati dalam.

2.14 Sekering

Sekering kawat tunggal adalah peralatan untuk mengamankan rangkaian dari arus yang berlebihan.. Pengaman ini mempunyai elemen yang dapat melebur jika arus yang melewatinya melebihi batas kemampuan dengan nilai ketentuan batas limitnya. Arus kerja (nominal) sekering adalah nilai yang sudah ditentukan oleh pabrik, yaitu besarnya arus yang dijamin oleh pabrik untuk tidak menyebabkan kerusakan sekering yang bekerja secara terus menerus pada kondisi normal tanpa terjadi peleburan pada bagian elemennya atau tanpa terjadinya keadaan yang memburuk karena arus tersebut pada sekering.

Pada penggunaannya sekering harus sesuai dengan tegangan dari rangkaian tempat digunakannya (Fifana, 2008). Pada sekering tegangan rendah konstruksi/bentuk-bentuk sekering antara lain :

1. Sekering-sekering tipe ulir (sistem diazed/D dan Neozed/Do)
2. Sekering-sekering pemutus pisau (sistem NH/sekering-sekering HRC) HRC adalah kependekan dari *Higt Rupturing Capacity* yang berarti kapasitas pemutusan tinggi.

3. Sekering-sekering isolator tabung/peluru (elemen sekering dapat diganti atau tetap sekering *cartride*) Jenis sekering yang paling banyak digunakan oleh konsumen rumah tangga adalah sekering tipe ulir sistem Diazed.

2.15 Dasar Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik tidak selamanya berjalan ideal, karena dalam kenyataannya dapat terjadi suatu kondisi abnormal (seperti adanya gangguan atau terjadinya short circuit). Kondisi abnormal tersebut dapat membahayakan sistem secara keseluruhan, sehingga diperlukan adanya sistem proteksi yang dapat meminimalisir efek dari kondisi *up* normal tersebut. Fungsi dari sistem proteksi adalah untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih normal (tidak terganggu) serta sekaligus mengamankan bagian yang masih normal tersebut dari kerusakan atau kerugian yang lebih besar. Gangguan pada sistem tenaga listrik dapat terjadi di pembangkit, jaringan transmisi maupun jaringan distribusi. Dimanapun gangguan itu terjadi, sistem proteksi harus dapat mengidentifikasi dan memisahkan bagian yang terganggu secepat mungkin. Rele proteksi sebagai komponen yang penting sistem proteksi tenaga listrik dalam melaksanakan tugasnya yaitu untuk mengidentifikasi *short-circuit*, harus memenuhi beberapa persyaratan keandalan (*reliability*) yaitu :

1. Sensitivitas. Merupakan kemampuan pada sistem proteksi untuk mengidentifikasi terjadinya ketidaknormalan atau gangguan yang terjadi pada daerah yang diproteksinya.

2. Selektivitas. Koordinasi pada sistem proteksi, dimana jika terjadi hubung singkat rele hanya membuka pemutus tenaga yang diperlukan saja (tidak menyebabkan pemutus / pemadaman jaringan yang lebih luas).
3. Keamanan. Kemampuan sistem proteksi untuk menjamin peralatan proteksi akan beroperasi jika terjadi suatu gangguan dan tidak beroperasi jika tidak terjadi gangguan.
4. Kecepatan. Ketika terjadi gangguan, komponen pada proteksi haruslah dapat mengirimkan respon waktu yang cukup tepat, sesuai dengan setting koordinasi yang telah diinginkan.

Ada dua syarat dasar yang harus dipenuhi agar sistem proteksi dapat bekerja mengisolasi bagian sistem yang terganggu yaitu :

1. Sistem tenaga listrik harus memiliki pemutus tenaga dengan jumlah yang cukup untuk dapat melakukan tugas isolasi.
2. Setiap pemutus tenaga harus dilengkapi dengan suatu alat kontrol yang dapat mendeteksi kondisi *upnormal*, dan membuka pemutus tenaga yang diperlukan untuk mengisolasi kondisi abnormal tersebut (selective fault clearance). Untuk dapat menerapkan prinsip selectivity, suatu sistem tenaga listrik yang terdiri dari banyak pemutus tenaga harus diatur dan dikoordinasikan sedemikian rupa sehingga pada saat terjadinya kondisi abnormal, rele dapat membuka hanya pemutus tenaga yang diperlukan saja, hal inilah yang disebut dengan selective fault clearance. Rele proteksi harus diberi informasi yang memungkinkan rele untuk membedakan antara kondisi abnormal yang berada di dalam zona

proteksinya (dimana harus terjadi tripping), dan gangguan eksternal atau arus beban normal (dimana tidak boleh terjadi tripping). Informasi ini diperoleh dari sistem tenaga listrik, seperti arus, tegangan dan sudut fasa antara keduanya yang diukur pada saat terjadi gangguan.

2.16 Sistem Pengamanan Bahaya Listrik

Dalam menjalankan aktifitas sehari-hari, manusia sangat membutuhkan daya listrik. Namun di sisi lain, listrik sangat membahayakan keselamatan apabila tidak dikelola dengan baik. Sebagian besar orang pernah mengalami dan merasakan sengatan listrik, dari yang hanya merasa terkejut saja sampai dengan yang merasa sangat menderita. Oleh karena itu, untuk mencegah dari hal-hal yang tidak diinginkan, perlu meningkatkan kewaspadaan terhadap bahaya listrik. Jalan yang terbaik adalah melalui peningkatan pemahaman terhadap sifat dasar kelistrikan yang digunakan. (Suryadi, 2016)

2.17 Residual Current Circuit Breaker (RCCB)

Residual current circuit breaker adalah sebuah alat pemutus ketika terjadi kontak antara arus positif, arus negatif dan *grounding* pada instalasi listrik. Selain dari itu *RCCB* dapat memutus arus listrik ketika terjadi kontak antara listrik dan tubuh manusia. *RCCB* merupakan salah satu jenis pengaman yang digunakan untuk mendeteksi arus bocor, pengaman ini akan trip dengan sendirinya apabila arus yang telah melewati *RCCB* ini telah melebihi batas arus yang telah ditentukan (Burhan, 2018)

Cara kerja *RCCB* ini adalah ketika terjadi kontak antara listrik dan tubuh manusia, maka arus akan mengalir melalui tubuh manusia ke grounding (bumi). Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan total arus yang melewati *RCCB* sehingga memicu alat *RCCB* untuk memutus arus ketika terjadi kontak antara arus positif, arus negatif dan grounding pada instalasi listrik. Pada dasarnya alat ini adalah sebuah saklar listrik otomatis yang dioperasikan dan dirancang untuk mendeteksi adanya arus listrik yang terjadi karena arus bocor pada instalasi dan peralatan listrik. Oleh karena itu *RCCB* sebaiknya dipasang pada instalasi listrik untuk melengkapi fungsi proteksi atau pengamanan pada *MCB (Miniature Circuit Breaker)*.

RCCB memberikan beberapa macam proteksi atau pengamanan, yakni kontak langsung, kontak langsung terjadi bila manusia memegang langsung kawat atau kabel fasa bertegangan. Pada dasarnya pengamanan terhadap resiko kontak langsung adalah isolasi kabel fasa tegangan dan penggunaan boks panel serta lainnya. Tetapi untuk pengamanan tambahan, sangat direkomendasikan untuk menggunakan *RCCB* untuk mencegah berbagai resiko masuknya listrik kedalam tubuh manusia. Standar *IEC* menetapkan pemasangan *RCCB* dengan sensitifitas 30 mA untuk dipasang pada rangkaian stop kontak atau instalasi listrik kamar mandi.

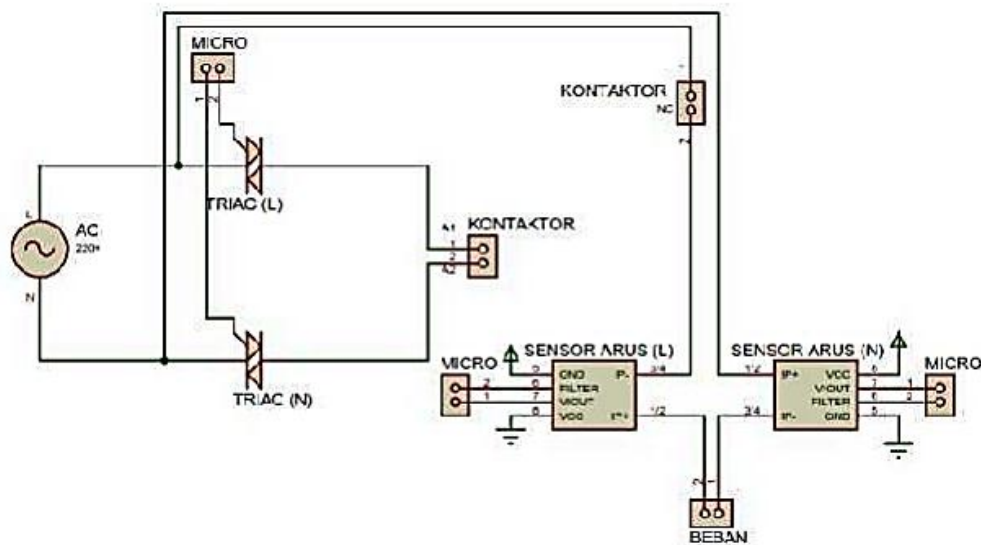
Dimana *RCCB* akan otomatis trip apabila arus bocor yang terdeteksi melebihi ambang batas 30 mA. Sedangkan kontak tak langsung terjadi apabila manusia memegang bagian logam yang bertegangan akibat kegagalan isolasi. Besarnya arus bocor tergantung pada resistans bocor dan penyambungan netral. Arus bocor akan kembali ke sumber lewat konduktor pengaman atau lewat bumi tersebut untuk

memutuskan aliran listrik seketika. hanya kawat “plus” saja yang di hubungkan. Perbedaan instalasi listrik antara pemasangan *MCB* dan *RCCB* akan di jelaskan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.12 Residual Current Circuit Breaker 1 Phasa

Sumber: Burhan, 2018



Gambar 2.13 Rangkaian ELCB Elektronik

Sumber : Penulis, 2021

Gambar 2.13 merupakan rangkaian perancangan *ELCB* elektronik menggunakan *TRIAC* untuk mengontrol kontaktor. Dari mikrokontrol menuju kaki gate *TRIAC* untuk mendorong mikrokontroler untuk mentrigger *TRIAC*, setelah itu fasa dan netral melewati *TRIAC* akan menuju kontaktor terminal A1 dan A2 untuk menghidupkan kontaktor. Kontaktor disini berfungsi sebagai saklar yang dimana terpasang di terminal *NC (Normally Close)*. Setelah dari kontaktor sumber fasa melewati sensor arus untuk digunakan sebagai pembanding yang akan dikontrol oleh mikrokontroler. Jika arus yang melewati lebih besar dari besar nilai arus yang di tentukan maka *TRIAC* akan memutuskan sehingga kontaktor tidak bekerja lagi dan mengakibatkan beban tidak ada arus.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif karena metode penelitian kualitatif sangat relevan digunakan dalam penelitian untuk mengetahui bagaimana proses perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga menggunakan ELCB.

Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek alamiah, dimana peneliti adalah sebagai instrument kunci, teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara triangulasi (gabungan), analisis data bersifat induktif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi. Makna kualitatif digunakan untuk mendapatkan data yang mendalam, suatu data yang mengandung makna. Makna adalah data yang sebenarnya, data yang pasti yang merupakan suatu nilai dibalik data yang tampak

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian lapangan (field research), yang artinya data-data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui studi lapangan dengan cara mengamati, mencatat dan mengumpulkan berbagai data dan informasi tentang perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga menggunakan ELCB.

3.2 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif, penelitian kualitatif yaitu, menurut Sukmadinata penelitian kualitatif yaitu suatu penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan dan menganalisis fenomena, peristiwa, aktivitas sosial, sikap, kepercayaan, persepsi, pemikiran orang secara individu maupun kelompok.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi atau obyek dalam penelitian ini berada di sebuah perumahan yang terdapat di kota medan, berlokasi di pedesaan, yang terletak di Desa Sei Rengas II, Kecamatan Medan Area di Kota Medan. Pada lokasi penelitian terdapat instalasi listrik yang sederhana sehingga menginspirasi penulis untuk melakukan penelitian dengan merancang suatu sistem proteksi arus bocor pada listrik rumah tangga menggunakan ELCB yang akan dideskripsikan dalam hasil laporan penelitian skripsi ini. Dengan demikian penulis menganggap lokasi ini sudah strategis-representatif untuk melakukan penelitian sesuai dengan judul.

3.4 Sumber Data

Data merupakan keterangan-keterangan tentang suatu hal, dapat berupa sesuatu hal yang diketahui atau yang dianggap atau anggapan. Atau suatu fakta yang digambarkan lewat angka, simbol, kode, dan lain-lain. Data penelitian dikumpulkan baik lewat instrumen pengumpulan data, observasi, wawancara maupun lewat data dokumentasi. Sumber data secara garis besar terbagi ke dalam dua bagian, yaitu data

primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama melalui prosedur dan teknik pengambilan data yang dapat berupa interview, observasi, maupun penggunaan instrumen pengukuran yang khusus dirancang sesuai dengan tujuannya. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber tidak langsung yang biasanya berupa data dokumentasi dan arsip-arsip resmi. Ketepatan dan kecermatan informasi mengenai subyek dan variabel penelitian tergantung pada strategi dan alat pengambilan data yang dipergunakan. Menurut Lofland sebagaimana yang dikutip oleh Moleong menyatakan bahwa “sumber data utama dalam penelitian kualitatif ialah kata-kata dan tindakan, selebihnya adalah data tambahan seperti dokumen dan lain-lain”. Jadi, kata-kata dan tindakan orang-orang yang diamati atau diwawancarai merupakan sumber data utama dan dokumen atau sumber tertulis lainnya merupakan data tambahan. Jadi sumber data dalam penelitian ini adalah kata-kata dan tindakan yang diperoleh dari informan yang terkait dalam penelitian, selanjutnya dokumen atau sumber tertulis lainnya merupakan data tambahan.

3.5 Tahapan-Tapahan Penelitian

Tahapan penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap penyelesaian. Tahap persiapan pada penelitian ini dimulai dari studi literatur terkait perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga menggunakan ELCB. Pemilihan daerah penelitian dilakukan setelah studi literatur. Berdasarkan daerah penelitian yang telah ditetapkan, dapat ditentukan jumlah titik sampel dan dapat dilakukan pembuatan peta daerah penelitian yang akan digunakan saat survei lapangan,

Tahapan selanjutnya adalah tahap pelaksanaan. Tahap ini terdiri dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer dan sekunder yang dikumpulkan adalah data yang diperlukan untuk perancangan proteksi alur listrik menggunakan ELCB, data klimatologis dan data dari bahan yang didapatkan dari survei lapangan dan instansi terkait yaitu kelurahan desa Sei Rengas II Kecamatan Medan Area. Data yang telah terkumpul selanjutnya diolah sesuai kebutuhan sehingga mendapatkan hasil dari permasalahan.

3.6 Subyek Penelitian

Subyek penelitian adalah sumber untuk memperoleh informasi, baik dari orang maupun dari sesuatu. Dalam penelitian ini yang menjadi subyek penelitian adalah metode pengembangan pada perancangan sistem proteksi keamanan listrik menggunakan ELCB pada rumah tangga.

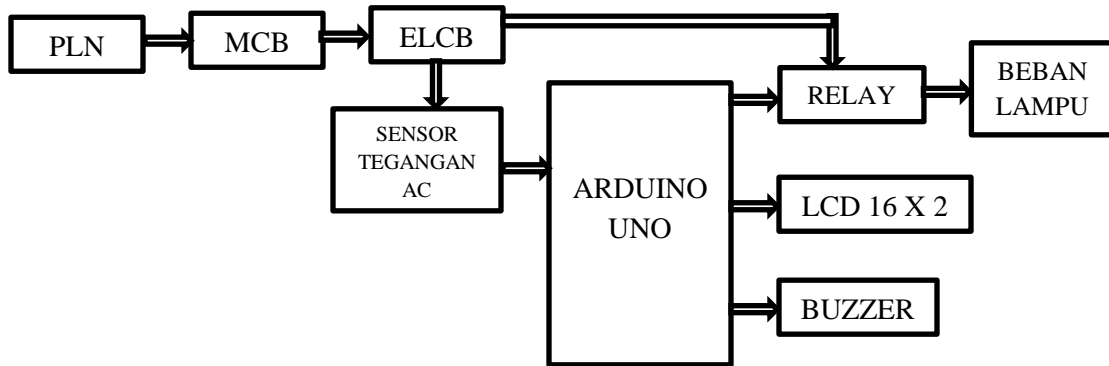
3.7 Ruang Lingkup Penelitian

Sesuai dengan judul diatas yaitu:”Perancangan sistem pendeteksi arus bocor menggunakan ELCB pada rumah tangga”, penulis lebih menitikberatkan pada pembahasan tentang metode perancangan dan juga pengujian sistem pendeteksi arus bocor menggunakan ELCB pada rumah tangga.

3.8 Perancangan Perangkat Keras

Suatu barang yang akan dibuat harus di rancang dengan baik untuk mempermudah dan memperlancar proses pada pembuatan alat. Diagram dibawah ini adalah

perancangan alat untuk merealisasikan Elektronik ELCB menggunakan sensor arus dan mikrokontroller, maka langkah pertama membuat diagram seperti yang terdapat gambar.



Gambar 3.1 Diagram Sistem Proteksi Arus Bocor

Sumber : Penulis, 2021

menggunakan ELCB elektronik, dimana sumber fasa dan netral menuju AC kontrol untuk mengatur penyalaan kontaktor. Mikrokontroler untuk mengatur penyalaan AC kontrol dan sensor arus, dimana sensor arus untuk mendeteksi arus dari sumber fasa menuju kontaktor yang setelahnya menuju beban. Jika sensor arus terdeteksi nilai di tentukan maka AC kontrol akan memutuskan mengakibatkan kontaktor tidak bekerja. Kontaktor disini berfungsi sebagai saklar untuk memutus dan menghubungkan listrik.

3.9 Metode Pengumpulan Data

Dalam hal ini peneliti menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi adalah pengamatan dan pencatatan dengan sistematis fenomena-fenomena yang diselidiki. Menurut Mardalis, metode observasi adalah hasil perbuatan jiwa secara aktif dan penuh perhatian untuk menyadari adanya suatu rangsangan tertentu yang diinginkan, atau suatu studi yang disengaja dan sistematis tentang keadaan atau fenomena sosial dan gejala-gejala psikis dengan jalan mengamati dan mencatat. Data yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisis secara deskriptif. Kualitatif yaitu menyajikan data secara rinci serta melakukan interpretasi teoritis sehingga dapat diperoleh gambaran akan suatu penjelasan dan kesimpulan yang memadai.

2. Wawancara

wawancara atau interview adalah suatu metode yang dilakukan dengan jalan mengadakan jalan komunikasi dengan sumber data melalui dialog (Tanya-jawab) secara lisan baik langsung maupun tidak langsung. (Lexy J Moleong) mendefinisikan bahwa wawancara sebagai percakapan dengan maksud tertentu. Percakapan itu dilakukan oleh dua pihak, yaitu pewawancara (*interviewer*) yang mengajukan pertanyaan dan yang diwawancarai (*interviewee*) yang memberikan jawaban atas pertanyaan itu.

Dalam hal ini peneliti akan menggunakan metode wawancara langsung dengan subjek informan. Disamping itu untuk memperlancar proses wawancara dalam hal ini peneliti akan menggunakan metode wawancara langsung dengan subjek informan. Peneliti menggunakan Wawancara/ interview tak terstruktur yaitu

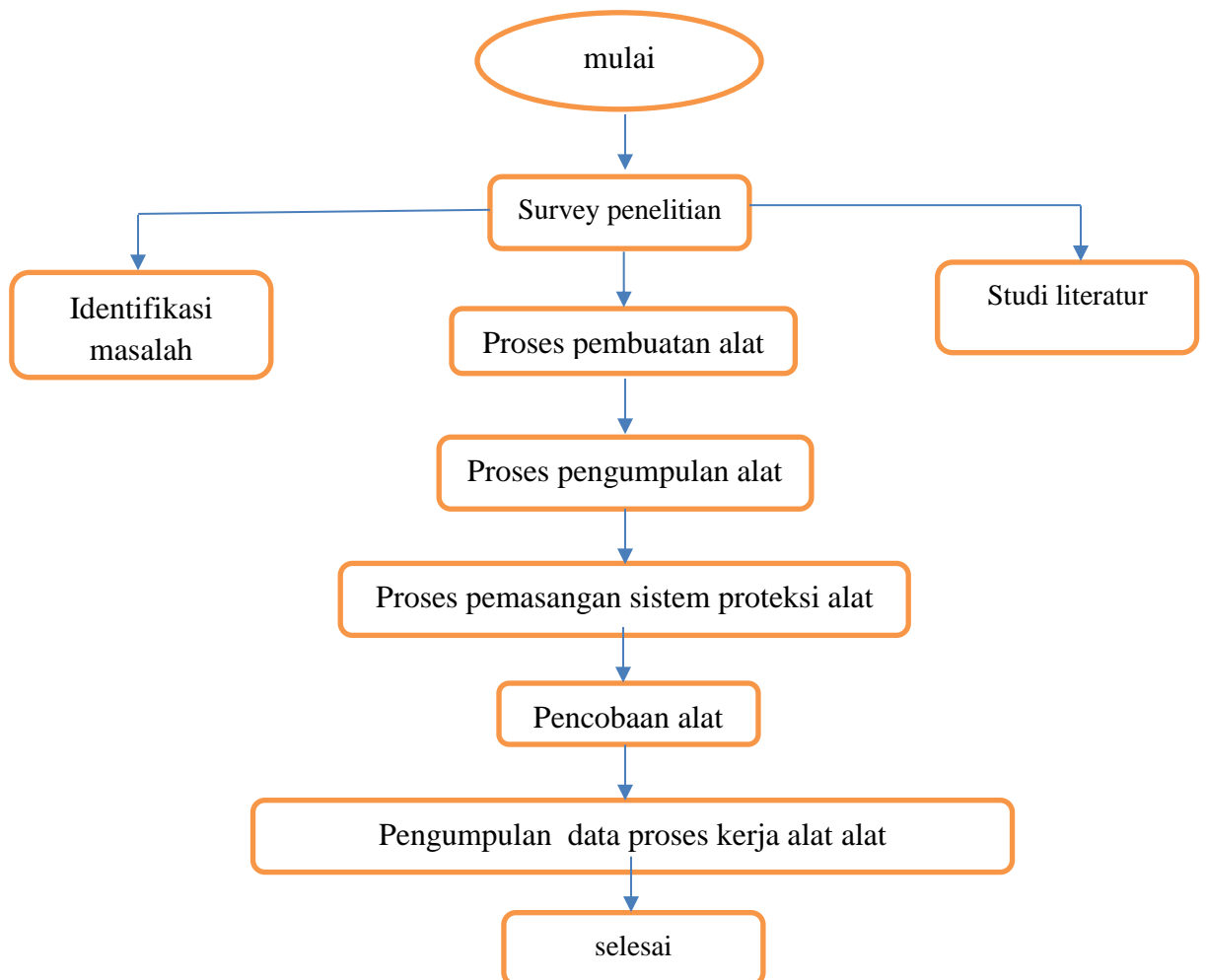
wawancara yang bentuk pertanyaannya bebas (pertanyaan langsung tanpa daftar yang telah disusun sebelumnya).

3. Dokumentasi

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan dokumentasi merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen, baik tertulis, gambar, maupun komponen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif. Hasil penelitian dari observasi atau wawancara akan lebih kredibel dan dapat dipercaya kalau didukung oleh dokumen-dokumen dari narasumber (Nana Syaodih, 2013:221).Dokumentasi yang akan dikumpulkan adalah berupa dokumen-dokumen terkait proses perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga menggunakan ELCB

3.10 flowchart

Flowchart merupakan diagram perancangan dalam pembuatan alat sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik. Dibawah ini merupakan flowchart pada perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga, yang bertujuan untuk menjelaskan tahapan-tahapan dalam melakukan perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga sehingga mempermudah kita untuk mengetahui apa saja tahapan dari perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga



BAB 4

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Komponen Perancangan Alat Pendeteksi Arus Bocor

1. *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB)

Suatu komponen yang digunakan untuk mengamankan bila terjadi arus bocor pada salah satu penghantar, ELCB yang digunakan dalam perancangan alat ini sunfree berwarna putih dan memiliki tegangan 230/400 dan terdiri dari 3 lilitan yaitu dua lilitan primer dan satu lilitan sekunder.



Gambar 4.1 ELCB

Sumber: Penulis 2020

Adapun Spesifikasi ELCB seperti ada pada gambar



Gambar 4.2 Spesifikasi ELCB

Sumber: (PLCDROID, 2020)

Melalui gambar diatas kita bisa membaca artinya sebagai berikut

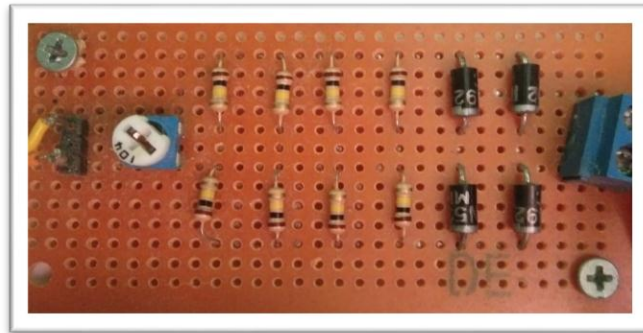
1. Wiring Diagram, artinya di letak tersebut ada sebuah gambar wiring diagram memudahkan kita untuk install ELCB
2. Domb2, adalah model atau seri ELCB dari Schneider Electric
3. Type AC, artinya ELCB ini disarankan untuk listrik bertegangan AC bukan DC
4. Tipe tegangan adalah jarak tegangan 230V yang diijinkan oleh ELCB
5. 300mA adalah Sensitivitas Arus Bocor

Adapun ciri khas nilai ELCB sebagai berikut

- 10 mA untuk proteksi dengan tingkat sensitivitas tinggi, contohnya untuk rumah sakit
- 30 mA untuk proteksi terhadap manusia / kontak langsung
- 300 mA untuk proteksi terhadap bahaya kebakaran / kontak tidak langsung

2. Sensor Tegangan Alternating Current (AC)

Sensor tegangan AC ini berfungsi untuk pembagi tegangan dari 220 Volt dibagi menjadi 5 volt, adapun komponen di dalam sensor tegangan AC ini adalah resistror dan dioda penyearah yang sudah dipasang pada papan vvc. Resistor yang terdapat pada sensor tegangan AC memiliki besar 1 kilo ohm.

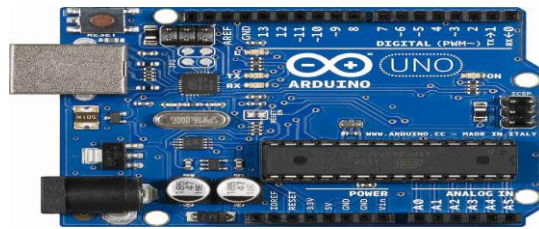


Gambar 4.3 Sensor tegangan

Sumber: Penulis, 2020

3. Arduino uno

Jenis arduino yang digunakan dalam perancangan sistem proteksi platform open source dan papan arduino menggunakan jenis mikrokontroler Atmega 328P dengan tegangan operasi 5 volt dan batas tegangan 6-20 volt yang berfungsi sebagai pengirim data dan pengontrol komponen pada perancangan sistem proteksi. Mikrokontroler sudah di program dengan komputer dengan tujuan untuk membaca input, memproses input dan menghasilkan output.



Gambar 4.4 Arduino

Sumber: Penulis, 2020

4. *Liquid Cristal Display*

Alat yang digunakan pada perancangan sistem proteksi arus bocor pada instalasi listrik untuk menampilkan data baik huruf, angka dan lain sebagainya. Lcd ini dihubungkan dengan arduino dimana lcd akan menampilkan arus input dan tegangan.



Gambar 4.5 LCD

Sumber: Penulis, 2020

5. Saklar dan Stopkontak

Komponen listrik seperti stopkontak yang berfungsi sebagai perantara atau aliran arus listrik dari sumber listrik ke bola lampu. adapun fungsi saklar secara

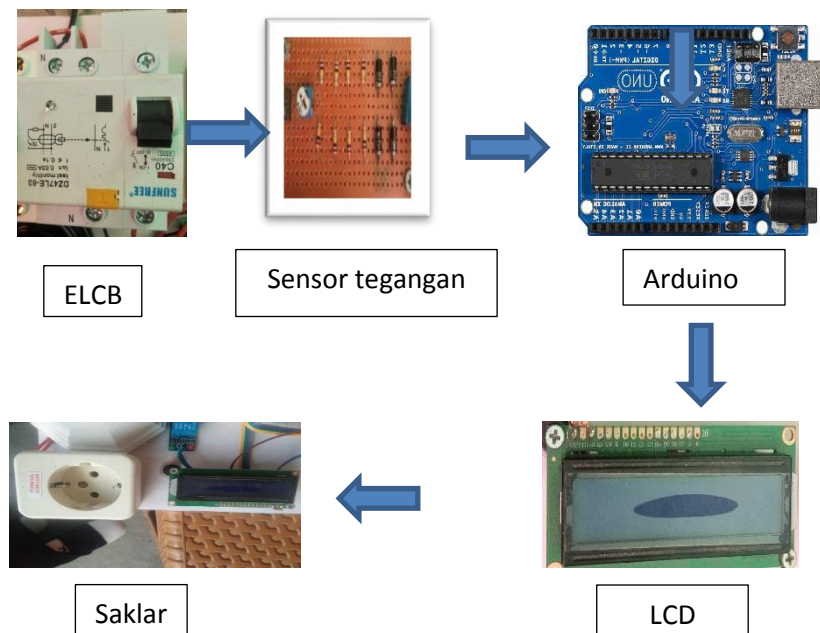
umum pada perancangan ini adalah sebagai alat yang dapat memutuskan dan menyambungkan arus listrik yang ada dalam rangkaian.



Gambar 4.6 Stopkontak

Sumber: Penulis, 2020

4.2 Cara Perancangan Alat Pendeteksi Arus Bocor



Gambar 4.7 Perancangan Alat Pendeteksi Arus Bocor

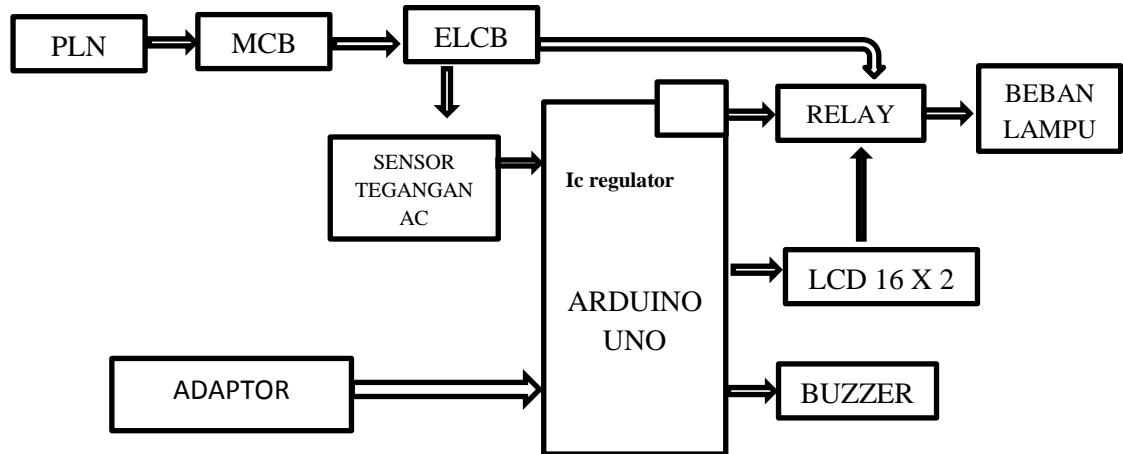
Sumber: Penulis, 2020

Gambar 4.7 menjelaskan perancangan alat pendeteksi arus bocor yang dimulai dari tahap pertama yaitu pemasangan ELCB sebagai proteksi yang digunakan, selanjutnya dilakukan pemasangan Sensor tegangan AC yang berfungsi untuk pembagi tegangan yang diterima oleh ELCB dari PLN (380/220 menjadi 5 Volt), setelah itu pemasangan arduino ATMEGA 328 yang sudah di program yang berfungsi untuk memberikan intruksi jika tegangan rendah (*Under voltage*) atau tegangan tinggi (*Over voltage*) kepada *relay*. Kemudian dilakukan pemasangan LCD, LCD ini dipasang untuk memberitahu tegangan rendah atau tinggi dan tahap terakhir adalah pemasangan saklar yang berfungsi sebagai penghubung arus.

4.3 Pendeteksi Kebocoran Arus

Semakin banyaknya beban yang digunakan dalam sebuah rumah tinggal atau gedung dan daya input dari perusahaan listrik kecil maka akan mengakibatkan rentannya terjadi arus bocor. maka untuk mengantisipasi hal tersebut digunakan ELCB sebagai alat proteksi pendeteksi untuk mengetahui cara kerja ELCB terlebih dahulu harus mengetahui kapasitas kabel sebagai penghantar arus, tegangan dan daya.

Suatu perancangan yang akan dibuat harus di rancang dengan baik untuk mempermudah dan memperlancar proses pada pembuatan alat. Diagram dibawah ini adalah perancangan alat untuk mendeteksi arus bocor dengan menggunakan ELCB dan arduino sebagai pengontrol dalam alat saya ini maka langkah pertama membuatnya sesuai dengan diagram seperti yang dibawah.



Gambar 4.8 Proses Kerja Sistem Proteksi ELCB

Sumber: Penulis, 2020

Dari gambar 4.8 diatas proses kerja sistem proteksi ELCB sebagai pendeteksi arus bocor adalah ketika arus masuk dari PLN maka sensor tegangan yang ada pada ELCB akan membagi tegangan dari 220 Volt menjadi 5 Volt. setelah itu akan masuk kearduino. arduino akan mengontrol arus dan tegangan yang masuk dan mengaktifkan LCD supaya membaca arus dan tegangan tersebut. Ketika terjadi gangguan dimana arus yang masuk melebihi kapasitas penghantar sehingga mengakibatkan arus bocor maka LCD akan membaca dan buzzer akan aktif memberi reaksi alarm dan relay akan menghasilkan anak kontak untuk memutus beban dan memerintahkan ELCB untuk memutus arus dari PLN.

4.4 Penerapan ELCB di dalam pendeteksi arus bocor

Pada tahap penerapan ini, ELCB sebagai proteksi arus bocor sangat cocok untuk digunakan. Sistem proteksi ini memiliki sensitivitas kepekaan yang tinggi dan cara

perancangannya mudah untuk diterapkan, sebagai proteksi arus bocor pemasangan ELCB mempunyai alasan yang kuat, ELCB diterapkan dalam instalasi listrik rumah tangga adalah karena faktor keamanan yang diutamakan dalam perancangan sistem instalasi listrik rumah tangga

Sebab masalah arus bocor diatas ambang aman pada suatu sistem instalasi listrik rumah tangga maka penelitian ini menggunakan alat ELCB satu fasa dimana dengan perangkat tersebut dapat ditunjukkan fungsi ELCB sebagai pengaman manusia yang diakibatkan oleh arus bocor.

4.5 Tabel percobaan

Tabel 4.1 Hasil Percobaan

Sebelum hubung singkat ampere (A)	Sesudah hubung singkat ampere (A)
0.199467	0.199466
0.199467	0.199466
0.199467	0.199465
0.199467	0.199465

Sumber: Penulis, 2020

Penjelasannya: Pada tabel diatas menjelaskan Pengujian ELCB dan pengukuran arus menggunakan multimeter, pengukuran tersebut menggunakan skala kecil (μ A) pengujian ini mengambil empat kali percobaan dan perbedaan sebelum dan sesudah dihubung singkat. Dan hasil pengujian yang didapatkan menggunakan multimeter, didapatkan nilai kebocoran arus yang nilainya berkisar 1μ A - 2μ A. Nilai ke sensitivitas kebocoran arus 30mA jika melebihi nilai tersebut akan trip.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan perancangan alat hingga pengujian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Perancangan alat sistem proteksi arus bocor pada kelistrikan rumah tangga dalam hal ini sangat dibutuhkan untuk mencegah dampak yang bisa ditimbulkan seperti kerusakan dan kebakaran dari arus bocor tersebut di tahap perancangan ini pengaman yang digunakan menggunakan ELCB.
2. Penggunaan ELCB pada instalasi listrik rumah tangga merupakan pilihan yang terbaik karena memperhatikan ELCB merupakan pertimbangan yang ditempatkan pada urutan pertama dalam mendesain suatu instalasi listrik yang berfungsi untuk mengamankan manusia dari bahaya yang diakibatkan oleh tegangan sentuh.
3. Menguji sistem pengamanan ELCB dengan melakukan penanaman besi ke bumi yang jika disentuh maka akan langsung memberikan keamanan dengan cara memproteksi secara otomatis terhadap sentuhan yang dilakukan.

5.2 Saran

Setelah melakukan pengujian dan pembahasan diatas maka ada beberapa saran yang diberikan untuk memperbaiki karya ini kedepan nya, antara lain:

1. Agar penelitian dari praktek ini nantinya dapat diterima penjabarannya untuk membantu mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh arus bocor di dalam instalasi listrik rumah tangga.
2. Agar penggunaan sistem proteksi ELCB ini dapat lebih dikenal lagi pada saat melakukan rangkaian instalasi listrik rumah tangga.
3. Agar Rancang bangun sistem proteksi arus bocor ini dapat dikembangkan lagi kedepanya sebagai bahan referensi untuk penelitian karya tulis berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Bimasena, K. K. (2017). *Proteksi Instalasi Listrik Menggunakan ELCB Elektronik*. Batam: Politeknik Negeri Batam.
- Burhan, P. S. (2018). Efektivitas Penggunaan Residual Current Circuit Breaker Sebagai Pengaman Manusia terhadap Arus Bocor Akibat Kegagalan Isolasi. *INTEKNA*, 13-17.
- Fifana, N. (2008). SIMULASI ELCB SATU FASA SEBAGAI PELINDUNG TEGANGAN SENTUH BAGI MANUSIA . *Universitas Diponegoro*.
- Fitriandi, A. E. (2016). Rancang Bangun Alat Monitorong Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway. *Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 87-98.
- 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).
- Kadir, a. (2016). *Buku Pintar C++ Untuk Pemula*. yogyakarta: Teknik Elektro dan Komputer ATS (Automatic Transfer Switch).
- Kurniawan, R. (2018). *Perancangan alat monitoring arus pada circuit breaker dengan menggunakan sensor ACS712 Dan tampilan LCD*. Riau: STMIK Dumai.
- Permata, E. &. (2020). Sistem Kendali On/Off Circuit Breaker 150kV AD20 Tipe 8DN2 di PT.krakatau Daya Listrik. *Energi dan Kelistrikan*, 65-73.

PLCDROID. (2020, 10 24). *Pengertian ELCB Pengaman Listrik Terbaik Untuk Rumah*. Diambil kembali dari PLCDROID: <https://www.plcdroid.com/2020/10/pengertian-elcb-pengaman-listrik.html?m=1>

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).

Sudiarta, I. W. (2014). Analisis Penggunaan Saklar Arus Bocor (ELCB) sebagai Proteksi Tegangan sentuh terhadap manusia. *Logic*, 33-39.

- Sukardi, f. d. (2019). Prototipe Pengaman Peralatan Instalasi Listrik dan Tegangan Sentuh Bagi Manusia dengan ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker). *Teknologi ElektriKa*, 56-62.
- Suryadi, A. &. (2016). Rancang Bangun Model Simulasi ELCB Fasa Satu Sebagai Pelindung Bagi Manusia. *Saintech*, 39-43.
- Syukriyadin. (2016). Sistem Proteksi Arus Bocor menggunakan Earth Leakage Circuit Breaker Berbasis Arduino. *jurnal rekayasa elektriKa*, 111-118.