

**PERANCANGAN PROTOTIPE PENDETEKSI
ARUS BOCOR BERBASIS *EARTH LEAKAGE*
CIRCUIT BREAKER (ELCB)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

HENDRA

NIM. 200211019

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
Prodi Pendidikan Teknik Elektro**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024 M/ 1446H**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN PROTOTIPE PENDETEKSI ARUS BOCOR BERBASIS *EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER (ELCB)*

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Dasussalam Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Pendidikan Teknik Elektro

Oleh:

Hendra

NIM. 200211019

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui Oleh:

Pembimbing Skripsi


Mursyidin, M.T

NIP.198204052023211020

PENGESAHAN PENGUJI
PERANCANGAN PROTOTIPE PENDETEKSI ARUS BOCOR
BERBASIS *EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER* (ELCB)

SKRIPSI


Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Prodi
Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
dan Dinyatakan Lulus Serta Diterima Sebagai Salah Satu
Beban Studi Program Sarjana (S-1) dalam Ilmu
Pendidikan Teknik Elektro


Pada Hari/Tanggal: Senin 12 Agustus 2024
07 Safar 1446 H

Tim Penguji

Ketua


Sekretaris

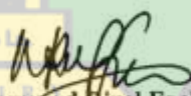

Mursyidin, M.T
NIP. 198204052023211020


Rahmayanti, M.Pd
NIK. 201801160419872082

Penguji I

Penguji II


Muhammad Ikhsan, M.T.
NIP. 198610232023211028


Muhammad Rizal Fachri, M.T
NIP. 198807082019031018

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Darussalam Banda Aceh


Prof. Saiful Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D
NIP. 197501021997031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendra

NIM : 200211019

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor
Berbasis Earth Leakage Circuit Breaker (Elcb)

Menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

- 1 Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan Mempertanggung jawabkan;
- 2 Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
- 3 Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
- 4 Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
- 5 Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar- Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



Banda Aceh, 3 Agustus 2024

Yang Menyatakan,

Hendra

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT karena atas izin dan karunia-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB).**” Selanjutnya tidak lupa pula shalawat beriring salam penulis hantarkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari alam kebodohan kea lam yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Upaya penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pendidikan di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Oleh karena hati yang tulus penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua; Ayahanda Mawardi dan Ibunda Nurmala, juga kepada seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, saran, materi, dan bantuan lainnya yang sangat banyak demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Terimakasih kepada Bapak Prof. Saifur Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
3. Hari Anna Lastya, M.T. selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro.
4. Bapak Mursyidin, M.T, terima kasih banyak atas bimbingan petunjuk, arahan, dan pemikiran selama penulisan naskah.
5. Terimakasih kepada seluruh staf-staf Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, yang telah membantu dalam surat menyurat selama ini.

6. Terimakasih kepada dosen selingkup Fakultas Tarbiyah UIN Ar-Raniry Banda Aceh, yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.
7. Kepada Fajariah Arida yang ikut membantu dan memotivasi dalam pembuatan Skripsi ini.
8. Untuk rekan seperjuangan di program Studi Pendidikan Teknik Elektro, khususnya untuk angkatan 2020.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak luput dari kesalahan dan kesilapan, degan demikian penulis berusaha untuk memberikan hasil yang terbaik. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis ini menerima keritikan dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulis di masa yang akan datang. Dengan harapan skripsi ini dapat bermanfaat dari kita semu.

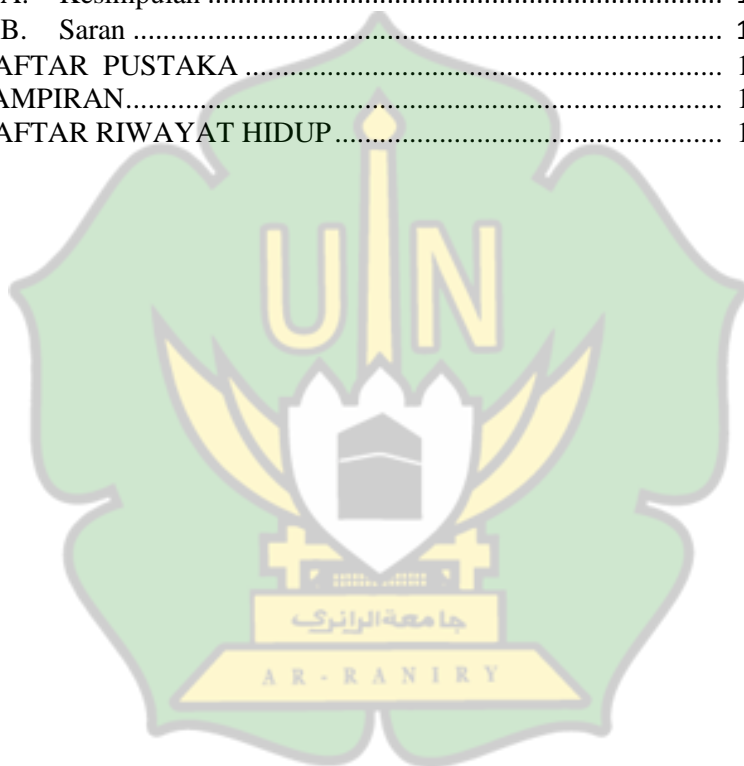
Banda Aceh, 03 Agustus 2024

Hendra

DAFTAR ISI

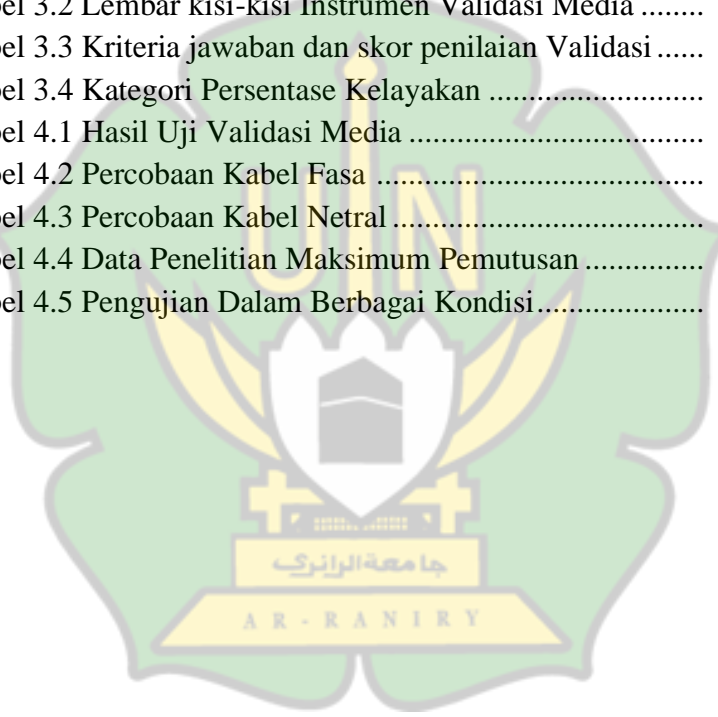
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	ixi
ABSTRAK	ixii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah.....	4
C. Tujuan penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Kajian terdahulu yang relevan	6
BAB II LANDASAN TEORI	16
A. Perancangan	16
B. Sistem Proteksi.....	17
C. Tegangan Sentuh	19
D. Arus Bocor dan Dampaknya.....	26
E. Bahan - Bahan Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor	31
F. Fungsi dan jenis <i>Earth-Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB)	44
G. Prinsip Kerja <i>ELCB</i> (<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i>)	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	50
A. Rancangan Penelitian	50
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	54
C. Model Perancangan	54
D. Alat dan Bahan	59
E. Perancangan Prototype Pendeteksi Arus Bocor Elcb.....	60
F. Lembar Validasi	62
G. Teknik Pengumpulan Data	67

H. Teknik Analisa Data.....	68
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	71
A. Hasil Rancangan.....	71
B. Hasil Validasi	75
C. Pembahasan.....	91
BAB V PENUTUP.....	100
A. Kesimpulan	100
B. Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN.....	108
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	124



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Arus terhadap Manusia	22
Tabel 3.1 Alat dan bahan yang digunakan.....	60
Tabel 3.2 Lembar kisi-kisi Instrumen Validasi Media	63
Tabel 3.3 Kriteria jawaban dan skor penilaian Validasi	67
Tabel 3.4 Kategori Persentase Kelayakan	70
Tabel 4.1 Hasil Uji Validasi Media	78
Tabel 4.2 Percobaan Kabel Fasa	84
Tabel 4.3 Percobaan Kabel Netral	86
Tabel 4.4 Data Penelitian Maksimum Pemutusan	88
Tabel 4.5 Pengujian Dalam Berbagai Kondisi.....	91

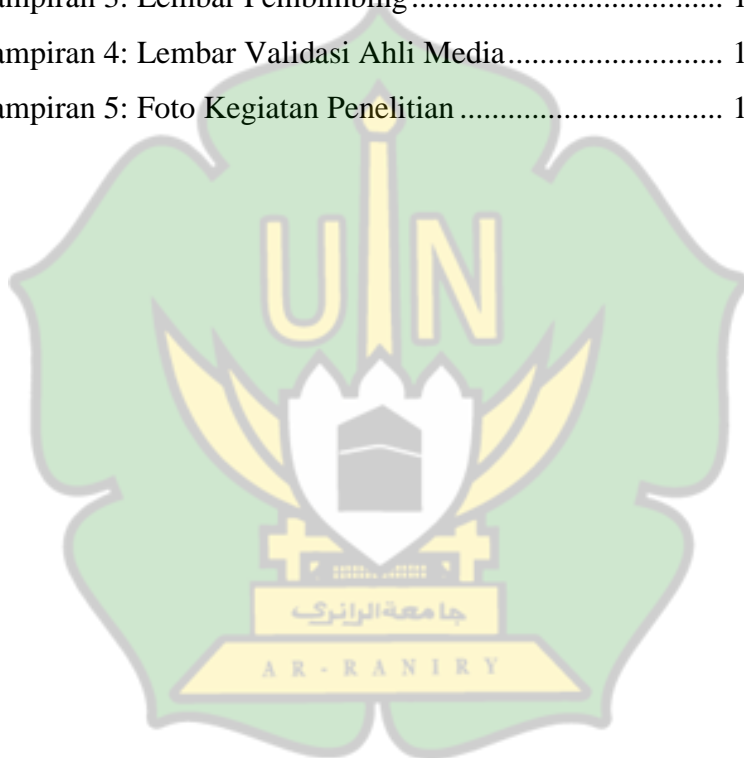


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tegangan sentuh dan rangkaian ekivalennya...	19
Gambar 2.2 . Grafik Bahaya Arus Listrik.....	25
Gambar 2.3 <i>Miniature Circuit Breaker</i> MCB.....	34
Gambar 2.4 <i>Earth-Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB).....	36
Gambar 2.5 saklar	38
Gambar 2.6 lampu.....	39
Gambar 2.7 stop kontak	41
Gambar 2.8 kabel NYM.....	42
Gambar 2.9 kabel NYA.....	44
Gambar 2.10 ELCB Diferensial Arus (RCD)	45
Gambar 2.11 ELCB Tegangan Residu (RVCD)	47
Gambar 2.12 Prinsip Kerja Elcb	48
Gambar 3.1 Prosedur prototipe	56
Gambar 3.2 Simulasi Pengawatan Instalasi Rumah Prototipe Elcb.....	61
Gambar 3.3 Bentuk Rangkain Prototipe	62
Gambar 4.1 Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis ELCB	72
Gambar 4.2 Sisi Depan Prototipe.....	74
Gambar 4.3 Sisi Bagian Bawah Prototipe.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: SK Skripsi	108
Lampiran 2: Surat Penelitian	109
Lampiran 3: Lembar Pembimbing	110
Lampiran 4: Lembar Validasi Ahli Media	113
Lampiran 5: Foto Kegiatan Penelitian	122



ABSTRAK

Nama : Hendra
Nim : 200211019
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Teknik Elektro
Judul : Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb)
Judul Halaman : 69
Pembimbing I : Mursyidin, M.T

Bahaya listrik adalah ancaman yang tidak terlihat namun dapat menghilangkan nyawa manusia dan menyebabkan kebakaran. Keselamatan adalah faktor penting yang harus diterapkan dalam penggunaan tenaga listrik. Tubuh manusia hanya dapat merasakan sengatan listrik dengan arus maksimal 30 mA. *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) dalam sistem instalasi listrik adalah salah satu solusi yang dapat digunakan untuk melindungi dari bahaya tegangan sentuh. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena data yang dikumpulkan dan dapat disajikan dalam bentuk angka-angka yang bermakna. Model penelitian yang digunakan adalah model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation), yang akan dikembangkan untuk dunia pendidikan. Pengujian dilakukan menggunakan sumber fasa dan netral sebagai media pengaktifan ELCB, serta resistor sebagai pengganti tahanan tubuh manusia dan grounding sebagai media

gangguan pentanahan. Sistem kerja ELCB didasarkan pada perbandingan arus masuk dan keluar pada fasa dan netral. Waktu pemutusan tegangan dan arus listrik oleh ELCB adalah 19,60 ms. Dengan penerapan ELCB dalam sistem instalasi listrik, diharapkan bahaya yang diakibatkan oleh tegangan sentuh dapat dibatasi sehingga menciptakan sistem yang aman bagi manusia.



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Listrik merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, saat ini hidup tanpa listrik tampaknya jadi masalah setiap orang dari kalangan masyarakat rendah hingga atas tentunya akan membutuhkan listrik, baik untuk kebutuhan hidup, perkantoran maupun industri. Namun akan lebih bijak jika kita mengetahui dan sadar akan bahaya arus listrik, sehingga lebih berhati-hati dalam menggunakan arus ini dalam kehidupan sehari-hari, dampak buruk dari sengatan listrik sangat beragam, mulai dari cacat fisik hingga kematian. Untuk itu diperlukan suatu sistem keselamatan atau perlindungan terhadap resiko kelistrikan pada saat merancang instalasi listrik.¹

¹ Candra Situmorang, J. Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB.

Dalam lingkungan listrik, keamanan dan keselamatan merupakan aspek yang sangat penting. Arus bocor atau *ground fault* merupakan salah satu masalah utama dalam instalasi listrik yang dapat menyebabkan bahaya kebakaran, kerusakan peralatan, dan bahkan kecelakaan fatal. Oleh karena itu, deteksi arus bocor menjadi krusial dalam menjaga keamanan lingkungan listrik. Salah satu teknologi yang umum digunakan untuk tujuan ini adalah *Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)*².

Instalasi domestik adalah instalasi listrik dalam bangunan untuk perumahan/tempat tinggal, dan Instalasi non domestik adalah instalasi listrik bukan untuk perumahan atau industri misalnya, perkantoran, mall, pusat perbelanjaan dan lain-lain. Ruang lingkup instalasi terdiri atas Instalasi penerangan,

² Sumarna, A. (2021). *Analisis Kelayakan Listrik Rumah Tangga Di Desa Purworejo Kecamatan Kuala Kabupaten Nagan Raya* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh)

instalasi PHB (Perlengkapan Hubung Bagi), gawai proteksi dan pembumian. Adanya ancaman bahaya bagi keselamatan manusia akibat arus bocor diatas ambang aman pada suatu sistem instalasi listrik merupakan suatu masalah yang harus dicarikan jalan keluarnya.³

Beberapa kejadian kebakaran pada umumnya juga dikarenakan adanya hubung listrik arus singkat dari instalasi listrik yang kurang memperhatikan standar peralatan dan bangunan mestinya menjadi pelajaran penting dalam penyiapan sistem keselamatan. Pada saat terjadi kebakaran, ada empat hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan bahaya kebakaran, yaitu penghuni bangunan (manusia), isi bangunan (harta), struktur bangunan dan bangunan lainnya yang berada di sebelah bangunan itu sendiri. Untuk menekan

³ Junaidi, F., Bini, T., & Rudito, H. (2020, October). Studi Tata Letak Komponen Instalasi Penerangan dan Tenaga Pada Gedung Teknik Kimia Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang. In *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)* (pp. 29-36).

jumlah korban yang terus meningkat, perlu dilakukan suatu tindakan proteksi yang mengutamakan keselamatan. Peringatan dini terhadap arus bocor atau tanda-tanda kebakaran merupakan salah satu solusi dari menyelamatkan nyawa manusia.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian konteks masalah yang disampaikan di atas, maka rumusan masalah terkandung di dalamnya adalah:

1. Bagaimana memastikan efektivitas *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) dalam mencegah sengatan listrik akibat kebocoran arus?
2. Bagaimana menguji dan mengevaluasi kinerja *prototype* ELCB dalam berbagai kondisi instalasi listrik?

C. Tujuan penelitian

Merujuk pada permasalahan di atas yang telah dijelaskan, tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang prototipe pendeteksi arus bocor berbasis ELCB .
2. Mengidentifikasi dan menganalisis kinerja ELCB dalam berbagai kondisi instalasi listrik untuk memastikan fungsionalitas dan keefektifannya.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. Arus bocor adalah penyebab umum kebakaran dalam instalasi listrik. Dengan menggunakan pendeteksi arus bocor berbasis ELCB, prototype ini dapat membantu mencegah terjadinya kebakaran akibat hubungan singkat atau arus bocor yang berlebihan. Prototipe pendeteksi arus bocor berbasis ELCB dapat meningkatkan keamanan instalasi listrik dengan mendeteksi kebocoran arus yang dapat menyebabkan kecelakaan listrik atau kebakaran.
2. Arus bocor dapat menyebabkan kejutan listrik yang fatal bagi manusia, dengan mendeteksi arus bocor secara cepat

dan mematikan sirkuit listrik yang terkena dampak, prototipe ini dapat membantu melindungi kehidupan manusia dari kecelakaan listrik. Dengan adanya prototype ini, risiko kecelakaan atau bahaya yang disebabkan oleh kebocoran arus dapat diminimalkan. ELCB dapat mendeteksi arus bocor yang melewati jalur yang tidak semestinya dan secara otomatis memutus sirkuit untuk mencegah terjadinya kejadian yang lebih serius. Penelitian ini juga dapat meningkatkan pemahaman tentang prinsip kerja ELCB dan teknologi pendeteksi arus bocor secara umum.

E. Kajian terdahulu yang relevan

Penelitian relevan, terutama yang menjadi acuan untuk penelitian yang akan datang, sangat penting untuk memahami landasan teoritis dan metodologi yang telah diterapkan sebelumnya dalam bidang yang Anda minati. Berikut adalah

beberapa hal yang dapat Anda sertakan dalam bagian penelitian relevan:

1. Sunarto², Sudrajat³ Rancang Bangun Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Tegangan Sentuh Menggunakan *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) tahun 2023. Bahaya listrik merupakan ancaman yang tidak terlihat namun dapat menghilangkan nyawa manusia dan menyebabkan terjadinya kebakaran. Keselamatan faktor penting yang harus diterapkan dalam pemakaian tenaga listrik. Manusia hanya dapat merasakan sengatan listrik dengan maksimal arus yang melalui tubuh 30 mA. *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) pada suatu sistem instalasi listrik merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk melindungi dari bahaya tegangan sentuh. Melakukan uji coba menggunakan sumber fasa dan netral sebagai media pengaktifan ELCB dan resistor sebagai pengganti tahanan tubuh manusia serta grounding sebagai

media gangguan pentanahan. Dengan membandingkan arus masuk dan keluar pada fasa dan netral inilah sistem kerja ELCB. Waktu pemutusan tegangan dan arus listrik pada ELCB adalah 19.60 mS. Dengan Pengaplikasiaan ELCB dalam sistem instalasi listrik diharapkan bahaya yang diakibatkan oleh tegangan sentuh dapat dibatasi sehingga sistem aman bagi manusia.

2. Candra Situmorang, J. Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB. Tahun 2021. *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 Pengaplikasiaan ELCB dalam suatu sistem instalasi listrik diharapkan bahaya yang diakibatkan oleh adanya tegangan sentuh dapat dibatasi sehingga sistem aman bagi manusia.

3. Billy Morris Harold Kilis dan Calvin E. J. Mamahit dengan judul Penerapan Sistem Proteksi Arus Bocor pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal tahun 2021. Kajian ini lebih memfokuskan secara khusus untuk kepentingan rumah tangga, karena listrik menjadi hal yang tak terpisahkan dalam kebutuhan sehari-hari. Masalah yang dapat diidentifikasi adalah bagaimana sistem proteksi menggunakan model earth-leakage circuit breaker (ELCB), untuk instalasi rumah tinggal, dan bagaimana cara penerapannya di rumah tinggal secara mudah dan sederhana. Pada sistem proteksi arus sistem yang dibangun harus bekerja pada rentang < 30 mA menurut

persyaratan umum instalasi listrik (PUIL), merupakan saat dimana otot tidak sanggup melepaskan penghantar atau berbahaya. Hasil pengujian piranti tambahan ELCB dapat diterapkan di rumah tinggal dan dengan demikian dapat berguna bagi masyarakat dalam menghindari hubung singkat dan kebakaran. Kesimpulan pengukuran tahanan untuk para partisipan berjumlah 21 orang berjalan dengan baik dan diperoleh nilai tahanan rata-rata 3665 k Ω . Dengan demikian alat pada simulator bekerja sesuai dengan operasi menurut PUIL.

4. Abrar Tanjung, Zulfahri, Hamzah dengan judul Penggunaan *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) Dan *Grounding* sebagai Pengaman Di Kelurahan Limbungan Baru Kecamatan Rumbai Pesisir tahun 2020. Proteksi yang disediakan Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) dan Grounding, Pada dasarnya alat ini adalah adalah sebuah saklar listrik otomatis dioperasikan dan dirancang untuk

mendeteksi adanya arus listrik yang terjadi karena tegangan bocor pada instalasi dan peralatan listrik. Kelurahan Limbungan Permasalahan yang terjadi pada instalasi listrik adalah Power Failure atau outages sumber listrik utama mati kalau di Indonesia boleh dikatakan mati lampu/ PLN mati, tegangan listrik turun dalam waktu sesaat sampai dengan dibawah 80-85 % dari tegangan normal 220 VAC. Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian diperoleh sesudah penyuluhan dan Pelatihan mitra dalam mengetahui dan memahami tentang Sistem Pengaman ELCB sebesar 100 %, Pentanahan atau grounding sebesar 100 %, bahan dan peralatan listrik sesuai Standarisasi Kelistrikan (SNI) sebesar 100 %, pemasangan sistem pengaman instalasi listrik bangunan sebesar 100 pemakaian bahan dan peralatan sesuai dengan PUIL 2011 100 %.

5. Yuvelia Priyanka Manalor¹, dengan judul Pengaruh Nilai Tahanan Pentanahan Terhadap Durasi Respon ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui [1] berapa besar rerata nilai tahanan pentanahan pada instalasi listrik grounding jenis TN (Terra Neutral) [2] berapa besar rerata nilai arus bocor (gangguan) yang melewati ELCB pada instalasi listrik grounding jenis TN (Terra Neutral) [3] berapa rerata durasi waktu respons ELCB pada instalasi listrik grounding jenis TN (Terra Neutral) [4] pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap durasi waktu respons ELCB. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa [1] Rerata nilai tahanan

pentanahan yang dibutuhkan untuk melihat respon ELCB adalah sebesar 1509,4 [Ω] [2] Rerata arus gangguan yang dibutuhkan untuk melihat respon ELCB adalah sebesar 15,67 [MA] [3] Rerata durasi waktu respon yang dibutuhkan untuk melihat respon ELCB saat terjadi arus gangguan sebesar 1,01 [ms] [4] Terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara nilai tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB.

6. Kesimpulan singkat yang membedakan antara peneliti sebelumnya dengan penelitian yang akan mengerjakan.
 - a. Penelitian sebelumnya
 - 1) Setiap penelitian memiliki judul dan peneliti yang berbeda, menunjukkan variasi dalam fokus penelitian dan sumber daya manusia yang terlibat dalam setiap proyek.
 - 2) Setiap penelitian dilakukan pada tahun yang berbeda, menunjukkan perkembangan dan evolusi

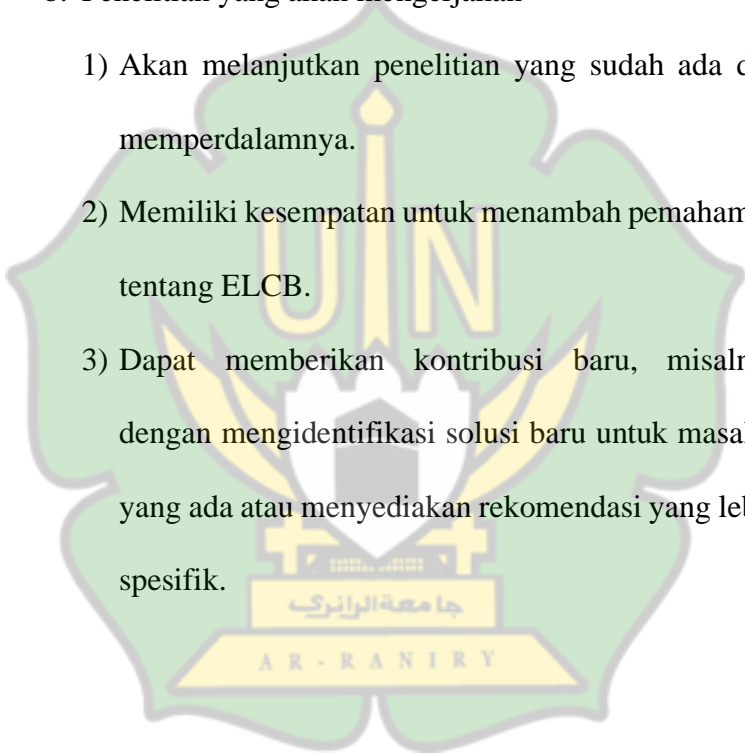
dalam bidang penelitian tersebut dari waktu ke waktu.

- 3) Meskipun semua penelitian berfokus pada aplikasi Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) untuk melindungi manusia dari bahaya tegangan sentuh dalam instalasi listrik, ada variasi dalam tujuan penelitian seperti aplikasi rumah tangga, pengaruh tahanan pentanahan, dan penerapan sistem proteksi.
- 4) Meskipun semua penelitian menggunakan metode penelitian kuantitatif, ada variasi dalam pendekatan metodologi dan teknik yang digunakan, seperti uji coba menggunakan sumber fasa dan netral, pengujian piranti tambahan, dan pengaruh tahanan pentanahan.
- 5) Hasil dan kesimpulan dari masing-masing penelitian juga berbeda, mencakup variabel seperti waktu pemutusan tegangan dan arus listrik, pengaruh

tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB, dan efektivitas aplikasi ELCB dalam melindungi manusia dari bahaya listrik.

b. Penelitian yang akan mengerjakan

- 1) Akan melanjutkan penelitian yang sudah ada dan memperdalamnya.
- 2) Memiliki kesempatan untuk menambah pemahaman tentang ELCB.
- 3) Dapat memberikan kontribusi baru, misalnya dengan mengidentifikasi solusi baru untuk masalah yang ada atau menyediakan rekomendasi yang lebih spesifik.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Perancangan

Perancangan adalah proses merencanakan atau membuat suatu rencana secara terperinci sebelum pelaksanaan suatu proyek, pembuatan suatu produk, atau penciptaan suatu sistem. Perancangan melibatkan identifikasi masalah atau kebutuhan, penentuan tujuan, pemilihan metode atau strategi yang tepat, serta pengembangan rencana yang terperinci untuk mencapai tujuan tersebut. Sementara menurut Soetam Rizky (2011:140), perancangan adalah suatu proses yang melibatkan definisi yang jelas tentang apa yang akan dilakukan dengan menggunakan beragam teknik, serta mencakup deskripsi tentang arsitektur, detail komponen, dan keterbatasan yang akan dihadapi selama proses pengerjaan.

Berdasarkan pendapat dari kedua sumber tersebut, dapat disimpulkan bahwa perancangan adalah tahapan yang

dilakukan setelah analisis sistem, yang bertujuan untuk menghasilkan rencana yang memenuhi kebutuhan yang telah ditentukan selama tahap analisis. Setelah proses perancangan dan perakitan dari semua komponen-komponen dan peralatan-peralatan untuk simulasi instalasi rumah menggunakan ELCB.⁴

B. 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 keamanan, maka akan semakin kecil pengaruhnya terhadap gangguan dan kemungkinan rusaknya

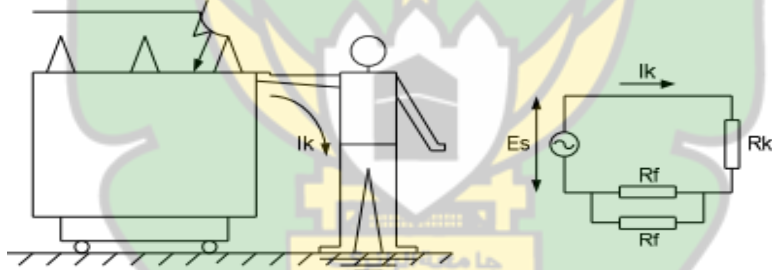
⁴ Fr1ely didit sukardi, abdul zain, arif mulian (2019) prototipe pengamana peralatan instalasi listrik dan tegangan sentuh bagi manusia dengan ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)

peralatan, selain itu dapat dengan cepat menemukan ukuran area masalah, untuk membuatnya sekecil, mungkin ini juga bisa menjamin keselamatan manusia dari bahaya sengatan listrik yang diakibatkan jika terjadi gangguan pada sistem, para pekerja merasakannya apabila terjadi gangguan, diharapkan rangkaian dapat segera beroperasi pemutus arus yang benar untuk menghilangkan proses masalah akibat arus berlebih. Jika gangguannya serius, perlindungan harus dilakukan secepat mungkin. Kasus ini harus ada peralatan yang digunakan untuk mendeteksi kondisi yang tidak normal, dan meminta perangkat keamanan untuk memutuskan sambungan. Dan banyak hal yang perlu dipertimbangkan agar tetap bekerja dengan aman. Jika beban kerja bertambah melebihi batas keselamatan, didefinisikan sebagai tidak aman, atau tidak efektif

maka kondisinya tidak baik dan akan merusak prinsip kerja asuransi sistem proteksi arus bocor.⁵

C. Tegangan Sentuh

Tegangan sentuh adalah tegangan yang terdapat diantara suatu objek yang disentuh dalam suatu titik berjarak 1 meter dengan asumsi bahwa objek yang disentuh dihubungkan dengan kisi-kisi pentanahan yang berada dibawahnya, seperti pada gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.1 Tegangan sentuh dan rangkaian ekivalennya

⁵ Jonli Candra Situmorang Dengan Judul Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga menggunakan Elcb Tahun 2021

Dari rangkaian ekivalen didapat persamaan tegangan sentuh,yaitu :

$$E_s = (R_k) + \frac{R_f}{2} \cdot I_k \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

ES = Tegangan sentuh (V)

Rk = Tahanan badan manusia (Ω)

Rf = Tahanan kontak ke tanah dari satu kaki pada tanah (Ω)

Ik = Arus yang melalui tubuh (A)

Tegangan sentuh yang terlalu tinggi harus diberikan proteksi agar tidak membahayakan. Prinsip Fundamental dijelaskan dalam Bagian 1 dan Bagian 2 PUIL 2011. Prinsip fundamental 131 (2.1) Proteksi untuk keselamatan 131.2 (2.1.2) Proteksi terhadap kejut listrik 131.1 (2.1.1) Umum 131.2.1 (2.1.2.1) Proteksi dasar (proteksi terhadap sentuh langsung) (2.1.1.1) Persyaratan yang dinyatakan dalam 131.2 hingga 131.7 dimaksudkan untuk memastikan keselamatan manusia dan ternak serta keamanan harta benda dari bahaya

dan kerusakan yang dapat timbulkan oleh gangguan arus bocor

.⁶

Ada tiga faktor yang menentukan keseriusan sengatan listrik pada tubuh manusia, yaitu

- a) Besar arus listrik yang mengalir dalam tubuh ditentukan oleh tegangan dan tahanan tubuh. Tegangan tergantung pada sistem tegangan yang digunakan, sedangkan tahanan tubuh manusia bervariasi tergantung pada jenis, kelembaban kulit dan faktor-faktor lain seperti ukuran tubuh dan berat badan. Tahanan kontak kulit bervariasi dari 1000 k Ω (kulit kering) sampai 100 Ω (kulit basah). Tahanan dalam (internal) tubuh sendiri antara 100–500 Ω .⁷

⁶ BSN, “*Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*,” SNI 0225:2011/Amd 1:2013.

⁷ Pyae, S., Sunarto, S., & Sudrajat, S. (2023, August). Rancang Bangun Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Tegangan Sentuh Menggunakan ELCB. In *Prosiding Industrial*

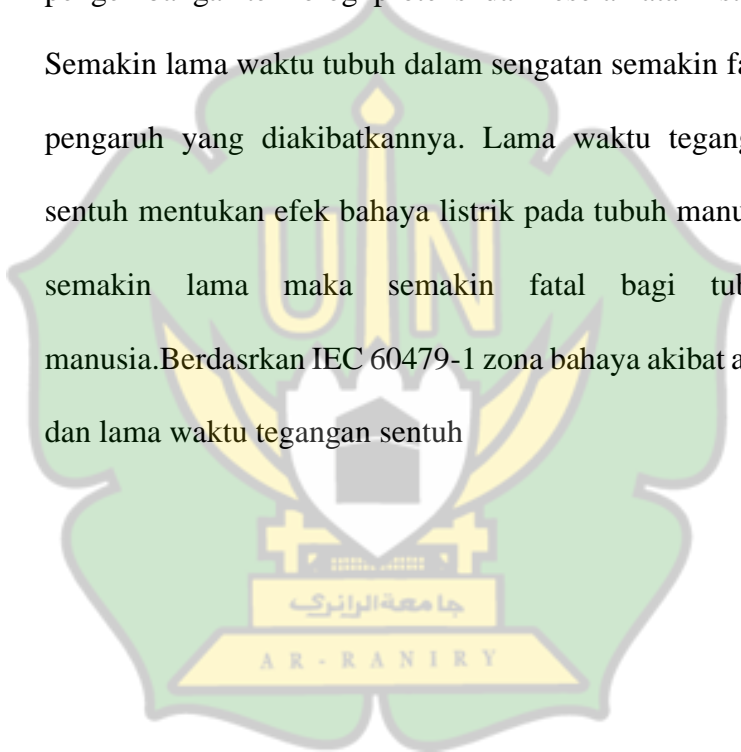
Tabel 2.1 Pengaruh Arus terhadap Manusia

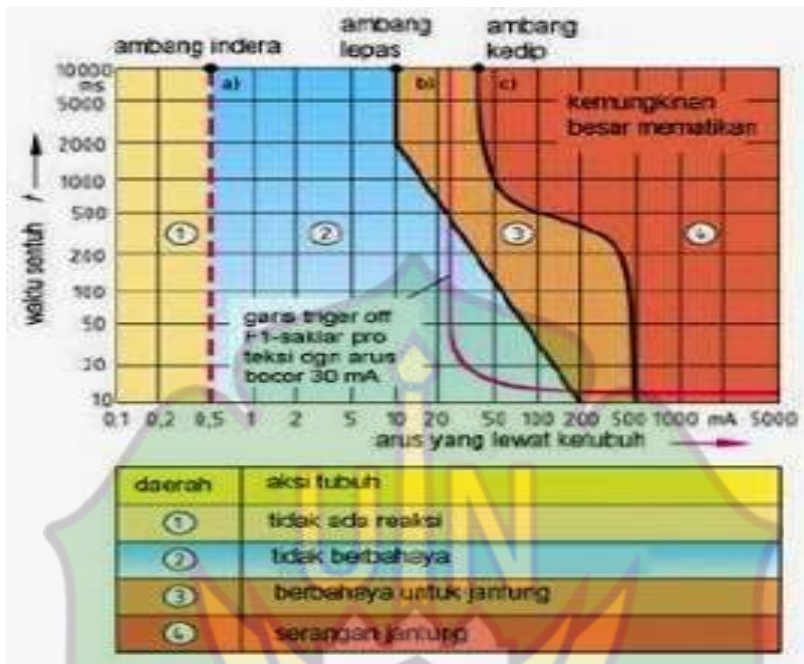
Besar arus	Pengaruh bagi tubuh manusia
0-0.9 mA	Belum dirasakan pengaruhnya, tidak menimbulkan reaksi apa-apa
0,9 – 1,2 mA	Baru terasa adanya arus listrik, tetapi tidak menimbulkan akibat kejang,
1,2 – 1,6 mA	konstraksi atau kehilangan kontrol
1,6 – 6,0 mA	Mulai terasa seakan-akan ada yang merayap di dalam tangan
6,0 – 8,0 mA	Tangan sampai ke siku merasa kesemutan

13 – 15 mA	Tangan mulai kaku, rasa kesemutan makin bertambah
15 – 20 mA	Rasa sakit tidak tertahankan, namun masih dapat melepaskan penghantar
20 – 50 mA	Otot tidak sanggup lagi melepaskan penghantar
50 – 100 mA	Dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh manusia Batas arus yang dapat menyebabkan kematian

- b) Lintasan arus listrik dalam tubuh juga sangat menentukan tingkat akibat sengatan listrik. Lintasan yang sangat berbahaya adalah yang melewati jantung, dan pusat saraf (otak)

- c) Lama waktu sengatan listrik ternyata sangat menentukan kefatalan akibat sengatan listrik. Penemuan faktor ini menjadi petunjuk yang sangat berharga bagi pengembangan teknologi proteksi dan keselamatan listrik. Semakin lama waktu tubuh dalam sengatan semakin fatal pengaruh yang diakibatkannya. Lama waktu tegangan sentuh menentukan efek bahaya listrik pada tubuh manusia semakin lama maka semakin fatal bagi tubuh manusia. Berdasarkan IEC 60479-1 zona bahaya akibat arus dan lama waktu tegangan sentuh





Gambar 2.2 Grafik Bahaya Arus Listrik

Oleh karena itu, yang menjadi ekspektasi dalam pengembangan teknologi adalah bagaimana bisa membatasi sengatan agar dalam waktu sependek mungkin, menunjukkan bagaimana pengaruh sengatan listrik terhadap tubuh,

khususnya yang terkait dengan dua faktor, yaitu besar dan lama arus listrik mengalir dalam tubuh.⁸

D. Arus Bocor dan Dampaknya

a. Definisi Arus Bocor

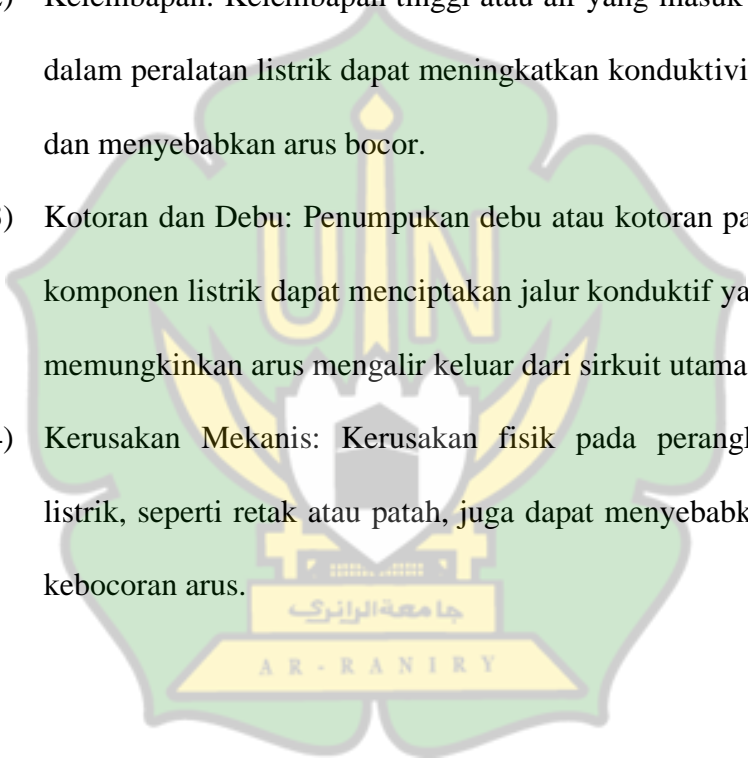
Arus bocor adalah arus listrik yang mengalir keluar dari jalur sirkuit yang seharusnya melalui bahan atau jalur lain yang tidak diinginkan, seperti ke tanah atau ke bagian logam dari peralatan listrik. Arus bocor dapat terjadi karena berbagai sebab, termasuk isolasi yang rusak, kelembapan, dan penumpukan debu atau kotoran pada komponen listrik.

b. Penyebab Arus Bocor

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan arus bocor antara lain:

⁸ Sukardi, F. D., Zain, A., & Muliawan, A. (2019). Prototipe Pengaman Peralatan Instalasi Listrik dan Tegangan Sentuh Bagi Manusia dengan ELCB (Earth Leakege Circuit Breaker). *Jurnal Teknologi Elekterika*, 16(2), 56-62.

- 1) Isolasi yang Rusak: Kerusakan pada isolasi kabel atau komponen listrik dapat menyebabkan arus bocor ke tanah atau bagian logam lainnya.
- 2) Kelembapan: Kelembapan tinggi atau air yang masuk ke dalam peralatan listrik dapat meningkatkan konduktivitas dan menyebabkan arus bocor.
- 3) Kotoran dan Debu: Penumpukan debu atau kotoran pada komponen listrik dapat menciptakan jalur konduktif yang memungkinkan arus mengalir keluar dari sirkuit utama.
- 4) Kerusakan Mekanis: Kerusakan fisik pada perangkat listrik, seperti retak atau patah, juga dapat menyebabkan kebocoran arus.



c. Dampak Arus Bocor⁹

Arus bocor dapat memiliki berbagai dampak negatif, baik bagi manusia maupun peralatan listrik. Beberapa dampak utama dari arus bocor antara lain:

a) Risiko Keselamatan

- 1) Kejutatan Listrik: Arus bocor yang menyentuh bagian logam yang tidak dilindungi dapat menyebabkan kejutatan listrik pada manusia atau hewan yang bersentuhan dengan peralatan tersebut. Hal ini bisa berakibat fatal, terutama jika arus bocor memiliki besar arus yang tinggi.
- 2) Kebakaran: Kebocoran arus listrik yang cukup besar dapat menyebabkan panas yang cukup untuk

⁹ Candra Situmorang, J. Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Menggunakan ELCB

menyalakan bahan yang mudah terbakar di sekitarnya, sehingga meningkatkan risiko terjadinya kebakaran.

b) Kerusakan Peralatan

1) Kerusakan Elektronik: Arus bocor dapat menyebabkan kerusakan pada komponen elektronik yang sensitif dalam peralatan listrik, sehingga mengurangi umur pakai dan kinerja peralatan tersebut.

2) Pemutusan Sirkuit: Dalam beberapa kasus, arus bocor dapat menyebabkan perangkat proteksi, seperti sekering atau pemutus sirkuit (circuit breaker), bekerja dan memutuskan aliran listrik, yang dapat mengganggu operasional normal dari sistem listrik.

c) Efisiensi Energi

1) Kehilangan Energi: Arus bocor merupakan arus yang tidak produktif dan hanya menyebabkan pemborosan energi. Dalam jangka panjang, hal ini dapat

meningkatkan biaya operasional karena energi yang hilang tidak digunakan secara efisien.

d. Pencegahan Arus Bocor

Untuk mencegah dan meminimalkan risiko arus bocor, beberapa langkah yang dapat diambil meliputi:

1. Pemeliharaan Rutin: Melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan rutin pada instalasi dan peralatan listrik untuk mendeteksi dan memperbaiki kerusakan isolasi atau komponen yang aus.
2. Penggunaan Bahan Isolasi Berkualitas. Menggunakan kabel dan komponen listrik dengan bahan isolasi yang berkualitas tinggi dan sesuai dengan standar keselamatan.
3. Pemasangan ELCB: Memasang *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) pada instalasi listrik untuk mendeteksi dan memutus aliran listrik secara otomatis ketika terjadi kebocoran arus yang melebihi ambang batas yang aman.

e. Studi Kasus dan Statistik

1. Studi Kasus: Penelitian menunjukkan bahwa instalasi listrik yang dilengkapi dengan ELCB memiliki risiko kejutan listrik dan kebakaran yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan instalasi yang tidak menggunakan ELCB.
2. Statistik: Menurut data dari badan keselamatan listrik, penggunaan ELCB di rumah tangga dapat mengurangi insiden kebakaran terkait listrik hingga 50%.

E. Bahan-Bahan Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor.

Keberhasilan suatu produk tidak luput dari ketepatan dalam memilih alat, bahan dan komponen suatu rancangan produk. Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor ini memerlukan beberapa komponen atau bahan untuk bisa bekerja secara optimal. Komponen yang diperlukan sangat berpengaruh dalam proses pembuatan suatu produk. Adapun

beberapa komponen yang akan digunakan dalam pembuatan Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor, adalah sebagai berikut:

1 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB adalah sirkuit pengamanan yang mencakup komponen termal bimetal untuk proteksi beban berlebih serta relai elektromagnetik untuk proteksi hubung singkat. MCB umumnya digunakan untuk mengamankan rangkaian satu fasa dan tiga fasa. Ada dua jenis keselamatan pada MCB: keselamatan termal dan keselamatan elektromagnetik. Keamanan termal melindungi terhadap arus berlebih, sedangkan keamanan elektromagnetik melindungi terhadap korsleting.¹⁰

¹⁰ Fr1ely Didit Sukardi1), Abdul Zain2), Arief Muliawan3) dengan judul Prototipe Pengaman Peralatan Instalasi Listrik dan Tegangan Sentuh Bagi Manusia dengan ELCB (Earth Leakege Circuit Breaker) tahun 2021

MCB dirancang hanya memiliki satu tiang untuk proteksi satu fasa, sedangkan untuk proteksi tiga fasa biasanya memiliki tiga tiang dengan tuas yang dihubungkan bersama, sehingga jika terjadi gangguan pada ' maka salah satu terminalnya, terminal yang tersisa akan menjadi satu.

Berdasarkan tujuan penggunaan dan ruang lingkup kerjanya, MCB dapat diklasifikasikan menjadi 5 jenis karakteristiknya, yaitu:

- a. Tipe Z (dengan rating dan kapasitas pemutusan kecil) digunakan untuk melindungi rangkaian semikonduktor dan trafo yang rentan terhadap fluktuasi tegangan.
- b. Tipe K (dengan rating dan kapasitas pemutusan kecil) digunakan untuk melindungi perangkat-perangkat rumah tangga.
- c. Tipe G (dengan rating besar) direkomendasikan sebagai pengaman motor.

- d. Tipe L (dengan rating besar) cocok untuk melindungi kabel atau jaringan.
- e. Tipe H digunakan sebagai pengaman instalasi penerangan bangunan. Dalam konteks instalasi di rumah tangga, umumnya digunakan MCB satu fasa.



Gambar 2.3 *Miniature Circuit Breaker* (MCB)

2 *Earth-Leakage Circuit Breaker* (ELCB)

Earth-Leakage Circuit Breaker (ELCB) adalah salah satu peralatan dalam sistem proteksi berfungsi sebagai pemutus

yang peka terhadap arus bocor yang dapat memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya secara otomatis dalam waktu tertentu Bila terjadi benturan antara tubuh manusia dengan listrik,ELCB juga berfungsi untuk mengatasinya. Berbeda dengan MCB, ELCB tidak terpengaruh oleh panas maupun medan magnet sehingga harus dilindungi dari hub MCB yang ada di sekitarnya.Berikut ini adalah panduan kerja ELCB secara hati - hati: ¹¹ Hasilnya , transformator arus (CT) yang ada pada ELCB tidak mengalami induksi dan pemicu elektromagnetik tidak aktif. Namun apabila ada sebuah arus bocor, jumlah arus hasil tidak sama dengan nol, sehingga CT mengantalkan jaringan dan mengaktifkan trigger agar alat mutus bekerja memutus beban dari sumbernya. Arus jumlah hasil arus tidak sama dengan nol, maka dari itu CT

¹¹ Fr1ely Didit Sukardi1), Abdul Zain2), Arief Muliawan3) dengan judul Prototipe Pengaman Peralatan Instalasi Listrik dan Tegangan Sentuh Bagi Manusia dengan ELCB (Earth Leakege Circuit Breaker) tahun 2021

mengentalkan jaringan dan mengaktifkan trigger agar alat mutus bekerja memutus beban dari sumbernya.



Gambar 2.4 *Earth-Leakage Circuit Breaker (ELCB)*

3 Saklar

Saklar merupakan salah satu jenis komponen atau alat yang digunakan untuk memanipulasi atau menghubungkan elemen-elemen dalam suatu daftar. Dalam bahasa Inggris, saklar disebut sebagai switch, dan merupakan perangkat listrik yang paling sering digunakan. Hampir semua perangkat elektronik dan listrik memerlukan saklar untuk mendeteksi atau mengidentifikasi perangkat elektronik dan listrik yang sedang digunakan. Beberapa contoh penggunaan saklar pada

perangkat listrik antara lain untuk menyalakan dan mematikan semua perangkat elektronik dan listrik, mengatur volume pada smartphone dan tablet, menggunakan remote control pada TV, menggunakan saklar pada meja makan untuk menyalakan lampu listrik secara otomatis, menyalakan dan mematikan laptop dan komputer, dan masih banyak lagi. Pengertian saklar itu sendiri merupakan komponen listrik yang berfungsi sebagai pemutus dan penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik pada rangkaian listrik tertutup.¹² Cara kerja saklar listrik itu sendiri pada dasarnya, sebuah saklar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor (biasanya adalah logam) yang terhubung ke rangkaian eksternal. Saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung maka akan terjadi hubungan arus listrik dalam rangkaian. Gambar 2.5 adalah gambaran asli dari saklar

¹² Jatmiko, P. (2015). Training Basic PLC. Tangerang: Kartanagari (Karya Cipta Anak Negeri).Hal. 33

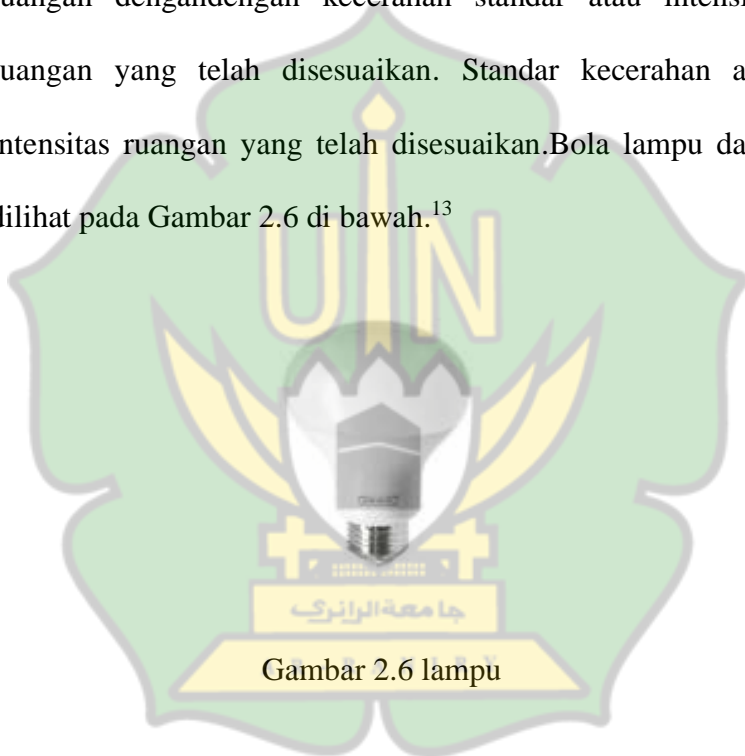


Gambar 2.5 saklar

4 Lampu

Adapun lampu sebagai penerangan rumah tangga.). Seperti lampu penerangan, lampu pijar lampu TL atau (Tube Land), lampu LED atau (Light Emitting Dioda), dan lampu mempunyai beberapa jenis sesuai kebutuhannya. Selain itu, di antara jenis lampu LED lainnya Jenis, ada yang memiliki kepadatan energi tinggi dan baterai yang tahan lama dibandingkan dengan jenis lainnya, Selain itu, ada banyak keunggulan tambahan yang dimiliki lampu LED .Dari sekian banyak lampu LED, ada yang memiliki kepadatan energi

tinggi dan baterai yang tahan lama dibandingkan dengan jenis lainnya . Selain itu, ada banyak keunggulan tambahan yang dimiliki lampu LED. Untuk menyelaraskan pencahayaan di ruangan dengandengan kecerahan standar atau intensitas ruangan yang telah disesuaikan. Standar kecerahan atau intensitas ruangan yang telah disesuaikan. Bola lampu dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah.¹³



¹³ Juara Mangapul, T., St, M., & Albert Gifson, H. (2019). Analisa Kinerja Lampu Penerangan Hanochs Pada Rumah Tinggal Di Perumahan Kalibaru Residence Cilodong. Prosiding Semnastek 2019

5 Stop Kontak

Stop kontak adalah komponen listrik yang berfungsi sebagai penghubung antara alat listrik dan aliran listrik. Untuk menghubungkan alat listrik dengan stop kontak, diperlukan kabel dan steker yang dicolokkan ke stop kontak. Stop kontak dibagi menjadi dua jenis berdasarkan fungsinya: stop kontak kecil dan stop kontak besar. Stop kontak kecil memiliki dua lubang dengan arus AC dan digunakan untuk menyalurkan listrik berdaya rendah ke alat listrik melalui steker kecil. Sementara itu, stop kontak besar juga memiliki dua lubang dengan arus AC, tetapi dilengkapi dengan lempeng logam di sisi atas dan bawah antara dua lubang untuk grounding. Stop kontak besar digunakan untuk menyalurkan listrik berdaya tinggi. pemasangan stop kontak dibedakan menjadi dua yaitu in bow atau didalam tembok dan out bow atau diluar tembok

yang bisa juga sebagai stop kontak *portable*. Bisa kita lihat bentuk dari stop pada Gambar 2.7 berikut ini.¹⁴



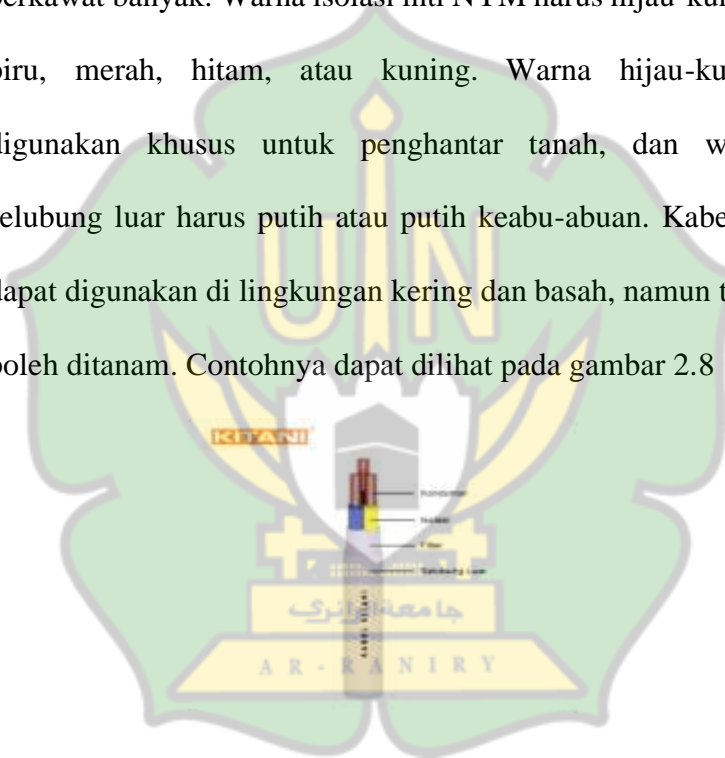
Gambar 2.7 stop kontak

6 Kabel

Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis kabel MYM dan NYA. Kabel NYM adalah kabel tembaga dengan lebih dari satu inti, dilapisi isolasi PVC dan selubung PVC. Keunggulan kabel ini dibandingkan instalasi dalam pipa meliputi kemudahan dalam pembengkokan, ketahanan terhadap asam dan uap atau gas tajam, serta sambungan yang lebih rapat dengan alat pemakai. Kabel NYM bisa digunakan di atas dan

¹⁴ Baskoro, M. (2017). Alat Kendali Stop Kontak Melalui Internet (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).

di luar plesteran pada ruangan kering dan lembab, serta di udara terbuka. Penghantar kabel ini terdiri dari tembaga polos yang dipijarkan, berbentuk padat bulat atau pilinan bulat berkawat banyak. Warna isolasi inti NYM harus hijau-kuning, biru, merah, hitam, atau kuning. Warna hijau-kuning digunakan khusus untuk penghantar tanah, dan warna selubung luar harus putih atau putih keabu-abuan. Kabel ini dapat digunakan di lingkungan kering dan basah, namun tidak boleh ditanam. Contohnya dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 kabel NYM

Kabel NYA adalah kabel tembaga dengan inti tunggal berbentuk padat dan dilapisi isolasi PVC. Kabel ini digunakan

di ruangan kering dan instalasi dalam pipa, serta sebagai penghubung antar titik sambungan listrik. Kabel NYA sangat umum dan sering digunakan dalam instalasi rumah tinggal. Pemasangan kabel NYA dalam pipa memberikan beberapa keuntungan, seperti perlindungan penghantar dari kerusakan mekanis, melindungi bangunan dari potensi kebakaran akibat hubungan singkat, serta memudahkan pembongkaran dan pemasangan ulang penghantar saat perbaikan atau penggantian penghantar yang rusak. Contoh kabel NYA dapat dilihat pada Gambar 2.9¹⁵

¹⁵ Rizki, N. (2022). *Pengembangan Alat Peraga Instalasi Listrik 1 Phase Menggunakan Saklar Tukar Dan Saklar Silang Pada Rumah 2 Lantai* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).



Gambar 2.9 kabel NYA.

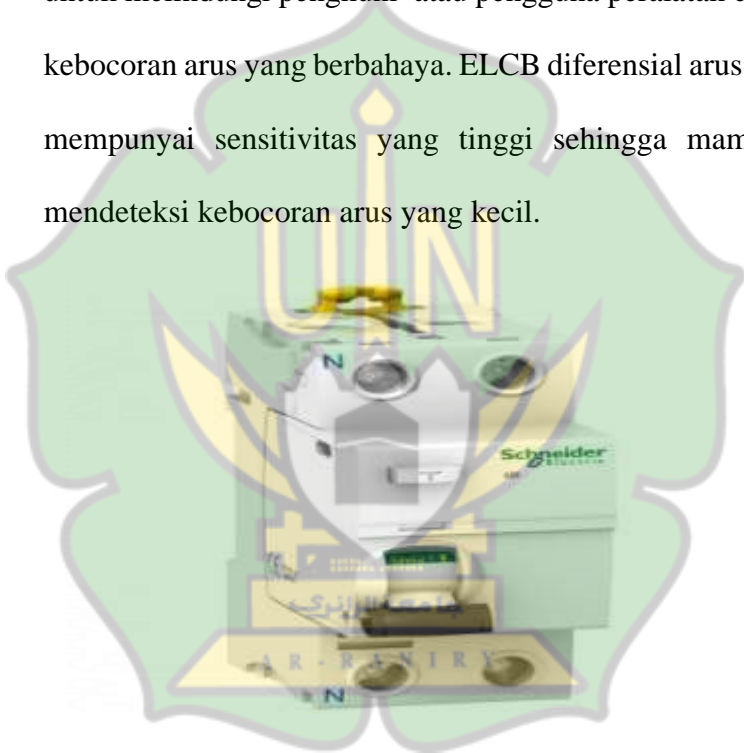
F. Fungsi dan jenis *Earth-Leakage Circuit Breaker* (ELCB)

1 Fungsi *Earth-Leakage Circuit Breaker* (ELCB)

Ada dua jenis utama *Earth-Leakage Circuit Breaker* (ELCB) yang digunakan, yaitu ;

- a) Voltage-Operated ELCB (VOELCB): Diferensial Arus ELCB (*RCD - Residual Current Device*) Tipe ini sangat umum digunakan pada instalasi listrik rumah tangga dan komersial.ELCB Diferensial Arus bekerja dengan memonitor perbedaan antara arus yang mengalir masuk

dan keluar dari rangkaian. Jika terjadi perbedaan arus yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan (biasanya sekitar 30 mA), ELCB akan memutus rangkaian untuk melindungi penghuni atau pengguna peralatan dari kebocoran arus yang berbahaya. ELCB diferensial arus ini mempunyai sensitivitas yang tinggi sehingga mampu mendeteksi kebocoran arus yang kecil.



Gambar 2.10 ELCB *Diferensial* Arus (RCD)

- b) ELCB Tegangan Residu (RVCD - Residual Voltage *Circuit Breaker*): ELCB tegangan residu bekerja dengan

mendeteksi perubahan tegangan pada sirkuit. Jenis ini tidak seumum ELCB diferensial arus dan kurang sensitif dalam mendeteksi arus bocor yang kecil. Oleh karena itu, ELCB tegangan residu tidak seefektif ELCB diferensial arus dalam mengatasi risiko arus bocor. Biasanya, ELCB tegangan residu digunakan di beberapa tempat tetapi kurang umum dibandingkan dengan ELCB diferensial arus. Pilihan antara jenis ELCB bergantung pada kebutuhan dan tingkat perlindungan yang diinginkan dalam instalasi listrik tertentu. Umumnya, ELCB diferensial arus adalah pilihan yang lebih aman dan efektif untuk melindungi pengguna dan peralatan dari bahaya arus bocor.



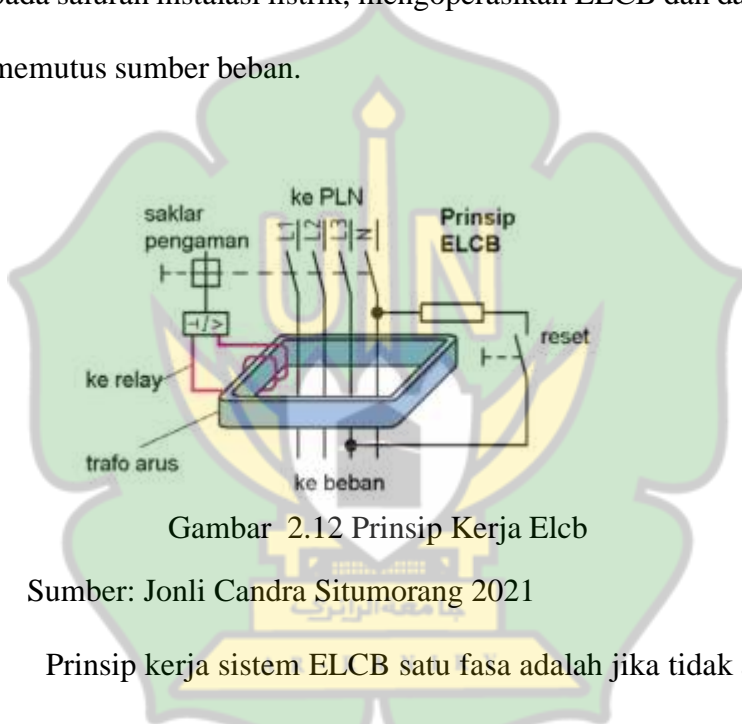
Gambar 2.11 ELCB Tegangan Residu (RVCD)

2 Fungsi *Earth-Leakage Circuit Breaker* (ELCB)

Fungsi utama pemutus arus gangguan bumi atau ELCB adalah untuk mencegah sengatan listrik ketika instalasi listrik melewati tahanan tanah yang tinggi, karena merupakan alat pengaman. Sakelar ini mendeteksi tegangan kecil yang ada pada peralatan listrik yang dilapisi logam dan memutus sirkuit ketika tegangan berbahaya terdeteksi. Tujuan utama ELCB adalah untuk mencegah bahaya pada manusia dan hewan akibat sengatan listrik

G. Prinsip Kerja *ELCB* (*Earth Leakage Circuit Breaker*)

Prinsip kerja pemutus arus kebocoran listrik (ELCB) adalah untuk melindungi arus bocor akibat tegangan kontak pada saluran instalasi listrik, mengoperasikan ELCB dan dapat memutus sumber beban.

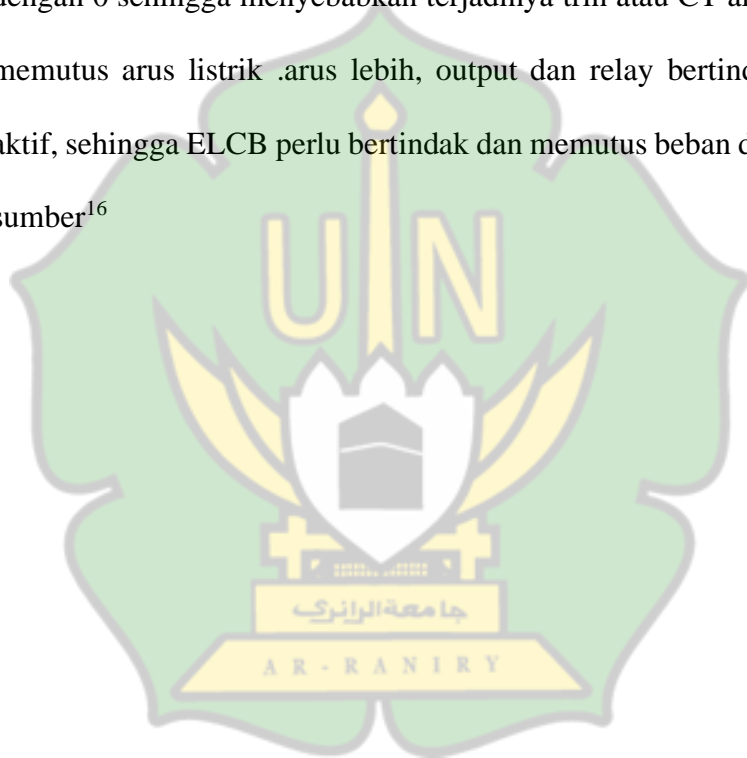


Gambar 2.12 Prinsip Kerja Elcb

Sumber: Jonli Candra Situmorang 2021

Prinsip kerja sistem ELCB satu fasa adalah jika tidak ada arus bocor (ke bumi atau ke tubuh manusia), maka total arus yang mengalir pada kedua penghantar (N dan L_1) adalah nol. Oleh karena itu, mesin Trafo arus (CT) tidak mengalami induksi listrik dan pemacu elektromagnetik tidak beroperasi.

Namun sebaliknya jika terjadi kebocoran arus, maka besarnya arus yang dihasilkan melalui kedua penghantar (N dan L₁) menjadi lebih besar (lebih banyak), sehingga arus tidak sama dengan 0 sehingga menyebabkan terjadinya trin atau CT akan memutus arus listrik .arus lebih, output dan relay bertindak aktif, sehingga ELCB perlu bertindak dan memutus beban dari sumber¹⁶



¹⁶ Manalor, Y. P., Tjahjono, G., & Ray, F. F. G. (2023). Pengaruh Nilai Tahanan Pentanahan Terhadap Durasi Respon ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker). *JURNAL SPEKTRO*, 6(1), 60-67

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

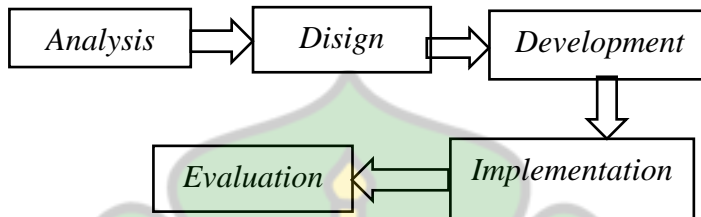
A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif. Metode penelitian deskriptif kuantitatif adalah metode di mana data disajikan dalam bentuk angka dan kemudian dijelaskan dalam bentuk frase dengan menggunakan metode eksperimen. Bereksperimen, mencari, mengonfirmasi, dan mengonfirmasi adalah bagian dari pendekatan penelitian eksperimental. Menurut Gordon L Patzer hakikat penelitian eksperimental adalah hubungan sebab akibat atau sebab akibat.¹⁷

Model yang digunakan dalam perancangan alat adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Developmen, Impelementation, and Evaluation*) metode penelitian untuk

¹⁷ Jayusman, I., & Shavab, O. A. K. (2020). Studi Deskriptif kuantitatif tentang aktivitas belajar mahasiswa dengan menggunakan media pembelajaran edmodo dalam pembelajaran sejarah. *Jurnal artefak*, 7(1).

mengembangkan dan menguji produk yang nantinya akan dikembangkan dalam dunia pendidikan.¹⁸



- a. *Analysis* dalam model penelitian pengembangan ADDIE tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk (model, metode, media, bahan ajar) baru dan menganalisis kelayakan serta syarat-syarat pengembangan produk. Pengembangan suatu produk dapat diawali oleh adanya masalah dalam produk yang sudah ada/diterapkan. Masalah dapat muncul dan terjadi karena produk yang ada sekarang atau tersedia sudah tidak

¹⁸ Maydiantoro, A. (2021). Model-model penelitian pengembangan (research and development). *Jurnal pengembangan profesi pendidik indonesia (JPPPI)*.

relevan dengan kebutuhan sasaran, lingkungan belajar, teknologi, karakteristik peserta didik dan sebagainya.

- b. *Design* Kegiatan desain dalam model penelitian pengembangan ADDIE merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut. Rancangan ditulis untuk masing-masing konten produk. Petunjuk penerapan desain atau pembuatan produk diupayakan ditulis secara jelas dan rinci. Pada tahap ini rancangan produk masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan di tahap berikutnya.
- c. *Development* dalam model penelitian pengembangan ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada tahap sebelumnya, telah disusun kerangka konseptual penerapan produk baru. Kerangka yang masih konseptual tersebut selanjutnya direalisasikan menjadi produk yang siap untuk

diterapkan. Pada tahap ini juga perlu dibuat instrumen untuk mengukur kinerja produk.

- d. *Implementation* Penerapan produk dalam model penelitian pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat/dikembangkan. Umpan balik awal (awal evaluasi) dapat diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat.
- e. *Evaluation* Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat

dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan.¹⁹

B. Waktu dan Tempat Penelitian

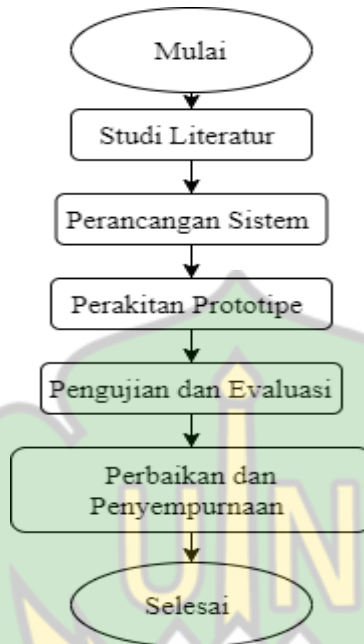
Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Listrik, Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penelitian ini dimulai dari bulan Desember 2023 sampai Agustus 2024 dari awal pengumpulan informasi sampai dengan penyelesaian tugas akhir ini.

C. Model Perancangan

Dalam penelitian ini menggunakan model perancangan prototipe. Model penelitian prototype merupakan tahapan fase untuk mewujudkan atau model awal sebelum menciptakan produk sesungguhnya. Model prototipe digunakan pada

¹⁹ Maydiantoro, A. (2021). Model-model penelitian pengembangan (research and development). *Jurnal pengembangan profesi pendidik indonesia (JPPPI)*.

penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan representasi dari pemodelan alat yang akan dibuat guna untuk menjelaskan dan memaparkan hal yang ingin disampaikan peneliti. Model desain perancangan prototipe adalah metode pengembangan sistem dimana prototipe dibangun, diuji, dan kemudian dikerjakan ulang seperlunya hingga tercapai hasil yang dapat diterima oleh pengguna. Langkah langkah dalam merancang prototype meliputi mengidentifikasi seluruh perangkat dan masalah, menganalisis dan menentukan kebutuhan sistem secara keseluruhan, membangun protoipe, dan mengevaluasinya bersama pengguna. Model perancangan ini juga sering digunakan sebagai model perancangan aplikasi dan perangkat lunak lainnya. Langkah – langkah model perancangan prototipe dapat digambarkan pada skema alur berikut:



Gambar 3.1 Prosedur Prototipe

Prosedur prototype dalam penelitian ini dimulai dengan langkah awal perancangan. Langkah kedua melibatkan kajian literatur tentang arus bocor, prinsip kerja *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB), dan teknologi terkait. Kajian ini sangat penting untuk memahami dasar teori dan konsep-konsep kunci yang mendasari perancangan dan pengoperasian ELCB, serta meninjau standar keselamatan listrik yang

berlaku, seperti Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011, agar prototype memenuhi persyaratan keselamatan yang ketat. Langkah ketiga adalah pembuatan diagram blok sistem pendeteksi arus bocor, yang berfungsi sebagai panduan visual menunjukkan komponen utama dan aliran kerja sistem secara keseluruhan. Langkah keempat adalah perakitan prototype, di mana setelah mengumpulkan semua komponen dan bahan yang diperlukan, rangkaian dirakit pada breadboard untuk pengujian awal.²⁰

Setiap bagian diuji secara bertahap untuk memastikan semua komponen berfungsi sesuai dengan desain yang direncanakan. Langkah kelima adalah pengujian dan evaluasi setelah perakitan selesai, dengan prototipe dihubungkan ke sumber daya dan beban untuk mensimulasikan kondisi nyata.

²⁰ Dwi Purnomo. "Model Prototyping Pada Pengembangan Sistem Informasi", Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan Vol.2 No.2, (Agustus 2017),hlm 56.

Respons prototipe terhadap berbagai kondisi arus bocor diukur menggunakan multimeter dan oscilloscope.

Tahapan pengujian dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah rinci untuk memastikan bahwa prototipe pendeteksi arus bocor berfungsi dengan baik dan memenuhi standar keselamatan yang berlaku. Pertama, dilakukan persiapan pengujian dengan mengumpulkan semua alat dan bahan yang diperlukan serta mengkalibrasi alat pengukur untuk mendapatkan hasil yang akurat. Selanjutnya, lingkungan pengujian diatur dengan merakit rangkaian prototipe pada breadboard dan menghubungkannya ke sumber daya listrik serta beban yang mensimulasikan kondisi operasional nyata. Pelaksanaan pengujian dimulai dengan pengujian dalam kondisi operasi normal tanpa arus bocor untuk memastikan fungsi dasar prototipe, dilanjutkan dengan simulasi arus bocor untuk mengukur respons prototipe menggunakan multimeter dan oscilloscope.

Hasil pengujian dianalisis untuk menentukan akurasi dan konsistensi deteksi arus bocor serta dibandingkan dengan standar keselamatan listrik yang relevan seperti PUIL 2011. Semua hasil dan analisis pengujian didokumentasikan dengan rinci, termasuk kondisi pengujian, pengaturan alat, hasil pengukuran, dan analisis. Pengujian lanjutan dilakukan untuk memverifikasi konsistensi hasil melalui uji reproduksi dan pengujian di bawah kondisi ekstrim seperti tegangan tinggi dan suhu bervariasi.

D. Alat dan Bahan

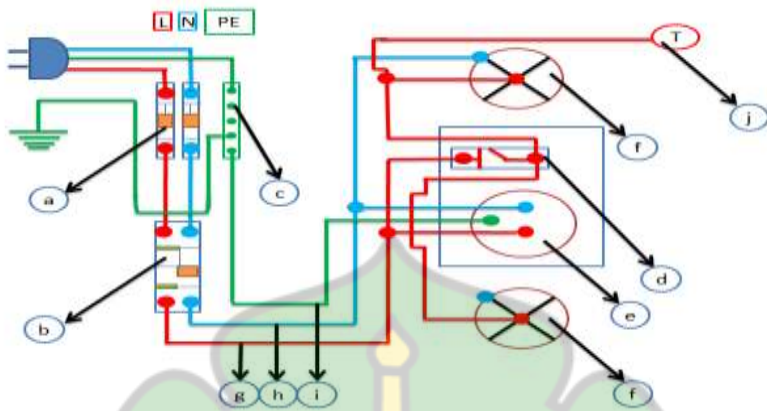
Dalam merancang suatu rangkain perlu mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan yang akan digunakan antara lain:

Tabel 3.1 Alat dan bahan yang digunakan

No	Alat	No	Bahan
1	Multimeter	1	<i>Earth Leakage Circuit Breaker</i> (ELCB)
2	Power Supply	2	<i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB)
3	Oscilloscope Atau Stopwatch	3	Stop kontak
		4	Lampu
		5	saklar
		6	kabel

E. Perancangan Prototype Pendeteksi Arus Bocor Elcb

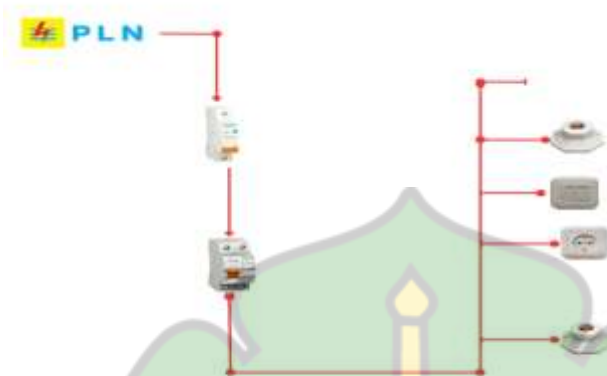
Suatu barang yang akan dibuat harus dirancang dengan baik untuk mempermudah proses pada pembuatan alat. Diagram dibawah ini adalah perancangan alat untuk merealisasikan, Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb). maka langkah pertama membuat diagram seperti yang terdapat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.2 Simulasi Pengawatan Instalasi Rumah Prototype Elcb

Keterangan Simbol:

- a. MCB.
- b. ELCB.
- c. Terminal PE (Pentanahan).
- d. Saklar.
- e. Stop Kontak.
- f. Fitting dan Lampu.
- g. Kabel fasa (L).
- h. Kabel Netral (N).
- i. Kabel Ground (PE).
- j. Kabel pengetesan simulasi arus bocor



Gambar 3.3 Bentuk Rangkain Prototype

F. Lembar Validasi

Lembar validasi yang berisi butir-butir pernyataan yang sesuai dengan isi media. Validasi dilakukan oleh dosen ahli media yang memberikan nilai 1 terhadap media. Setelah validasi, selanjutnya analisis data hasil validasi serta perbaikan media jika ada masukan dari validator

Tabel 3.2 Lembar kisi-kisi Instrumen Validasi Media

No	Indikator	Pertanyaan	Penerapan Sistem Manajemen Mutu					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1	Persyaratan Umum	Apakah prototipe pendeteksi arus bocor melakukan fungsi yang di perlukan ?						
		Apakah ELCB bekerja sesuai yang di harapkan ?						
		Apakah alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki ukuran yang sesuai ?						

Kriteria alternatif untuk memenuhi peringkat skala richter dapat dilihat pada Validator peserta tingkat kepentingan masing-masing skor pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3 Kriteria Jawaban dan Skor Penilaian Penelitian Validasi

Kriteria Jawaban	Kriteria Nilai / Skor
Sangat Layak	5
Layak	4
Netral	3
Tidak Layak	2
Sangat Tidak Layak	1

G. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan guna mencapai tujuan penelitian. Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang akan digunakan adalah Validasi oleh Ahli Media. Dengan melibatkan para ahli dalam Validasi diharapkan data yang terkumpul memberikan pemahaman yang mendalam dan berkualitas terkait dengan materi yang diteliti.

H. Teknik Analisa Data

Analisis data merupakan proses mencari dan mengatur secara sistematis bahan-bahan yang ditemukan di lapangan. Metode analisis data dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif yang menunjukkan hasil penelitian dengan berbentuk angka-angka yang dapat dijelaskan sebagai representative hasil yang didapatkan. Pada penelitian ini untuk menganalisis kinerja ELCB sebagai pengamanan arus bocor

Tahap analisis data Validasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti mengirimkan lembar Validasi langsung kepada ahlinya, melalui surat atau email, atau dapat juga menggunakan jaringan internet untuk memudahkan pengisian oleh ahli yang terhubung dengan internet.

Nilai optimal untuk tingkat praktisitas perangkat demonstrasi dalam validasi media adalah ($5 \times 12 \times 3 = 70$), dengan 5 mewakili skor tertinggi yang dapat diberikan, 12 adalah jumlah pernyataan dalam instrumen, 3 adalah jumlah

ahli media yang memberikan respons, dan 70 adalah nilai ideal yang diharapkan untuk seluruh indikator yang digabungkan. Selain itu, nilai ideal untuk setiap pernyataan dalam instrumen adalah ($5 \times 12 = 60$), di mana 5 adalah nilai maksimum yang mungkin diberikan, 5 adalah jumlah total tanggapan yang diterima dari ahli median, dan 5 adalah skor yang diharapkan untuk setiap item pernyataan.

Berdasarkan hasil tanggapan responden, kelayakan alat akan ditentukan. Validitas kelayakan suatu alat, selanjutnya ditentukan dengan membagi total skor respon yang dicapai dengan skor respon maksimum. Dengan menggunakan persamaan berikut, kita dapat melihat rumus menghitung persentase kelayakan alat:

persentase kelayakan

$$= \frac{\text{nilai keseluruhan}}{\text{nilai maksimum}} \times 100\%$$

Tingkat persentase berfungsi sebagai dasar untuk kategori hasil validasi Ahli ²¹ dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Kategori Persentase Kelayakan

Kriteria jawaban	Tingkat persentase
Sangat layak	81-100%
Layak	61-80%
Netra	41-60%
Tidak layak	21-40%
Sangat tidak layak	0-20%

²¹ Rukajat. A. "Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach. Deepublish." (2018)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb), hasil pengujian validasi ahli dan validasi materi untuk menentukan kelayakan dari prototype pendeteksi arus bocor berbasis ELCB yang dirancang oleh peneliti. Tidak hanya itu, pada bab ini peneliti juga akan membahas hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti.

A. Hasil Rancangan

1 Rangkaian Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor

Setelah proses perancangan dan perakitan dari semua komponen-komponen dan peralatan-peralatan untuk simulasi pengujian pendeteksi arus bocor menggunakan ELCB, alat pun sudah siap untuk dilakukan uji coba dan pengambilan data untuk

proses tugas akhir ini. Setelah itu dilakukan uji coba dengan mengaktifkan dari keseluruhan alat dalam keadaan normal. Hasil rancangan dan perakitan dituangkan dalam Gambar di bawah ini.



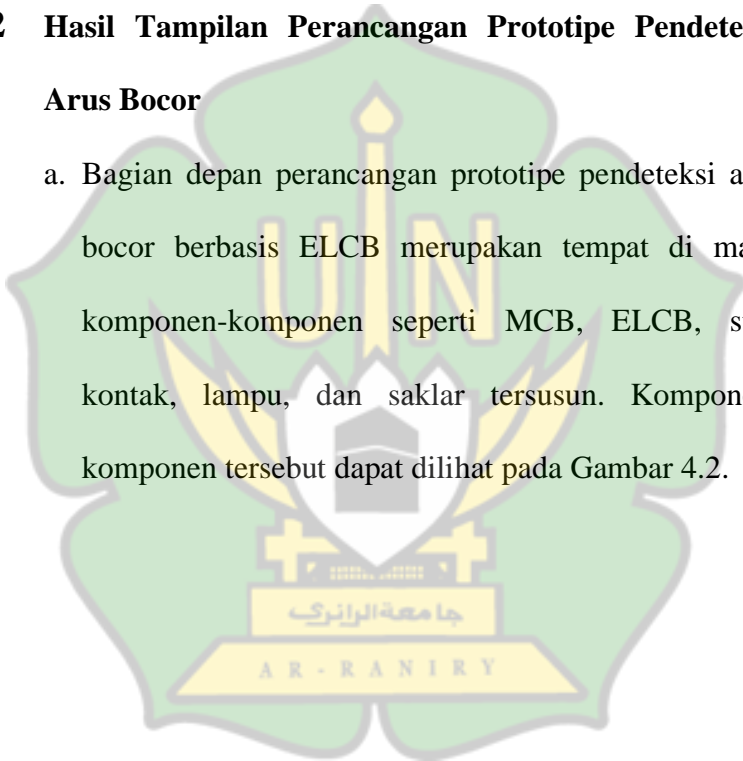
Gambar 4.1 Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis ELCB sebelum revisi

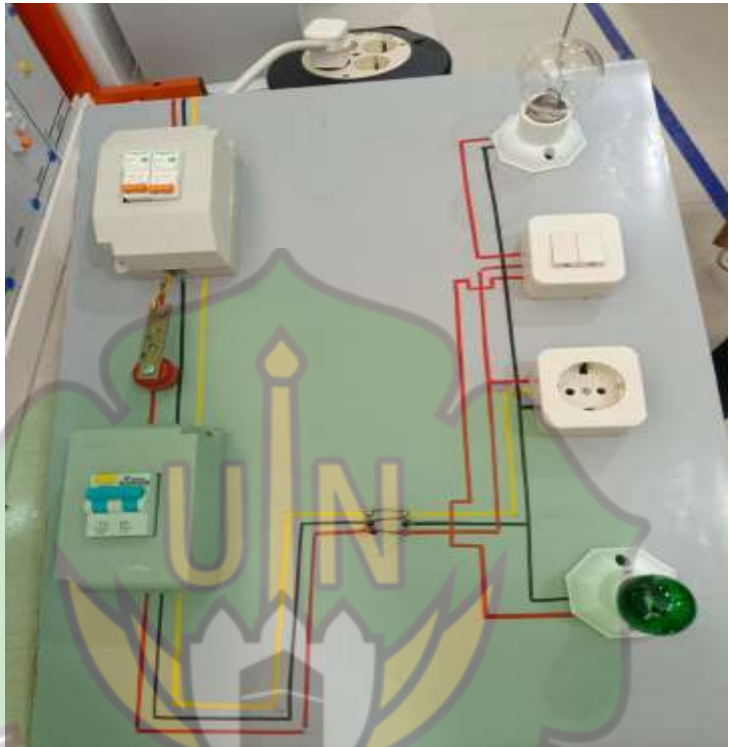
Pada Gambar 4.1 Merupakan Hasil Perancangan Dari Rancang Bangun Alat Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus

Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb) dengan komponen-komponen yang telah dijelaskan pada gambar skematik 3.2

2 Hasil Tampilan Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor

- a. Bagian depan perancangan prototipe pendeteksi arus bocor berbasis ELCB merupakan tempat di mana komponen-komponen seperti MCB, ELCB, stop kontak, lampu, dan saklar tersusun. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.





Gambar 4.2 Sisi Depan Prototipe sesudah revisi

- b. Sisi bagian bawah perancangan prototipe pendeteksi arus bocor berbasis ELCB adalah jalur kabel-kabel yang menghubungkan semua komponen. Jalur kabel-kabel ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Sisi Bagian Bawah Prototype

B. Hasil Validasi

Dalam penelitian ini, hasil validasi kelayakan Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker (Elcb)*, didapatkan melalui instrumen

lembar angket validasi yang diisi oleh tiga tenaga ahli Tiga ahli yang dipilih untuk melakukan validasi kelayakan Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb), merupakan dosen dengan pengetahuan dan pengalaman di bidangnya. Dalam proses validasi ini, para ahli diminta memberikan penilaian terhadap aspek-aspek tertentu pada Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb), seperti keamanan, kejelasan tampilan, dan kemudahan penggunaan. Setelah diisi dan dikumpulkan, lembar angket validasi ini kemudian dianalisis untuk menentukan kelayakan Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb).

1. Hasil Validasi Ahli Media

Validasi Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb), dilakukan oleh Bapak Muhammad Ikhsan, M.T. Bapak Muhammad Rizal

Fachri, M.T dan Bapak Baihaqi, M.T. Tujuannya adalah untuk mendapatkan masukan, kritik, dan saran dari validator tentang kelayakan perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor berbasis ELCB dalam hal media. Hal ini bertujuan agar perancangan dapat memenuhi uji kelayakan dari segi media dan dapat dikembangkan menjadi produk yang berkualitas dari segi media. Untuk mengevaluasi kelayakan media pada perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor, dilakukan validasi dengan memberikan angket penilaian kepada validator. Angket ini memuat 12 butir pertanyaan yang menilai aspek-aspek kelayakan media seperti persyaratan umum, perencanaan, kegunaan, efisiensi, dan pemeliharaan. Validasi media ini dilakukan untuk memastikan bahwa perancangan prototipe arus bocor memiliki kualitas media yang baik dan dapat dikembangkan menjadi produk yang berkualitas dari segi media. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Validasi Media

No	Indikator	Pertanyaan	Kriteria			Rata-rata
			Validator 1	Validator 2	Validator 3	
1	Persyaratan Umum	Apakah prototipe pendeteksi arus bocor melakukan fungsi yang di perlukan ?	5	5	5	5
		Apakah ELCB bekerja sesuai yang di harapkan ?	5	5	5	5
		Apakah alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki ukuran yang sesuai ?	5	4	5	4,6

		alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya ?	4	5	5	5	4,6
		Apakah prototipe ini mampu mempertahankan tingkat kinerja dari waktu ke waktu?	5	4	5	5	4,3
2	Perencanaan (Planning)	Apakah alat dan bahan yang di gunakan mudah didapatkan ?	5	5	4	5	4,3
3	Kegunaan (Usability)	Seberapa efektif prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik ?	5	5	4	5	4,3
4	Efisiensi (Efficiency)	Seberapa akurat prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik?	5	5	5	5	5

	Telah menetapkan cara penggunaan prototipe pendeteksi arus bocor	4	5	5	5	4,6
	Dapatkan mencegah tengangan sentuh ?	5	4	5	5	4,6
	Seberapa efisien proses pemeliharaan dan perawatan prototipe ini?	5	4	5	5	4,6
	Da patkah ELCB dipasang dengan mudah ?	5	5	4	5	4,6
Jumlah		58	56	57	55,5	
Persentase		92,5%				

Setelah melakukan verifikasi media bersama Validator, peneliti memperoleh nilai rata-rata persentase sebesar 92,5% sesuai dengan rumus yang tercantum pada Tabel 3.4. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) dapat dianggap layak untuk dijadikan subjek penelitian.

2. Hasil Pengujian Alat

a. Pengujian awal untuk memastikan ELCB berfungsi dengan baik

Pengujian pertama dilakukan tanpa menggunakan beban listrik tambahan untuk memastikan bahwa ELCB berfungsi dengan benar. Pada tahap ini, tombol test pada ELCB dengan rating 30 mA ditekan. Tombol test ini berfungsi untuk mensimulasikan adanya arus bocor, yang seharusnya memicu ELCB untuk memutus aliran listrik. Dengan menekan tombol test, kita dapat memastikan apakah ELCB dapat mendeteksi arus bocor dengan benar dan memutuskan rangkaian listrik

sesuai dengan spesifikasinya. Pengujian ini penting untuk mengkonfirmasi bahwa ELCB berfungsi optimal sebelum diuji dengan kondisi beban listrik nyata.

b. Hasil Percobaan Kabel Fasa Lampu Sebagai Arus Bocor Dan Resistor Penggati Tahanan Tubuh Manusia.

Metode ini bertujuan untuk menunjukkan dampak buruk dari instalasi listrik yang tidak memadai, terutama pada instalasi di luar rumah atau outdoor. Dalam percobaan ini, disimulasikan sebuah skenario di mana sebuah kabel fasa mengalami kerusakan namun masih bertegangan. Kabel yang rusak ini dapat mengenai bagian tubuh manusia. Untuk mensimulasikan kejadian ini, digunakan sebuah resistor dengan nilai 5100Ω sebagai pengganti tahanan tubuh manusia. Pemilihan nilai resistor ini didasarkan pada fakta bahwa tahanan tubuh manusia dalam kondisi kering berkisar sekitar 5000Ω . Pada percobaan ini, kabel ground atau pentanahan

disimulasikan sebagai tanah atau bumi yang diinjak oleh manusia. Ketika manusia menyentuh kabel yang bertegangan, arus bocor akan mengalir melalui tubuh atau resistor pengganti.

Hasil dari percobaan ini menunjukkan adanya perbedaan pembacaan arus yang signifikan. Arus bocor ini menyebabkan *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) bekerja memutuskan arus listrik dalam waktu 19.60 milidetik. Hal ini terlihat jelas pada pembacaan grafik atau gambar yang menunjukkan respon ELCB terhadap arus bocor. Percobaan ini memberikan gambaran yang jelas mengenai betapa pentingnya instalasi listrik yang baik dan aman. Kerusakan pada kabel listrik, terutama pada instalasi luar ruangan, dapat berakibat fatal jika menyentuh tubuh manusia. Dengan menggunakan resistor sebagai pengganti tahanan tubuh manusia, percobaan ini berhasil menunjukkan respons ELCB dalam memutus arus bocor, yang bertujuan untuk melindungi manusia dari sengatan

listrik yang berbahaya. Penelitian ini juga menekankan pentingnya penggunaan alat pengaman listrik seperti ELCB dalam instalasi rumah tangga dan industri, terutama di area yang berisiko tinggi. Dengan adanya perangkat ini, risiko cedera akibat arus bocor dapat diminimalisir secara signifikan, memastikan keselamatan pengguna listrik sehari-hari.

Tabel 4.2 Percobaan Kabel Fasa

Metode Uji Coba	Resistor	Waktu Trip
L-PE	5100 Ω	19.60 ms

C. Hasil Percobaan Kabel Netral Beban Lamopu Sebagai Arus Bocor Dan Resistor Pengganti Tahanan Tubuh Manusia.

Metode ini dimaksudkan untuk menggambarkan betapa buruknya kualitas instalasi listrik yang ada di luar rumah atau area outdoor. Instalasi yang buruk tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada kabel netral, yang meskipun mengalami kerusakan, tetap menyimpan tegangan listrik dan dapat

mengenai bagian tubuh manusia. Untuk mensimulasikan kondisi ini dalam pengujian, tubuh manusia digantikan dengan resistor yang memiliki nilai 5100Ω . Hal ini dilakukan karena tahanan tubuh manusia dalam kondisi kering biasanya berkisar pada angka 5000Ω , yang merupakan nilai dominan.

Dalam simulasi ini, kabel ground atau pentanahan diperhitungkan sebagai tanah atau bumi yang diinjak oleh manusia. Tujuan dari simulasi ini adalah untuk mengamati bagaimana sistem pengaman, yaitu ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*), bereaksi terhadap kondisi tersebut. ELCB dirancang untuk mendeteksi arus bocor yang dapat membahayakan pengguna dan memutuskan aliran listrik jika terdeteksi adanya gangguan. Namun, hasil simulasi menunjukkan bahwa ELCB tidak berfungsi sebagaimana mestinya; alat ini tidak trip atau tidak memutus aliran listrik. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan ELCB dalam mendeteksi adanya arus bocor yang melewati resistor dan kabel pentanahan dalam simulasi ini. Dengan kata lain, meskipun ada potensi bahaya listrik

yang signifikan, sistem pengamanan ELCB tidak merespons dengan tepat, yang menunjukkan adanya kekurangan dalam sistem proteksi listrik yang ada.

Tabel 4.3 Percobaan Kabel Netral

Metode Uji Coba	Resistor	Waktu Trip
N-PE	5100 Ω	Tidak trip

d. Hasil Percobaan Maksimum Tahanan Terhadap Sistem Kerja ELCB

Sertifikasi dari ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*) menunjukkan bahwa perangkat ini dirancang untuk mendeteksi adanya gangguan atau kebocoran arus maksimum yang dapat menyebabkan ELCB berfungsi atau bekerja secara otomatis. Dalam rangka memastikan kinerja yang optimal dari ELCB, percobaan ini bertujuan untuk menguji batas maksimal kerja trip ELCB. Dalam pengujian ini, resistor digunakan sebagai pengganti tahanan tubuh manusia, karena nilai tahanan

resistor dapat disesuaikan untuk mensimulasikan berbagai kondisi kebocoran arus.

Metode pengaktifan ELCB dalam percobaan ini melibatkan penambahan beberapa nilai tahanan yang berbeda untuk mengamati seberapa cepat ELCB dapat merespons gangguan arus dan seberapa efektif perangkat ini dalam menghentikan arus listrik ketika terjadi kebocoran. Dengan melakukan berbagai pengujian ini, kita dapat memperoleh data yang akurat mengenai performa ELCB dalam berbagai kondisi operasional. Hasil dari semua pengujian tersebut dirangkum dalam tabel di bawah ini, yang menunjukkan hasil dan analisis dari seberapa cepat dan seberapa maksimal ELCB dapat bekerja dalam menghadapi gangguan arus bocor.

Tabel 4.4 Data Penelitian Maksimum Pemutusan ELCB

Metode Uji Coba	Resistor	Waktu Trip
L-PE	5100 Ω	19.60 mS
L-PE	10200 Ω	19.60 mS
L-PE	10700 Ω	19.60 mS
L-PE	10800 Ω	Tidak Trip
L-PE	20000 Ω	Tidak Trip

e. Pengujian Dalam Berbagai Kondisi

1. Pengujian Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)

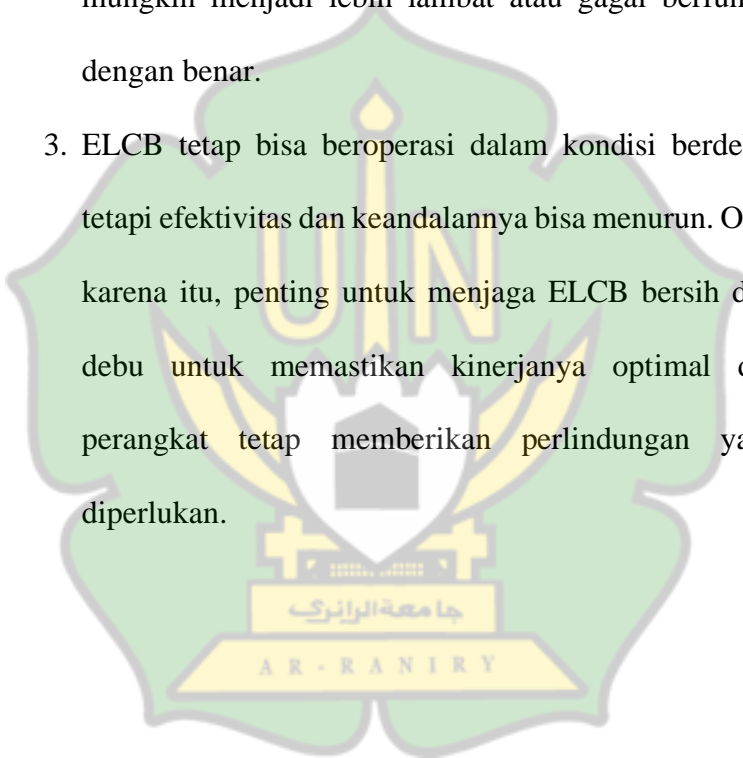
dalam kondisi basah bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat tersebut bekerja dengan benar dalam situasi yang mungkin melibatkan kelembapan atau air, seperti dalam lingkungan yang lembab atau ketika perangkat terkena percikan air. ELCB dirancang untuk melindungi terhadap kebocoran arus listrik ke tanah, yang bisa terjadi jika ada masalah pada isolasi listrik atau adanya kontak dengan air.

2. ELCB dapat beroperasi dalam kondisi panas, tetapi performanya akan tergantung pada suhu spesifik lingkungan dan kualitas perangkat.. Jika suhu lingkungan melebihi batas yang direkomendasikan, performa ELCB bisa terganggu, dan dalam kasus ekstrim, perangkat bisa mengalami kegagalan fungsi.ELCB biasanya dirancang untuk beroperasi dalam rentang suhu yang ditentukan oleh pabrikan, sering kali antara -5°C hingga 40°C , meskipun beberapa model mungkin memiliki toleransi yang lebih tinggi.Jika suhu lingkungan melebihi batas operasional yang direkomendasikan, perangkat dapat mengalami penurunan kinerja, yang dapat menyebabkan kegagalan dalam mendeteksi kebocoran arus atau bahkan kerusakan perangkat.

Pada suhu yang sangat tinggi, material isolasi dan komponen internal ELCB bisa mengalami degradasi,

yang dapat mengurangi sensitivitas atau akurasi deteksi kebocoran arus. Suhu tinggi juga dapat mempengaruhi mekanisme pemutusan arus (trip mechanism), yang mungkin menjadi lebih lambat atau gagal berfungsi dengan benar.

3. ELCB tetap bisa beroperasi dalam kondisi berdebu, tetapi efektivitas dan keandalannya bisa menurun. Oleh karena itu, penting untuk menjaga ELCB bersih dari debu untuk memastikan kinerjanya optimal dan perangkat tetap memberikan perlindungan yang diperlukan.



Tabel 4.5 Pengujian Dalam Berbagai Kondisi

Dalam Berbagai Kondisi	Beroperasi /Tidak beroperasi
Kondisi basah	Beroperasi dengan baik
Kondisi panas	Beroperasi dengan baik
Kondisi berdebu	Beroperasi dengan baik

C. Pembahasan

1 Hasil Validasi Ahli

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kinerja *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) dalam berbagai kondisi instalasi listrik. Langkah ini sangat penting untuk memastikan bahwa ELCB berfungsi dengan optimal dan efektif dalam mendeteksi arus bocor, serta mampu memberikan perlindungan yang memadai di berbagai situasi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai bagaimana ELCB bekerja dalam kondisi normal maupun ekstrem, sehingga dapat diidentifikasi

potensi kelemahan dan area yang perlu ditingkatkan. Dengan menggunakan ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*), kita dapat secara efektif mencegah bahaya tegangan sentuh secara tidak langsung. ELCB dirancang untuk mendeteksi arus bocor yang mungkin terjadi akibat instalasi listrik yang tidak baik atau rusak. Ketika arus bocor terdeteksi, ELCB akan memutuskan aliran listrik secara otomatis, sehingga mengurangi risiko kecelakaan listrik dan potensi terjadinya kebakaran. Dalam situasi ini, ELCB memberikan perlindungan yang sangat penting untuk keselamatan pengguna dan properti.

ELCB tidak hanya mendeteksi arus bocor yang diakibatkan oleh kerusakan pada instalasi listrik tetapi juga menangani berbagai kondisi yang mungkin menyebabkan bahaya. Ini termasuk kondisi di mana kabel atau peralatan listrik mengalami isolasi yang rusak, atau sambungan yang tidak aman. Dengan kemampuan untuk mendeteksi dan merespons arus bocor secara cepat, ELCB memastikan bahwa

aliran listrik dapat dihentikan sebelum mencapai tingkat yang berbahaya, sehingga mencegah kemungkinan terjadinya sengatan listrik yang dapat membahayakan manusia. Selain itu, ELCB berperan dalam meminimalkan potensi kebakaran yang dapat disebabkan oleh arus bocor. Arus bocor yang tidak terdeteksi dapat menghasilkan panas berlebih yang, dalam kondisi tertentu, dapat memicu kebakaran. Dengan ELCB, deteksi dini arus bocor memungkinkan tindakan pencegahan yang cepat, memutus aliran listrik sebelum panas dan mengurangi risiko kebakaran. Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb) telah melalui proses validasi oleh ahli media. Dalam uji coba media, memberikan nilai persentase sebesar 92,5 %. Oleh karena itu, Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis ELCB dianggap “layak ” untuk ditetapkan sebagai sebuah alat Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor

Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (Elcb) dalam model ADDIE.

2 Hasil Pembahasan

Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor *Berbasis Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) bertujuan untuk merancang sebuah prototype Pendeteksi Arus Bocor. Untuk mencapai tujuan tersebut maka peneliti menggunakan Model yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*), yang merupakan model pengembangan berfokus pada tahapan, digunakan dalam proses desain alat.

Tahapan perencanaan adalah langkah awal yang dilakukan untuk membangun sebuah prototipe *berbasis Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB). Persiapan alat dan bahan, langkah pertama adalah mempersiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pembuatan prototipe. perancangan prototipe, setelah semua alat dan bahan

siap, langkah selanjutnya adalah merancang prototype. Ini mencakup pembuatan skema rangkaian yang akan digunakan. Pembuatan rangkaian, dengan semua persiapan dan perancangan yang sudah dilakukan, tahap berikutnya adalah merakit rangkaian, rangkaian ini dibuat berdasarkan skema yang telah dirancang sebelumnya untuk memastikan semua komponen terhubung dengan benar. Pengujian Prototipe. Setelah rangkaian selesai dibuat, langkah terakhir adalah melakukan pengujian terhadap prototype. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa prototipe pendeteksi arus bocor berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi teknis. Pengujian mencakup simulasi kondisi normal dan kondisi arus bocor untuk melihat respons ELCB.

Pengujian dilakukan dalam lima tahapan, Pengujian awal untuk memastikan ELCB berfungsi dengan baik. Pengujian pertama dilakukan tanpa menggunakan beban listrik tambahan untuk memastikan bahwa ELCB berfungsi dengan benar. Pada

tahap ini, tombol test pada ELCB dengan rating 30 mA ditekan. Tombol test ini berfungsi untuk mensimulasikan adanya arus bocor, yang seharusnya memicu ELCB untuk memutus aliran listrik. Dengan menekan tombol test, kita dapat memastikan apakah ELCB dapat mendeteksi arus bocor dengan benar dan memutuskan rangkaian listrik sesuai dengan spesifikasinya.

Tahap kedua melakukan pengujian Hasil Percobaan Kabel Fasa Lampu Sebagai Arus Bocor Dan Resistor Penggati Tahanan Tubuh Manusia. Metode ini bertujuan untuk menunjukkan dampak buruk dari instalasi listrik yang tidak memadai, terutama pada instalasi di luar rumah atau outdoor. Dalam percobaan ini, disimulasikan sebuah skenario di mana sebuah kabel fasa mengalami kerusakan namun masih bertegangan. Kabel yang rusak ini dapat mengenai bagian tubuh manusia. Untuk mensimulasikan kejadian ini, digunakan

sebuah resistor dengan nilai 5100Ω sebagai pengganti tahanan tubuh manusia.

Tahap ketiga dari pengujian ini melibatkan Kabel Netral Beban Lampu yang berfungsi sebagai Arus Bocor dan penggunaan Resistor sebagai pengganti tahanan tubuh manusia. Metode ini bertujuan untuk menggambarkan buruknya kualitas instalasi listrik di area luar rumah (outdoor). Instalasi yang tidak memadai dapat menyebabkan kerusakan pada kabel netral, yang meskipun rusak, masih dapat menyimpan tegangan listrik dan berpotensi mengenai tubuh manusia. Untuk mensimulasikan kondisi ini dalam pengujian, tubuh manusia digantikan dengan resistor bernilai 5100Ω . Nilai ini dipilih karena tahanan tubuh manusia dalam kondisi kering umumnya sekitar 5000Ω , yang merupakan nilai dominan.

Tahap keempat menguji kinerja maksimal ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) untuk memastikan perangkat ini

berfungsi optimal dalam mendeteksi dan merespons kebocoran arus. Uji ini mensimulasikan kondisi kebocoran arus dengan menggunakan resistor sebagai pengganti tahanan tubuh manusia, memungkinkan penyesuaian nilai tahanan untuk berbagai kondisi.

Tahap kelima dalam penelitian. Dengan melakukan penelitian ini, kita dapat memastikan bahwa ELCB berfungsi dengan optimal dalam berbagai kondisi lingkungan, baik dalam keadaan basah, panas, maupun berdebu. Penelitian ini memungkinkan kita untuk mengevaluasi dan memahami kinerja ELCB dalam situasi yang mungkin ekstrem atau tidak ideal, sehingga perangkat dapat tetap memberikan perlindungan yang diperlukan untuk mencegah bahaya listrik. Dengan kata lain, penelitian ini membantu memastikan bahwa ELCB tidak hanya bekerja dengan efektif di bawah kondisi normal tetapi juga mampu menjaga keselamatan listrik secara

konsisten dan andal dalam berbagai skenario operasional yang mungkin dihadapi di lapangan.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

- 1 Pencegahan Sengatan Listrik: ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*) mampu mencegah terjadinya sengatan listrik langsung yang diakibatkan oleh kebocoran arus. Kebocoran arus ini sering kali disebabkan oleh kegagalan isolasi pada kabel. Untuk memastikan kinerja optimal dari ELCB, Pengujian Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) dilakukan dalam kondisi basah bertujuan memastikan perangkat berfungsi dengan baik saat terkena kelembapan atau air, yang penting untuk mencegah kebocoran arus listrik ke tanah. ELCB dapat beroperasi dalam kondisi panas, namun performanya bergantung pada suhu lingkungan dan spesifikasi perangkat. Suhu yang melebihi batas yang direkomendasikan dapat menyebabkan penurunan kinerja, kegagalan fungsi, atau kerusakan pada

- 2 perangkat. Selain itu, ELCB masih dapat berfungsi dalam kondisi berdebu, tetapi efektivitasnya bisa berkurang, sehingga menjaga kebersihan perangkat adalah penting untuk memastikan perlindungan yang optimal.
- 3 Kinerja dan Efektivitas ELCB: ELCB menunjukkan kinerja yang sangat baik dan efektif dalam mendeteksi adanya perbedaan arus antara fasa dan netral. Ketika terdapat perbedaan arus yang masuk dan keluar, ELCB akan membaca perubahan tersebut. Dengan sensitivitas sebesar 30 mA, ELCB akan secara otomatis memutuskan sumber tegangan pada output ELCB dalam waktu 19,60 milidetik. Hal ini memastikan bahwa potensi bahaya dari kebocoran arus dapat segera diatasi, sehingga mengurangi risiko sengatan listrik dan kerusakan peralatan listrik.

Kesimpulan ini menunjukkan bahwa ELCB adalah alat yang sangat penting dalam sistem instalasi listrik untuk mencegah terjadinya kecelakaan listrik dan memastikan

keselamatan pengguna serta peralatan listrik. Implementasi ELCB yang tepat dengan dukungan sistem pentanahan yang baik dapat meningkatkan keamanan dan keandalan sistem listrik secara keseluruhan

B. Saran

Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki berbagai kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, diperlukan banyak perbaikan dan penambahan agar prototipe ini menjadi lebih baik dan sempurna ke depannya. Beberapa saran perbaikan dan pengembangan adalah sebagai berikut

1. Peningkatan Sensitivitas: Saat ini, alat diset pada sensitivitas 30 mA, yang merupakan ambang batas aman bagi manusia. Sebaiknya dilakukan percobaan dengan sensitivitas yang lebih rendah untuk meningkatkan deteksi

dini kebocoran arus, sehingga dapat memberikan perlindungan lebih maksimal.

2. Evaluasi Komponen dan Desain: Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap komponen yang digunakan dan desain prototipe untuk memastikan bahwa semua elemen bekerja secara optimal dan efisien.
3. Uji Coba pada Berbagai Kondisi: Melakukan uji coba pada berbagai kondisi lingkungan dan beban listrik untuk memastikan prototipe dapat berfungsi dengan baik dalam berbagai situasi yang mungkin terjadi di lapangan.
4. Integrasi dengan Sistem Smart Home: Pertimbangkan untuk mengintegrasikan ELCB dengan *sistem smart home* untuk memberikan perlindungan yang lebih komprehensif dan memudahkan pemantauan serta pengendalian dari jarak jauh.
5. Pendidikan dan Pelatihan: Memberikan pendidikan dan pelatihan kepada pengguna tentang pentingnya

penggunaan ELCB dan cara mengoperasikannya dengan benar untuk memastikan keselamatan yang optimal.

Dengan mengikuti saran-saran ini, penelitian dan pengembangan prototipe pendeteksi arus bocor berbasis ELCB dapat lebih meningkatkan keselamatan dan keandalan sistem listrik.

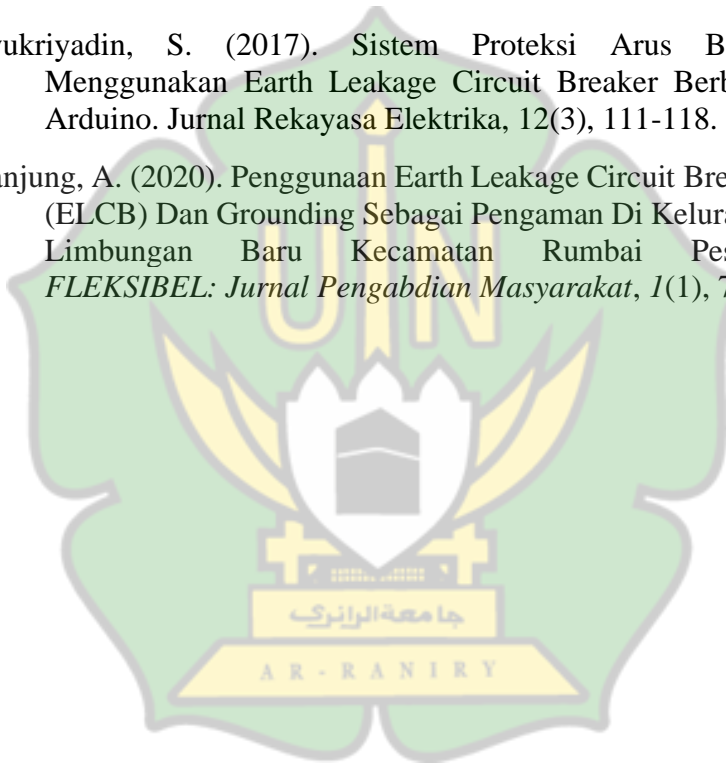


DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., & Saraswati, D. L. (2017). Pengembangan media pembelajaran fisika mobile learning berbasis android. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 57-62.
- BSN, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik (2011) (PUIL 2011),” SNI 0225:2011/Amd 1:2013
- Baskoro, M. (2017). Alat Kendali Stop Kontak Melalui Internet (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Dwi Purnomo. “Model Prototyping Pada Pengembangan Sistem Informasi”, *Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan Vol.2 No.2*, (Agustus 2017), hlm 56.
- Fifana, N., Facta, M., & Syakur, A. (2011). Modul Simulasi ELCB Satu Fasa Sebagai Pelindung Tegangan Sentuh Bagi Manusia (Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip).
- Frlely didit sukardi, abdul zain, arif mulian (2019) prototipe pengamana peralatan instalasi listrik dan tegangan sentuh bagi manusia dengan ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)
- Jatmiko, P. (2015). *Training Basic PLC*. Tangerang: Kartanagari (Karya Cipta Anak Negeri). Hal. 33
- Jayusman, I., & Shavab, O. A. K. (2020). Studi Deskriptif kuantitatif tentang aktivitas belajar mahasiswa dengan menggunakan media pembelajaran edmodo dalam pembelajaran sejarah. *Jurnal artefak*,

- Jonli Candra Situmorang Dengan Judul Perancangan Sistem Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga menggunakan Elcb Tahun 2021
- Juara Mangapul, T., St, M., & Albert Gifson, H. (2019). Analisa Kinerja Lampu Penerangan Hannochs Pada Rumah Tinggal Di Perumahan Kalibaru Residence Cilodong. Prosiding Semnastek 2019
- Manalor, Y. P., Tjahjono, G., & Ray, F. F. G. (2023). Pengaruh Nilai Tahanan Pentanahan Terhadap Durasi Respon ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker). *JURNAL SPEKTRO*, 6(1), 60-67
- Maydiantoro, A. (2021). Model-model penelitian pengembangan (research and development). *Jurnal pengembangan profesi pendidik indonesia (JPPPI)*.
- Pyae, S., Sunarto, S., & Sudrajat, S. (2023, August). Rancang Bangun Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Tegangan Sentuh Menggunakan ELCB. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 14, No. 1, pp. 303-308).
- Rizki, N. (2022). *Pengembangan Alat Peraga Instalasi Listrik 1 Phase Menggunakan Saklar Tukar Dan Saklar Silang Pada Rumah 2 Lantai* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Rukajat. A. "Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach. Deepublish." (2018)
- Sukardi, f. d. (2019). Prototipe Pengaman Peralatan Instalasi Listrik dan Tegangan Sentuh Bagi Manusia dengan ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker). *Teknologi ElektriKa*, 56-62.

- Sumarna, A. (2021). *Analisis Kelayakan Listrik Rumah Tangga Di Desa Purworejo Kecamatan Kuala Kabupaten Nagan Raya* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh)
- Suryadi, A. &. (2016). Rancang Bangun Model Simulasi ELCB Fasa Satu Sebagai Pelindung Bagi Manusia. *Saintech*, 39-43.
- Syukriyadin, S. (2017). Sistem Proteksi Arus Bocor Menggunakan Earth Leakage Circuit Breaker Berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 12(3), 111-118.
- Tanjung, A. (2020). Penggunaan Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) Dan Grounding Sebagai Pengaman Di Kelurahan Limbungan Baru Kecamatan Rumbai Pesisir. *FLEKSIBEL: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 7-13.



LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Skripsi



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: B-775/UIN.05/FTK/KP.07/B/1/2024

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DEKAN FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang	<ol style="list-style-type: none"> a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi; b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cukup dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa; c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
Mengingat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional; 2. Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen; 3. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi; 4. Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum; 5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi; 6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh; 7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh; 8. Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh; 9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Penjelasan Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama; 10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/M/KM.05/2011, tentang penetapan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum; 11. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, tentang Penjelasan Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
Menetapkan	Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa.
KESATU	<p>Menunjukkan Saudara</p> <p>Mursyidin, M.T</p> <p>Untuk membimbing Skripsi</p> <p>Nama : Hendra</p> <p>NIM : 20211010</p> <p>Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro</p> <p>Judul Skripsi : Perancangan Prototipe Paneloteki Arus Bocor Berbasis Elcb(Earth-Leakage Circuit Breaker)</p>
KEDUA	Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
KETIGA	Pembayaran akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA.025.04.2.423025/2024, Tanggal 24 November 2023;
KEEMPAT	Surat Keputusan ini berlaku selama enam bulan sejak tanggal ditetapkan;
KELIMA	Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekhiruan dalam Surat Keputusan ini.

Ditetapkan di **Banda Aceh**
 Pada tanggal **10 Januari 2024**


Mursyidin, M.T





1. Dekan Kementerian Agama RI di Jakarta
 2. Dean Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta
 3. Direktur Perguruan Tinggi Agama Islam Kementerian Agama RI di Jakarta
 4. Kantor Pelayanan Pelaksanaan Negara (KPPN) di Banda Aceh
 5. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh
 6. Kantor Badan Kepegawaian dan Akademi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh
 7. Yang bersangkutan
 8. Arif

Lampiran 2. Surat penelitian



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBIIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0851- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-5729/Un.8/FTK.1/TL.007/2024
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,
Ketua Laboratorium Listrik
Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **HENDRA / 200211019**
Semester/Jurusan : VIII / Pendidikan Teknik Elektro
Alamat sekarang : Tanjung daya

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER (ELCB)**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang haik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 30 Juli 2024
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,



Berlaku sampai : 06
September 2024

Prof. Habiburrahim, S.Ag., M.Com., Ph.D.

AR - RANIRY

Lampiran 3. Lembar Bimbingan



Buku Kegiatan Bimbingan Penelitian dan Penulisan Skripsi
Program Strata Satu (S1) Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry

Nama	: Hendra
Nim	: 200211019
Email/ No.Hp	: 082363067764
Pembimbing I	: Mursyidin, M.T.
Pembimbing II	: -
Judul Skripsi	: Perancangan Prototipe Pendeteksi Arus Bocor Berbasis <i>Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)</i>

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Pembimbing I

Nama Pembimbing

Mursyidin, M.T.

NO	Waktu		Tahap Kegiatan Bimbingan	Paraf Pembimbing
	Tanggal	Pukul		
1	22-04-24	09:30	Antar skripsi ke Pembimbing	
2	29-05-24	14:00	Pengujian alat prototipe Pendeteksi arus bocor	
3	03-06-24	14:00	Bimbingan Pertama Lembar validasi	
4	18-06-24	09:30	Pemeriksaan BAB IV	
5	25-06-24	14:30	Uji coba prototipe pendeteksi arus bocor	
6	28-06-24	14:00	Bimbingan kedua Lembar validasi dan media	
7	02-07-24	14:00	Pemeriksaan instrumen validasi	
8	08-07-24	09:00	Pemeriksaan BAB IV dan hasil validasi	

9	19-07-24	09:30	Pemeriksaan BAB IV di bagian pembahasan	<i>[Signature]</i>
10	22-07-24	14:00	Pemeriksaan BAB IV Sampai BAB V	<i>[Signature]</i>
11	29-07-24	14:00	Penambahan tabel di hasil pengujian aut	<i>[Signature]</i>
12	06-08-24	12:00	ACC	<i>[Signature]</i>
13				
14				
15				
16				

ACC PEMBIMBING I
UNTUK MENGERUHI
SIDANG

Lampiran 4. Lembar Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI ALIH MEDIA

Judul Penelitian : PERANCANGAN PROTOTIPE PENDETEKSI ARUS BOGOR
BERBASIS KARTU LELAKAGE CIRCUIT BREAKER (ELCB)

A. Identitas

Nama Penyusun : Hendra

Nama Validator : Muhammad Ikhsan, M.T.

B. Tujuan

Lembar validasi ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi terhadap media dan bahan perancangan yang digunakan dan sudah dikembangkan

C. Petunjuk Pengisian

- Berilah tanda cek (✓) pada kolom skala penilaian sesuai penilaian terhadap media dan bahan yang dikembangkan
- Kriteria penilaian terdiri dari
 - 5 = Sangat baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang

No	Indikator	Pertanyaan	Penerapan Sistem Manajemen Mutu					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1	Persyaratan Umum	Apakah prototipe pendeteksi arus bocor melakukan fungsi yang di perlukan ?					✓	
		Apakah ELCB bekerja sesuai yang di harapkan ?					✓	

		Apakah alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki ukuran yang sesuai ?							✓
		alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya ?						✓	
2	Perencanaan (Planning)	Apakah prototipe ini mampu mempertahankan tingkat kinerja dari waktu ke waktu?						✓	
		Apakah alat dan bahan yang di gunakan mudah didapatkan ?						✓	
3	Kegunaan (Usability)	Seberapa efektif prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik ?						✓	
		Seberapa akurat prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik?						✓	
		Telah menetapkan cara penggunaan prototipe pendeteksi arus bocor						✓	
4	Efisiensi (Efficiency)	Dapatkah ELCB mencegah tanggapan sentuh ?						✓	
		Seberapa efisien proses pemeliharaan dan perawatan prototipe ini?						✓	
		Dapatkah ELCB dipasang dengan mudah						✓	

Komentar dan Saran

- KETESERANGAN komponen
- Pengisian

Kesimpulan

Perancangan ini dinyatakan:

- Layak Untuk Digunakan Tanpa Revisi
- Layak Digunakan Dengan Revisi Sesuai Saran
- Tidak Layak Digunakan

Banda Aceh, 31 Juli 2024
Validator

Muhammad Ikhlas M.T.
NIDN 2023108602



LEMBAR VALIDASI ALIH MEDIA

Judul Penelitian : PERANCANGAN PROTOTYPE PENDETEKSI AIRS BOCOR
BERBASIS EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKER (ELCB)

A. Identitas

Nama Penyusun : Hendra

Nama Validator : Muhammad Rizal Fachri, M.T.

B. Tujuan

Lembar validasi ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi terhadap media dan bahan perancangan yang digunakan dan sudah dikembangkan

C. Petunjuk Pengisian

- Berilah tanda cek (v) pada kolom skala penilaian sesuai penilaian terhadap media dan bahan yang dikembangkan
- Kriteria penilaian terdiri dari
 - 5 = Sangat baik
 - 4 = Baik
 - 3 = Cukup
 - 2 = Kurang
 - 1 = Sangat Kurang

No	Indikator	Pertanyaan	Penerapan Sistem Manajemen Mutu					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
		Apakah prototipe pendeteksi arus bocor melakukan fungsi yang di perlukan ?					✓	
I.	Persyaratan Umum	Apakah ELCB bekerja sesuai yang di harapkan ?					✓	

		Apakah alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki ukuran yang sesuai ?				✓	
		alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya ?				✓	
2	Perencanaan (Planning)	Apakah prototipe ini mampu mempertahankan tingkat kinerja dari waktu ke waktu?				✓	
		Apakah alat dan bahan yang di gunakan mudah didapatkan ?				✓	
3	Kegunaan (Usability)	Seberapa efektif prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik ?				✓	
		Seberapa akurat prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik?				✓	
		Telah menetapkan cara penggunaan prototipe pendeteksi arus bocor				✓	
4	Efisiensi (Efficiency)	Dapatkah ELCB mencegah tengangan sentuh?				✓	
		Seberapa efisien proses pemeliharaan dan perawatan prototipe ini?				✓	
		Dapatkah ELCB dipasang dengan mudah ?				✓	

		Apakah dapat ELCH dipasang dengan mudah ?						✓	
--	--	---	--	--	--	--	--	---	--

Komentar dan Saran

1. Nama produsen ini sangat cocok dan mudah dan cara tidak terdapat masalah pada alat ini
2. Kemasan perlu diperbaiki agar mudah dibuka
3. Alat perlu dibina ketahanan

Kesimpulan:

Perancang ini dinyatakan:

- () Layak Untuk Digunakan Tanpa Revisi
 (x) Layak Digunakan Dengan Revisi Sesuai Saran
 () Tidak Layak Digunakan

Banda Aceh, 18 Juli 2024
 Validator



Muhammad Rizal Fachri, M.T.
 NIP.198807082019031018



LEMBAR VALIDASI ALIH MEDIA

Judul Penelitian : PERANCANGAN PROTOTIPE PENDETEKSI ARUS BOCOR
HERBASIS FARTI LEAKAGE CIRCUIT BREAKER (ELCB)

A. Identitas

Nama Penyusun : Hendra
Nama Validator : Baihaqi, M.T.

B. Tujuan

Lembar validasi ini ditujukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi terhadap media dan bahan perancangan yang digunakan dan sudah dikembangkan

C. Petunjuk Pengisian

- Berilah tanda cek (v) pada kolom skala penilaian sesuai penilaian terhadap media dan bahan yang dikembangkan
- Kriteria penilaian terdiri dari
 - 5 - Sangat baik
 - 4 - Baik
 - 3 - Cukup
 - 2 - Kurang
 - 1 - Sangat Kurang

No	Indikator	Pertanyaan	Penerapan Sistem Manajemen Mutu					Saran Validator
			1	2	3	4	5	
1	Pernyataan Umum	Apakah prototipe pendeteksi arus bocor melakukan fungsi yang di perlukan ?					✓	
		Apakah ELCB bekerja sesuai yang di harapkan ?					✓	

		Apakah alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki ukuran yang sesuai ?					✓
		alat prototipe pendeteksi arus bocor memiliki bentuk yang menarik baik dari segi warna dan lainnya ?					✓
2	Perencanaan (Planning)	Apakah prototipe ini mampu mempertahankan tingkat kinerja dari waktu ke waktu?					✓
		Apakah alat dan bahan yang di gunakan mudah didapatkan ?					✓
3	Kegunaan (Usability)	Seberapa efektif prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik ?					✓
		Seberapa akurat prototipe ELCB ini dalam mendeteksi kebocoran arus listrik?					✓
4	Efisiensi (Efficiency)	Telah menetapkan cara penggunaan prototipe pendeteksi arus bocor					✓
		Dapatkah ELCB mencegah tanggapan sentuh ?					✓
		Seberapa efisien proses pemeliharaan dan perawatan prototipe ini?					✓
		Dapatkah ELCB dipasang dengan mudah ?					✓

Komentar dan Saran


Sudah sesuai, lengkap
Saran: Tambahkan petunjuk komposisi alat
+ spesifikasi penyusunan alat

Kesimpulahan:

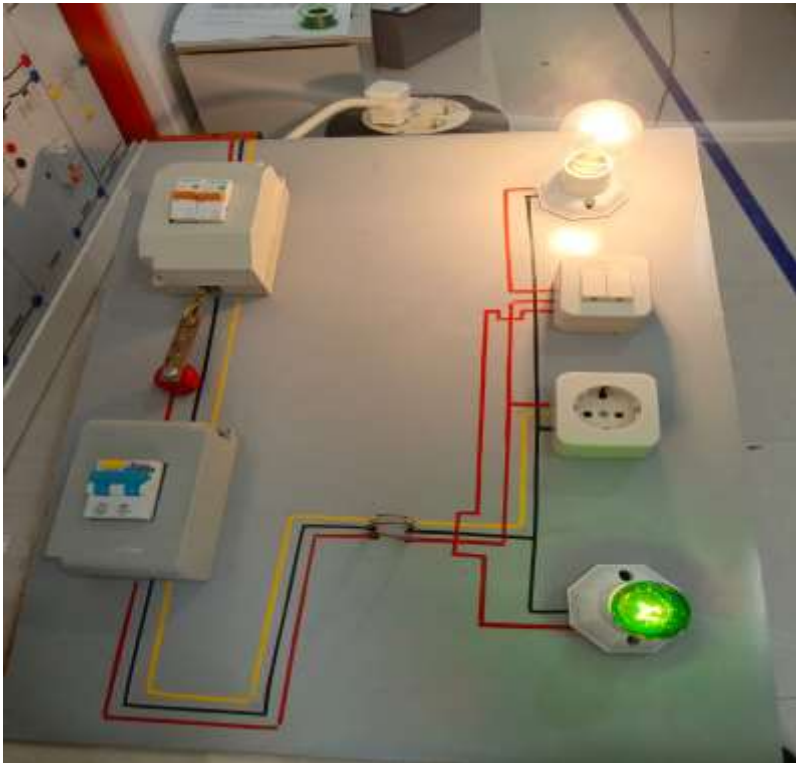
Perancangan ini dinyatakan:

- Layak Untuk Digunakan Tanpa Revisi
 Layak Digunakan Dengan Revisi Sesuai Saran
 Tidak Layak Digunakan

Banda Aceh, 19 Juli 2024
Validator


Bering, M.T.
NIP.198802212022031001



Lampiran 5 Foto Kegiatan Penelitian



AR-RANIRY