

## ANALISA KEBOCORAN ARUS PADA DISTRIBUSI LISTRIK DENGAN SIMULASI PENERAPAN RCBO SCHNEIDER 1 PHASA 6 AMPER PADA RUMAH HUNIAN

Bayu Kusumo, Deni Krisnandi

Abstrak - Penelitian ini merupakan suatu penawaran atau solusi untuk mengamankan instalasi rumah hunian yang kita tempati atau perkantoran dari bahayanya hubungan singkat, beban berlebih dan sengatan listrik. Pada pendahuluan dijelaskan latar belakang sangat pentingnya penggunaan sistem proteksi pada instalasi listrik dan beberapa definisi yang berkaitan dengan sengatan listrik dan *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO). Maka dari itu untuk bagian metode penelitian, spesifikasi *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) yang digunakan ditampilkan dan alur penelitian juga ditampilkan. Pada pembahasan dan hasil diketahui bahwa RCBO akan trip jika terjadi beban lebih, korsleting, arus bocor, dan sengatan listrik akibat kontak langsung dengan bagian aktif. Untuk arus nominal ( $I_n$ ) dari RCBO, dipilih rcbo dengan nilai 6 ampere dan sensitivitas arusnya ( $I_{\Delta n} = 30 \text{ ma}$ ) sesuai dengan *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) yang ada di pasaran. *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) yang digunakan yaitu SCHNEIDER 1 Phasa 6 Ampere digunakan untuk mengamankan instalasi rumah tinggal baik dari beban lebih (overload protection), hubungan singkat (short circuit protection), dan terutama pengaman terhadap kejutan listrik (electric shock). Beban lebih melebihi dari 900 Watt maka *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) akan off pengujian dengan daya beban 1065 Watt *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) trip atau off. Hubungan singkat daya beban yang diukur berkisar 900 atau besar 1320 Watt *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) mengalami tffir. Kejutan listrik berkisar 900 Watt *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) mengalami trif.

Kata kunci: arus bocor, beban lebih, hubungan singkat, sengatan listrik, *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO).

Abstract - This research is an offer or solution to secure the installation of the residential house we live in or office from the dangers of short circuits, overloads and electric shocks. In the introduction, the background of the importance of using a protection system in electrical installations is explained and some definitions related to electric shock and Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO). Therefore, for the research method section, the specifications of the Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) used are displayed and the research flow is also displayed. In the discussion and results it is known that the RCBO will trip if there is an overload, short circuit, leakage current, and electric shock due to direct contact with live parts. For the nominal current ( $I_n$ ) from the RCBO, the RCBO with a value of 6 amperes and the current sensitivity ( $I_{\Delta n} = 30 \text{ ma}$ ) is chosen according to the Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) on the market. Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) which is used, namely SCHNEIDER 1 Phase 6 Ampere is used to secure residential installations both from overload protection, short circuit protection, and especially protection against electric shock. shocks). If the load exceeds 900 Watt, the

Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) will be off testing with a load power of 1065 Watt. Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) is tripped or off. The load power short circuit measured is around 900 or 1320 Watt. Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) experiences a trip. Electric shock ranging from 900 Watt Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) experienced a trip.

Keywords: leakage current, overload, short circuit, electric shock, Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO).

## 1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan manusia, penggunaan energi listrik memiliki peranan yang sangat penting saat ini, dimana area perkantoran, industri, ruang publik, rumah ibadah dan di rumah-rumah hunian semuanya membutuhkan listrik. Dari sekian banyak manfaat yang diperoleh dari penggunaan energi listrik, listrik juga dapat menyebabkan cedera serius pada manusia bahkan dapat menyebabkan kematian dan dapat merusak peralatan yang menggunakan energi listrik tersebut [1]. Arus bocor, penggunaan beban lebih dan korsleting menimbulkan efek berbahaya bagi tubuh manusia dan peralatan listrik, karena dapat menyebabkan sengatan listrik atau sengatan listrik dapat menyebabkan sumber kebakaran [2]. Schneider Electric menyatakan bahwa setiap tahun, 400.000 kecelakaan terjadi karena listrik dan 3000 orang menderita dari kecelakaan tersebut. Peralatan atau perangkat proteksi arus sisa atau dikenal dengan *residual current devices (RCD)*, Saat ini, perangkat arus sisa (RCD) diakui sebagai cara paling efektif untuk melindungi kehidupan dan harta benda dari bahaya listrik dalam sistem tegangan rendah. Pemilihan dan penggunaan yang optimal memerlukan pengetahuan yang baik tentang prinsip dan aturan yang mengatur instalasi listrik dan khususnya pengaturan sistem pembumihuan serta teknologi yang ada dan tingkat kinerjanya. Semua aspek ini dibahas dalam "Teknik Cahier" ini, dengan tambahan banyak jawaban yang diberikan oleh departemen teknis dan pemeliharaan

Schneider Electric untuk pertanyaan yang sering diajukan [4]. Dikatakan sebagai peralatan proteksi yang paling efektif untuk melindungi manusia dan peralatan dari bahaya listrik pada sistem tegangan rendah. Dalam pemilihan peralatan RCD, tergantung pada tingkat proteksi yang dibutuhkan (threshold sensitivity In trip). Ada tiga kelompok sensitivitas RCD, yaitu sensitivitas tinggi (Dalam 30 mA), sedang (Dalam 500 mA), dan sensitivitas rendah (Dalam > 0,5 A). Dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011) disebutkan bahwa untuk instalasi, sistem dan peralatan tegangan rendah, proteksi dasar umumnya berkaitan dengan proteksi terhadap kontak langsung. RCBO merupakan sebuah alat dari penggabungan MCB dan ELCB yang berfungsi untuk memutuskan aliran listrik Ketika terjadi kebocoran arus, hubungan singkat dan beban berlebihan. Jadi pada dasarnya RCBO merupakan gabungan dari MCB dan ELCB dimana mempunyai fungsi dari dua alat tersebut yang dikemas dalam satu produk. Hal tersebut menjadikan alat ini sebagai pengaman instalasi listrik dengan fitur lengkap, bentuk yang kecil dan minimalis [4]. Data dari PT. PLN (Persero) (2010) menyatakan bahwa pelayanan tenaga listrik kepada pelanggan untuk saluran tegangan rendah satu fasa dilayani dengan tegangan 220 V dan 220/380 V untuk 3 fasa, sedangkan konfigurasi penyambungannya disesuaikan dengan jumlah daya yang tersambung. Berdasarkan fenomena dan latar belakang diatas penulis tertarik untuk melakukan analisa terhadap kebocoran arus pada

distribusi listrik dengan melakukan simulasi penerapan RCBO Schneider 1 Phasa 6 ampere pada rumah hunian.

## 2. TEORI DASAR

### 2.1 Electrical Shock

Sengatan listrik atau *electric shock* didefinisikan sebagai efek fisiologis akibat arus listrik yang melalui tubuh manusia [9]. Hal ini terjadi karena adanya kontak listrik dengan suatu konduktor yang tidak digroundkan atau dengan bagian yang dapat menghantarkan listrik dari peralatan listrik yang terbuka akibat rusaknya isolasi dasar [8]. Kontak langsung dengan bagian listrik aktif (*direct contact*) maupun tidak langsung (*indirect contact*) juga dapat menyebabkan kecelakaan yang berdampak seperti luka bakar pada bagian tubuh, mengalami kejang, pingsan dan bahkan kematian [9]. Bahwa sengatan listrik dirasakan pada arus bolak-balik sebesar 30 mA untuk ukuran tubuh manusia rata-rata [10]. Kesetrum dalam pengertian sehari – hari adalah menyentuh benda elektronik yang sedang aktif pada bagian logamnya dan terjadilah tersetrum. Secara fisika, kesetrum ( *electric shock* ) adalah terjadinya kontak antara bagian tubuh manusia dengan suatu sumber tegangan listrik yang cukup tinggi sehingga mampu mengakibatkan arus listrik melalui tubuh manusia tepatnya melalui otot. Selain itu arus ini sifatnya mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah. Dalam kasus sehari-hari sumber tegangan listrik ini memiliki potensial tinggi, sementara bumi tempat berpijak memiliki potensial rendah. Jadi, tegangan ini ingin mengalirkan arusnya ke bumi. Pada saat terjadi kontak antara manusia dengan sumber tegangan saat manusia ini menginjak bumi, maka tubuh manusia ini akan menjadi suatu konektor antara sumber tegangan dengan bumi. Perlu diingat bahwa tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air, sehingga tubuh manusia merupakan konduktor yang baik.

### 2.2 Residual Current Circuit Breaker With Integral Overload Protection (RCBO)

RCBO adalah merupakan sebuah alat dari penggabungan MCB dan ELCB yang berfungsi untuk memutuskan aliran listrik. Ketika terjadi kebocoran arus, hubungan singkat dan beban berlebihan. Jadi pada dasarnya RCBO merupakan gabungan dari MCB dan ELCB dimana mempunyai fungsi dari dua alat tersebut yang dikemas dalam satu produk. Hal tersebut menjadikan alat ini sebagai pengaman instalasi listrik dengan fitur lengkap, bentuk yang kecil dan minimalis [11]. Pemutus arus sisa dengan proteksi beban lebih integral atau dikenal dengan *Residual Current Circuit Breaker With Integral Overload Protection* (RCBO) pada Konferensi Nasional Keselamatan Listrik (2011) dikatakan sebagai bagian dari peralatan proteksi terhadap arus sisa (*residual current devices*) [12]. Arus sisa didefinisikan sebagai jumlah aljabar dari nilai arus listrik pada semua penghantar aktif, pada waktu yang sama, pada titik tertentu dalam suatu rangkaian listrik dalam suatu instalasi listrik [6]. RCBO dirancang untuk instalasi perumahan dan sejenisnya, yang dapat dioperasikan dengan mudah tanpa perlu keahlian khusus. RCBO dirancang sebagai satu kesatuan perangkat yang menggabungkan fungsi dari sebuah RCD dalam hal ini pemutus sirkuit kebocoran bumi *earth leakage circuit breaker* (ELCB) dengan *circuit breaker* atau *miniature circuit breaker* (MCB) [13].

Fungsi dari RCBO adalah untuk memutuskan arus saat terjadi korsleting, memutuskan aliran listrik saat terjadi Overload (beban berlebih), dan memutuskan aliran listrik ketika ada orang yang tersengat listrik. Saat terjadi kebocoran arus RCBO akan mendeteksi kebocoran arus dengan cara membandingkan nilai arus yang mengalir pada kabel fasa dan netral. Jika arus yang masuk ke instalasi harusnya 10 A tapi

keluar ke instalasi hanya sebesar 9,7 A, karena 0,3 A sisanya mengalir ke arah orang atau terjadi sengatan listrik maka disini RCBO akan mendeteksi adanya bocor arus, karena alat tersebut mendeteksi ketidakseimbangan antara nilai dari kabel fasa dan netral sehingga secara otomatis akan mengambil tindakan pengaman dengan memutuskan aliran listrik pada instalasi. Mendeteksi lonjakan arus disebabkan karena hubungan singkat atau beban berlebihan.

Cara kerja RCBO ketika seseorang ingin menyalakan televisi dengan menghubungkannya ke stop kontak maka orang tsb tidak sengaja tersetrum / tersengat listrik, hal tersebut mengakibatkan terjadinya "Kebocoran Arus" dimana sebagian arus listrik mengalir ke orang tsb. Maka terlihat pada gambar arus yang masuk ke instalasi adalah 10 A dan arus yang keluar instalasi adalah 9,7 A. Hal tsb dikarenakan sebagian arus listrik mengalir ke "orang yang tersetrum" tsb yaitu nilainya 0,3 A, maka RCBO akan membandingkan nilai dari kabel fasa dan netral dan ditemukan bahwa nilainya tidak sama RCBO akan langsung memutus aliran listrik di instalasi tsb sehingga "orang yang tersetrum" tersebut dapat terselamatkan. Gambar RCBO dapat dilihat pada Gambar II.2.2



Gambar II.2. 1 RCBO

Tabel II.1 Karakteristik Teknis RCBO (Sumber: Shneider Electric Indonesia 2019)

Data Teknis (simbol)	Nilai (Satuan)
Tegangan Operasi (Ue)	230 (V AC)
Tegangan Insulasi (Ui)	400 (V)
Tegangan Inplus Withstand (UImp)	4 (kV)
Frekuensi (f)	50 (Hz)
Daya Tahan Elektris	10000 (siklus)
Daya Tahan Mekanis	20000(siklus)
Derajat Proteksi	20 (IP)
Suhu Pengoperasian	-25... +55(°C)

### 2.3 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi adalah merupakan bagian dari system tenaga listrik, dimana bertujuan untuk mengirimkan energi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen. Pembangkit tenaga listrik menghasilkan 11 kV sampai 24 kV, kemudian tegangannya dinaikkan gardu induk tegangan tinggi dengan transformator penaik tegangan (step up) menjadi 500 kV, kemudian disalurkan melalui transmisi dengan tujuan dinaikkannya tegangan menjadi 500kV untuk mengurangi kerugian daya listrik pada saluran transmisi. Dimana kerugian daya adalah sebanding kuadrat arus yang mengalir, daya yang sama apabila nilai tegangannya diperbesar maka nilai arus yang mengalir semakin kecil, sehingga kerugian daya semakin kecil juga. Terdapat dua system distribusi yaitu distribusi primer dan distribusi sekunder. Distribusi primer, penyaluran dari gardu induk (sisi sekunder trafo daya) ke gardu distribusi (sisi primer trafo distribusi) atau dari gardu induk langsung ke konsumen tegangan menengah 20 kV dimana tegangan tinggi terlebih dahulu diturunkan menjadi tegangan menengah 20 kV melalui transformator *step down*. Distribusi sekunder, penyalurannya dimulai dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke konsumen tegangan rendah. Energi tenaga listrik disalurkan melalui saluran kabel bawah tanah ataupun penyulang-penyulang. Penyulang

distribusi terletak di gardu distribusi, fungsi gardu distribusi yaitu untuk menurunkan tegangan distribusi primer menjadi tegangan rendah atau tegangan distribusi sekunder sebesar 220/380 V.

Konsumen disambungkan dari Jaringan Tegangan Rendah (JTR) melalui Saluran Rumah (SR). Dari SR, energi listrik masuk ke Alat Pembatas dan Pengukur (APP) terlebih dahulu sebelum masuk ke instalasi rumah konsumen. APP berfungsi membatasi daya dan mengukur pemakaian energi listrik oleh konsumen.

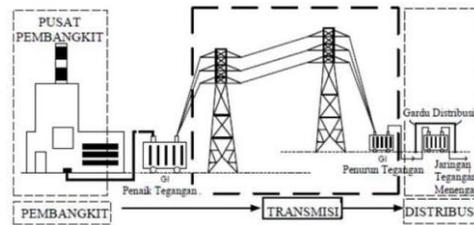
Jaringan distribusi tenaga listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berhubungan langsung pelanggan, sistem ini terdiri dari sistem distribusi tegangan menengah dan sistem distribusi tegangan rendah. Sistem distribusi tegangan listrik didefinisikan sebagai bagian dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, Transmisi Tenaga Listrik dan Gardu Induk dengan konsumen. Pada sistem tenaga listrik terdapat 3 (tiga) bagian utama yaitu :

1. Pusat pembangkit Tenaga Listrik  
Merupakan tempat menghasilkan energi listrik yang terdapat mesin membangkitkan tenaga listrik berupa generator, dilengkapi dengan gardu induk penaik tegangan, dari tegangan rendah yang dihasilkan oleh generator dinaikan menjadi tegangan tertentu dengan transformator step up sebagai penaik tegangan
2. Saluran transmisi  
Merupakan saluran penyalur energi listrik yang berupa Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) yang berfungsi menyalurkan

tegangan listrik dari gardu induk pusat pembangkit ke gardu induk yang lain dengan jarak yang jauh.

3. Saluran Distribusi

Saluran distribusi berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk ke kelompok beban berupa gardu distribusi dengan konsumen dengan mutu yang memadai.



Gambar II.2. 2 Saluran distribusi listrik

Dimana jaringan transmisi dan jaringan distribusi memiliki perbedaan, sistem transmisi tegangan listrik merupakan penyaluran energi listrik dari pembangkit tenaga listrik ke gardu induk. Energi listrik ditransmisikan melalui saluran udara tegangan tinggi (SUTT) atau saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET). Sedangkan sistem distribusi tegangan listrik merupakan penyaluran energi listrik dari gardu induk ke konsumen. Untuk lebih detail perbedaan dapat dilihat pada Tabel II.2.

Tabel II.2 Perbedaan Jaringan Transmisi dan Jaringan Distribusi

No	Sudut Pandang	Distribusi	Transmisi
1	Fungsi	Menyalurkan Daya ke konsumen	Menyalurkan Daya ke Gardu Induk
2	Letak Lokasi Jaringan	Dalam kota	Luar Kota
3	Tegangan Sistem	< 30 kV	> 30 kV
4	Bentuk Jaringan	Radial, Loop, Paralel, Interkoneksi	Radial dan Loop
5	Sistem Penyaluran	Saluran Udara dan Saluran Bawah Tanah	Saluran Udara dan Saluran Bawah Laut
6	Konstruksi Jaringan	Lebih rumit dan beragam	Lebih sederhana
7	Analisis Jaringan	Lebih kompleks	Lebih sederhana
8	Penyangga Jaringan	Jaringan Tiang	Jaringan Menara
9	Tiang Penyangga Jaringan	< 20 meter	30 – 200 meter
10	Bahan Penyangga	Baja, Besi dan Kayu	Baja
11	Jarak antar Tiang	40 – 100 meter	150 – 350 meter
12	Kawat Penghantar	BCC, SAC, AAC dan AAAC	ACSR dan ACAR
13	Kawat Tarikan	Dengan Kawat Tarikan	Tanpa Kawat Tarikan
14	Besar Andongan	0 – 1 meter	2 – 5 meter
15	Isolator Jaringan	Jenis Pasak (pin) Jenis Post (batang) Jenis Gantung Jenis Cincin	Jenis Gantung
16	Komponen Rangkaian	R dan L	R, L dan C

## 2.4 Keterbaruan Penelitian

Penelitian tentang sengatan listrik atau *electric shock* juga telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, yang menjelaskan bagaimana pengaruh sengatan listrik atau *electric shock* terhadap manusia dan peralatan pada instalasi listrik, namun tidak menjelaskan secara spesifik alat yang digunakan serta cara pememasangnya di instalasi listrik [1]. Proteksi terhadap sengatan listrik (*electric shock*) dengan menggunakan *earth leakage circuit breaker* berbasis Arduino. Masalah proteksi terhadap sengatan listrik dengan menggunakan pemutus arus sisa *residual current circuit breaker* melalui simulasi matlab simulink tetapi tidak membahas rangkaian dan penempatan alat pelindung pada instalasi listrik [9]

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan pada pembuatan tugas akhir ini, melalui beberapa tahapan yang kemudian dibentuk dalam sebuah alur yang sistematis. Berikut prosedur penelitian yang dilakukan oleh penulis :

1. Melakukan perumusan masalah. Untuk melakukan perumusan masalah,

penulis melakukan studi literatur dengan pengumpulan data tentang latar belakang yang akan dijadikan suatu sistem.

2. Melakukan studi pustaka melalui media mapun jurnal, untuk mendapatkan informasi, mempelajari data-data dan teori yang bersangkutan dari masalah yang akan dijadikan suatu sistem.
3. Melakukan pembuatan rangkaian instalasi. Dimana tahapan ini meliputi perakitan atau perangkaian instalasi listrik dengan menggunakan RCBO.
4. Melakukan uji coba rangkaian instalasi. Dimana uji coba rangkaian instalasi ini digunakan untuk mengetahui apakah sistem instalasi listrik menggunakan RCBO sudah sesuai dengan apa yang sudah kita rencanakan sebelumnya.
5. Melakukan analisa hasil untuk mendapatkan kesimpulan, yang selanjutnya akan dibuatkan laporan akhir pembuatan sistem ini.
6. Membuat suatu kesimpulan dari instalasi menggunakan RCBO.

Untuk alur kerja penelitian dapat dilihat pada gambar diagram alur penelitian III.3.1.1



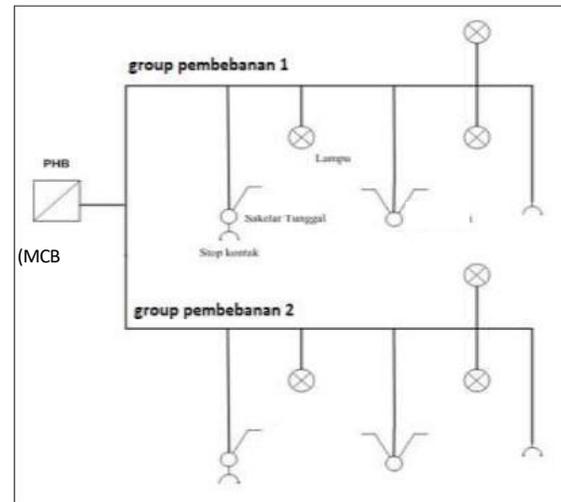
Gambar III.3.1.1 Diagram proses penelitian

### 3.2 Waktu dan Tempat

Waktu penelitian dimulai 1 Mei 2022 sampai dengan 30 Juli 2022 selama 3 (tiga) bulan pengerjaan di Jalan Kakatua Blok AA No.14 Cipinang Indah, Kel. Pondok Bambu, Duren Sawit, Jakarta Timur.

### 3.3 Desain Alat

Desain alat instalasi merupakan rancangan awal instalasi alat yang akan saya buat untuk proses pengujian RCBO apakah bekerja sesuai yang diinginkan.



Gambar III.3.3. 1 Rangkaian instalasi

## 2.5 Realisasi Alat

Komponen utama yang dibutuhkan :

1. RCBO

RCBO atau *residual current circuit breaker with integral circuit breaker*. Diperlukan sebanyak 1 buah. Digunakan untuk peralatan proteksi (manusia) terhadap bahaya sengatan listrik (electric shock), hubung singkat, dan beban lebih. 1 buah RCBO diperlukan dengan type Schneider.



Gambar III.3.4. 1 RCBO

2. MCB

MCB atau *miniature circuit breaker*. Pada simulasi ini digunakan 2 buah MCB dengan rating arus In 6 A dan kapasitas putus 4500 A pada tegangan 230 V AC dan frekuensi 50 Hz. Fungsinya sebagai alat pengaman hubung singkat dan arus lebih untuk setiap kelompok atau kelompok beban. MCB yang digunakan menggunakan type Schneider.



Gambar III.3.4. 2 MCB



Gambar III.3.4. 3 Multimeter

Komponen alat tambahan :

1. Stop kontak. Digunakan untuk mendapatkan sumber tegangan listrik dari perangkat listrik yang lain. Disini membutuhkan 4 buah.



Gambar III.3.4. 4 Stop Kontak

2. Sakelar tunggal dan sakelar seri. Digunakan Untuk menghidupkan (menghubungkan) dan mematikan (memutuskan) suatu beban atau kelompok beban (biasanya lampu). Masing- masing dibutuhkan sebanyak 2 buah.



Gambar III.3.4. 5 Seklar

3. Lampu pijar 5 W/220 V sebanyak 6 buah. Sebagai beban untuk penerangan.



Gambar III.3.4. 6 Lampu

4. Kabel tipe NYA 1,5 mm. Berfungsi sebagai penghantar arus listrik pada rangkaian.



Gambar III.3.4. 7 Kabel NYA

5. Bahan dan peralatan lainnya (seperti: fitting lampu, panel

penyambung (PHB), pipa PVC, klem, kotak penyambung, sekrup, papan triplek, obeng, tang kombinasi, palu, pemotong, dan alat instrumentasi)

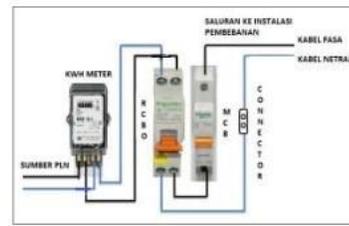
## 2.6 Realisasi Alat dan Sistem Instalasi Listrik

Untuk mencerminkan instalasi perumahan yang sebenarnya, dibuat rangkaian instalasi listrik sederhana dengan mengelompokkan beban menjadi 2 kelompok beban. Beban pada setiap kelompok beban terdiri dari 3 lampu pijar yang dikendalikan oleh satu sakelar dan satu sakelar seri, serta 2 soket.

Instalasi perumahan di buat pada atas papan triplek dengan Panjang 1 meter dan lebar 0,5 meter. Dimana komponen-komponen instalasi di pasang pada papan triplek.

- a) Hubungan Rangkaian RCBO setelah KWH Meter

Sebelum kabel fasa dari sumber listrik PLN disalurkan ke bebab, dihubungkan dahulu ke RCBO Bersama kabel netral. Selanjutnya keluaran RCBO untuk kabel fasanya dihubungkan ke MCB dan untuk kabel netralnya dihubungkan ke konektor. Rangkaian RCBO dari kwh meter yang selanjutnya dihubungkan ke *miniature circuit breaker* (MCB) dapat diperhatikan pada gambar III.3.5.2.



Gambar III.3.5. 1 Hubungan Rangkaian RCBO dengan MCB

- b) Rangkaian Instalasi RCBO

Rangkaian instalasi listrik bila dioperasikan pada kondisi normal tidak terdapat gangguan maka berfungsi sebagai mestinya, dimana untuk masing-masing grub pembebanan, sekeral tunggal akan menghidupkan dan mematikan 1 buah beban lampu dan sekeral seri akan menghidupkan serta mematikan 2 beban lampu lainnya. Untuk stop kontak bila dihubungkan dengan peralatan listrik akan menghidupkan atau menggerakkan peralatan listrik tersebut.



Gambar III.3.5. 2 Vilsual instalasi pada rumah

**2.7 Proses Pengujian Alat**

Proses pengujian rangkaian instalasi listrik apabila dioperasikan dalam kondisi normal tanpa gangguan berfungsi dengan baik, dimana untuk setiap kelompok pembebanan, satu saklar menghidupkan dan mematikan 1 beban lampu dan saklar seri menghidupkan dan mematikan 2 beban lampu lainnya. Untuk soket ketika disambungkan ke peralatan listrik menghidupkan atau memindahkan peralatan listrik tersebut.

Langkah-langkah proses pengujian :

- 1) Pengujian RCBO pada beban lebih (over load)
- 2) Pengujian RCBO terhadap hubungan singkat (short circuit)

- 3) Pengujian RCBO terhadap kejut listrik yang disebabkan arus residu (electric shock)

Tahapan-tahapan pengujian :

- Persiapan peralatan dan komponen utama peroses pembuatan instalasi sederhana rumah hunian.
- Melakukan perancangan instalasi sederhana pada papan triplek Lebar 70 cm, Panjang 95 cm.
- Pemasangan instalasi dua grub pembebanan pada papan triplek.
- Pemasangan RCBO dan 2 buah MCB untuk pembagian 2 grub pembebanan pada instalasi.
- Pengujian instalasi apakah bekerja dengan yang di inginkan dengan menyalakan atau pemberian beban pada instalasi.
- Melakukan pemberian beban 1065 watt untuk menguji RCBO apakah trif disaat beban melebihi 900 watt.
- Alat yang digunakan untuk pengujian serta pengukuran daya dan arus menggunakan Multimeter.

Tabel III. 1 Tahapan Penelitian

TAHAPAN	MAR				APRIL				MEI				JUN				JUL			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Peroses Penyusunan Proposal	[Yellow]																			
Persiapan bahan-bahan pembuatan alat																				
Pembuatan Alat simulasi																				
Pelaksanaan penelitian dan simulasi percobaan alat																				
Pembuatan laporan hasil penelitian																				
Perbaikan laporan																				
Pembuatan laporan hasil secara final																				

**4. HASIL PENGUJIAN**

**4.1 Pengujian Beban Lebih (over load)**

Pengujian beban lebih pada RCBO dilakukan dengan cara memberikan beban pada salah satu atau kedua grub pembebanan dari rangkaian instalasi yang dilindungi RCBO tersebut dengan beban yang lebih besar dari pada arus nominal dari RCBO ( $I_n$  dari RCBO). Pada penelitian ini besarnya  $I_n$  RCBO pada rangkaian instalasi RCBO tersebut adalah  $I_n = 6$  Amper. Apabila besarnya arus ( $I_{Beban}$ )  $> I_n$  RCBO dan RCBO bekerja memutuskan rangkaian maka RCBO dikatakan berfungsi dengan baik mengamankan rangkaian instalasi dari beban lebih (over load). Pada gambar IV.4.1.1 diperhatikan Ketika rangkaian instalasi RCBO diberikan beban dengan berbagai peralatan listrik.



Gambar IV.4.1. 1 Pembebanan rangkaian instalasi RCBO dengan peralatan listrik

Untuk kondisi RCBO pada panel hubung bagi (PHB) tanpa RCBO yang sebelumnya pada kondisi *on* (rangkaian terhubung), sekarang berubah menjadi *off* atau *trif* (rangkaian terputus). Hal ini diperhatikan pada gambar IV.4.1.2 dimana RCBO dan MCB *trif*. Untuk MCB sendiri memang sengaja di *off* kan karena yang diuji hanya RCBO-nya saja.



Gambar IV.4.1. 2 Kondisi RCBO setelah diberikan beban

Tabel IV.4.1. 1 Hasil Uji Pengukuran Beban

Beban Lebih (over load)	Pengukuran
Daya Terpasang 220 VA	220 VA
Daya Beban 900 Watt	1065 Watt
Arus (A)	49 Amper

#### 4.2 Pengujian RCBO Terhadap Hubungan Singkat (short circuit)

Pada proses pengujian hubungan singkat dilakukan dengan menggabungkan antara bagian fase (yang bertegangan) pada stop kontak dari salah satu grub pembebanan. Apabila RCBO melakukan trif setelah penggabungan kedua bagian tadi maka RCBO dikatakan bekerja dengan baik mengamankan rangkaian instalasi dari gangguan hubungan singkat. Visual pengujian hubungan singkat dapat dilihat pada gambar IV.4.2.1



Gambar IV.4.2. 1 Hubungan singkat antara bagian fasa dengan netral pada salah satu grub pembebanan

Untuk kondisi RCBO pada panel hubung bagi (PHB) dapat diperhatikan pada gambar IV.4.2.2



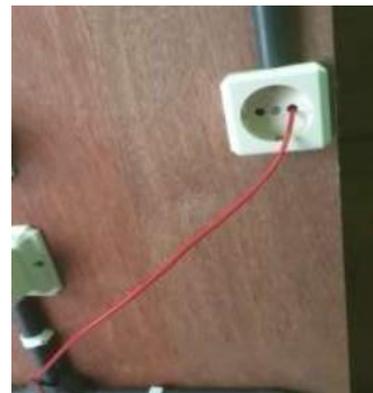
Gambar IV.4.2. 2 Kondisi RCBO setelah terjadi hubungan singkat pada beban

Tabel IV.4.2 1 Hasil Uji Pengukuran Hubungan Singkat

Hubungan Singkat (short circuit)	Pengukuran
Daya Terpasang 220 VA	215 VA
Daya Beban 900 Watt	$900 \leq 1320$ Watt
Arus (A)	13 Amper

### 4.3 Pengujian RCBO Terhadap Kejutan Listrik yang Disebabkan Arus Residu (electric shock)

Pengujian RCBO terhadap *electric shock* atau kejutan listrik yang disebabkan oleh arus sisa (residual current) dilakukan dengan cara menghubungkan penghantar atau kabel fasa pada stop kontak dari salah satu grub pembebanan ke tanah. Hal tersebut merefleksikan seseorang yang mengalami kontak langsung dengan bagian yang bertegangan, sehingga arus listrik mengalir dari rangkaian ke tanah melalui tubuh seseorang. Gambar IV.4.3.1 memperlihatkan pengujian RCBO terhadap *electric shock*.



Gambar IV.4.3. 1 Bagian fasa dari stop kontak yang dihubungkan ke tanah

Tampak pada gambar, bagian yang bertegangan dari stop kontak yang dihubungkan ke tanah menggunakan kabel tipe NYA berwarna merah. Ini merupakan visual yang diperlihatkan dari sisi stop kontak, sedangkan dari sisi tanah atau *ground* ke stop kontak diperlihatkan pada gambar IV.4.3.2



Gambar IV.4.3. 2 Kabel yang menghubungkan bagian fasa dari stop kontak dengan tanah

Untuk kondisi RCBO pada panel penghubung bagi (PHB) setelah dihubungkannya bagian fasa dari stop kontak dari salah satu grub pembebanan ke tanah (ground) dapat dilihat pada gambar IV.4.3.3



Gambar IV.4.3. 3 Kondisi RCBO setelah bagian stop kontak dihubungkan ke tanah

Dari gambar IV.4.3.6 tampak RCBO pada kondisi *trif*, hal ini menunjukkan bahwa RCBO bekerja dengan baik sesuai fungsinya yaitu mampu mengamankan seseorang dari bahaya *electric shock* atau

kejutan listrik dengan cara memutuskan (*trif*) rangkaian dari sumber listriknya.

Tabel IV.4.3. 1 Hasil Uji Pengukuran Kejutan Listrik

Kejut Listrik (electric shock)	Pengukuran
Daya Terpasang 220 VA	220 VA
Daya Beban 900 Watt	<900 Watt
Arus (A)	18 Amper

#### 4.4 Perhitungan Rating Arus RCBO

Untuk menentukan besarnya rating arus nominal dari RCBO ( $I_n$ ) digunakan formulasi dari persamaan daya sistem arus bolak-balik (*alternating current*) 1 fasa, yaitu (Sunarno 2006) :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ atau}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

Dimana :

P = Daya beban terpasang (Watt)

V = Tegangan terpasang (Volt)

I = Arus listrik (Amper)

$\cos \varphi$  = Faktor daya

Besarnya daya terpasang  $P = 900$  Watt dan tegangan terpasang  $V = 220$  Volt dan  $\cos \varphi = 0,8$  dari sumber listrik PLN untuk sistem 1 fasa 2 kawat tegangan 220 Volt dan frekuensi sistem 50 Hz maka besarnya arus pembeban adalah :

$$I = \frac{900}{220 \cdot 0,8} = 5,114 \text{ Amper}$$

Untuk arus nominal ( $I_n$ ) RCBO dipilih besarnya yang sama dengan arus pembebanan atau kalau tidak ada maka dipilih nilai yang besar. Karena arus nominal ( $I_n$ ) RCBO tidak ada yang 5

Amper maka dipilih nilai arus nominal sebesar 6 Amper (sesuai yang ada di pasaran), dengan sensitifitas arus ( $I_{\Delta n} = 30$  mA).

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

*Residual current circuit breaker with integral overload protection (RCBO) dapat digunakan untuk mengamankan instalasi rumah tinggal baik dari beban lebih (overload protection), hubungan singkat (short circuit protection), dan terutama pengaman terhadap kejut listrik (electric shock).*

Beban lebih melebihi dari 900 Watt maka RCBO akan off pengujian dengan daya beban 1065 Watt RCBO trif atau off. Hubungan singkat daya beban yang di ukur berkisar 900 atau besar 1320 Watt RCBO mengalami tffir. Kejut listrik berkisar 900 Watt RCBO mengalami trif.

Maka dari itu untuk bagian metode penelitian, spesifikasi *Residual current circuit breaker with integral overload protection* (RCBO) yang digunakan merek Schneider 1 Phasa 6 Amper dengan sensitivitas tinggi (Dalam 30 mA), sedang (Dalam 500 mA), dan sensitivitas rendah (Dalam  $> 0,5$  A)

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka penulis menyadari masih terdapat banyak keterbatasan dan kekeliruan yang ada dalam penelitian ini. Namun dengan penelitian ini, diharapkan dapat memberikan konstribusi dan pengetahuan yang bermanfaat.

Bagi para akademisi dan pembaca untuk memperluas penelitian dengan mempertimbangkan variabel lainnya yang berpengaruh terhadap manfaat dari RCBO.

Dan bagi peneliti selanjutnya diharapkan dimasa yang akan datang dapat digunakan sebagai salah satu sumber data dan rujukan untuk penelitian dan dilakukan penelitian lebih lanjut berdasarkan informasi yang lebih lengkap dan lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Quazani Abdallah dan Idir Habi, 2015. Protection of The people and Equipment in The Electric Installations. International Journal of Computer Science and Electronics Engineering (IJCSEE) Volume 3, Issue 1.
- [2] Hossein Mafi, Rami Yared, dan Layachi Bentabet, 2019. *Smart Residual Current Circuit Breaker with Overload Protection*. IEEE 2<sup>nd</sup>
- [3] *Al Ulum Sains dan Teknologi Vol. 6 No. 2 Mei 2021* 76 International Conference on Renewable Sunarno. 2006. Mekanikal Elektrikal Lanjutan. Energy and Power Engineering.
- [4] Jacques Schonek. 2006. *Residual Current Devices in LV. Cahier Technique Schneider Electric* no. 114.
- [5] Power Guide. 2009. *Electrical Hazards and Protecting Persons. Legrand*. Schneider Electric. People Protection Against Electrocutation.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, 2011. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011): 6-7.
- [7] Buku 2. 11 Agustus 2010. Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik. PT. PLN (Persero).
- [8] Schneider Electric. 2007. Electrical Installation Guide. Ashutosh Saxena, Supratim Ray, dan Rajiv K. V arma. 2002. *A Novel Electric Shock Protection System Based On Contact Current on Skin Surface*.

- National Power Systems Conference (NPSC). Indian Institute of Technology Kanpur, India.
- [9] Syukriyadin. 2016. Sistem Proteksi Arus Bocor Menggunakan *Earth Leakage Circuit Breaker* Berbasis Arduino. Jurnal Rekayasa Elektrika. Volume 12, No.3. Shashikumar K, Venkateshaiah C, dan Sim Kok Swee. 2019. Smart Home Meter Profiler with Load Authentication, Shock Protection, Fault Proof, and Restricted Demand Management. International Journal of Technology.
- [10] Shashikumar K dkk (2019), mengacu pada peneliti sebelumnya Fricke and Mose (1925), dan Alrawi dkk (2010).
- [11] “RCBO” Admin\_Alfstudio 18 Oktober 2021 Diakses dari <https://www.teknikelektro.com/2021/10/rcbo-adalah.html>, tanggal 9 April 2022 jam 08.01 Wib.
- [12] Dahari M. Siran. 2011. *Residual Current Devices (RCD) in Electrical Installations*. National Conference on Electrical Safety, Malaysia. Ing. Frantisek Stepan. 2017. *Residual Current Diveces*. Application Guide, Austria.
- [13] Schneider Electric Indonesia. 2019. *Domae RCBO DOMD 016*. Diakses dari <http://www.plcdroid.com/2020/10/pengertian-rcbo.html>, tanggal 19 Maret 2021 jam 14.25 WITA.