

# EFEKTIVITAS PENGGUNAAN RESIDUAL CURRENT CIRCUIT BREAKER SEBAGAI PENGAMAN MANUSIA TERHADAP ARUS BOCOR AKIBAT . KEGAGALAN ISOLASI

Puhrani Burhan <sup>(1)</sup>, Sunu Hasta W <sup>(1)</sup>, Setia Graha <sup>(1)</sup> M Ali Watoni <sup>(1)</sup>  
Puhrani Burhan@gmail.com

<sup>(1)</sup> Staf Pengajar Teknik Elektro, Politeknik Negeri Banjarmasin

## Ringkasan

*Arus bocor dapat terjadi karena mengalirnya arus dari kawat fasa (yang bertegangan) ke tanah diakibatkan karena adanya kebocoran isolasi yang disebabkan pengkabelan yang buruk atau alat-alat yang dipakai salah sehingga timbulnya percikan api yang dapat merusak instalasi listrik.*

*Arus bocor ini sangat berbahaya bagi manusia. bahkan bisa mengakibatkan resiko kematian. Resiko kematian pada manusia ialah mengalirnya arus listrik ketubuh manusia dan sangat berbahaya bahwa aliran arus akan merusak dua fungsi tubuh yang vital yaitu pernapasan dan detak jantung, adapun skala resiko berdasarkan arus pengenal dan lamanya waktu kontak/waktu sentuh.*

*Melalui penelitian ini besar nilai arus tambahan (arus pengenal) yang cukup untuk mengaktifkan relai untuk memutus rangkaian (RCCB trip) adalah sebesar 29,4 mA., lebih kecil dari nilai arus kerja dari RCCB sebesar 30 mA. Sehingga RCCB tersebut cukup Efektif Sebagai Pengaman Manusia Terhadap Arus Bocor Akibat . Kegagalan Isolasi.*

**Kata kunci:** RCCB, Resistor, Grounding.

## A. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

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

Sering di jumpai ditengah masyarakat yang menggunakan peralatan rumah tangga seperti Mesin cuci, Kulkas, setrika listrik atau AC , mereka tidak sengaja tersentuh peralatan-peralatan listrik yang sedang dioperasikan dan merasakan sengatan arus listrik, Hal ini disebabkan karena adanya arus bocor pada instalasi listrik atau peralatan listrik.

Arus bocor dapat terjadi karena mengalirnya arus dari kawat fasa (yang bertegangan) ke tanah diakibatkan adanya kebocoran isolasi yang disebabkan

pengkabelan yang buruk atau alat-alat yang dipakai salah sehingga timbul percikan api yang dapat merusak instalasi listrik.

Arus bocor ini sangat berbahaya bagi manusia. bisa mengakibatkan resiko kematian. Resiko kematian pada manusia ialah mengalirnya arus listrik ketubuh manusia dan merusak dua fungsi tubuh yang vital yaitu pernapasan dan detak jantung, adapun skala resiko berdasarkan arus pengenal dan lamanya waktu kontak/waktu sentuh.

Residual Current Circuit Breaker (RCCB) merupakan salah satu jenis pengaman yang digunakan untuk mendeteksi arus bocor yang terjadi pada alat-alat listrik.

Dalam penelitian ini dibuat suatu modul simulasi Residual Current Circuit Breaker (RCCB) yang digunakan untuk mengamankan manusia dari bahaya yang diakibatkan arus bocor. Tubuh manusia dalam modul ini digantikan oleh tahanan dengan nilai tertentu yang diambil dari hasil pengukuran tahanan tubuh manusia sedangkan peralatan listrik yang digunakan diganti dengan beban lampu. Apabila manusia tersengat listrik, maka arus listrik akan mengalir melewati tubuh manusia menuju ke tanah (mengalir arus tambahan melalui manusia), bila RCCB terpasang, maka tambahan arus tersebut akan terdeteksi. Seberapa besar arus tambahan (arus pengenal) sudah cukup untuk mengaktifkan relai untuk memutus rangkaian (RCCB trip)

sehingga manusia akan terhindar dari bahaya sengatan aliran listrik.

Melalui penelitian ini akan diteliti seberapa besar nilai arus tambahan (arus pengenalan) yang cukup untuk mengaktifkan relai untuk memutus rangkaian (RCCB trip).

### Perumusan Masalah

Dari permasalahan yang telah disebutkan di atas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengatasi agar manusia tetap aman dalam menggunakan listrik
2. Berapa besar arus tambahan yang melewati manusia (batas arus tambahan) agar relai aktif untuk memutus rangkaian (RCCB trip).

### Batasan Masalah

Dalam penelitian dibidang robot ini dibatasi sebagaimana berikut: Gangguan listrik yang sering terjadi pada instalasi listrik bukan hanya terjadi oleh beban lebih atau terhubung singkat tetapi juga akibat gangguan isolasi kabel.

Dalam penelitian ini pembahasan dibatasi pada pengaman manusia terhadap gangguan arus bocor akibat kegagalan isolasi kabel listrik

### Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengatasi agar manusia sebagai pengguna listrik tetap aman.
2. Menentukan besarnya arus tambahan (batas arus tambahan) yang melewati manusia (dimana manusia masih tetap aman), agar relai bisa aktif untuk memutus rangkaian (RCCB trip).

### Manfaat

1. Dapat digunakan bahan pembelajaran di laboratorium Sistem Proteksi.
2. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi peneliti serta diharapkan dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk sebuah kebijakan instansi terkait.

## B. LANDASAN TEORI

### Pengertian RCCB (Residual Current Circuit Breaker)

RCCB adalah sebuah alat pemutus ketika terjadi kontak antara arus positif, arus negatif dan grounding pada instalasi listrik. Selain dari itu RCCB dapat memutus arus listrik ketika terjadi kontak antara listrik dan tubuh manusia.

RCCB merupakan salah satu jenis pengaman yang digunakan untuk mendeteksi arus bocor, pengaman ini akan trip dengan

sendirinya apabila arus yang telah melewati RCCB ini telah melebihi batas arus yang telah ditentukan.

Cara kerja RCCB ini adalah ketika terjadi kontak antara listrik dan tubuh manusia, maka arus akan mengalir melalui tubuh manusia ke grounding (bumi). Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan total arus yang melewati RCCB sehingga memicu alat RCCB untuk memutus arus ketika terjadi kontak antara arus positif, arus negatif dan grounding pada instalasi listrik.

Pada dasarnya alat ini adalah sebuah saklar listrik otomatis yang dioperasikan dan dirancang untuk mendeteksi adanya arus listrik yang terjadi karena arus bocor pada instalasi dan peralatan listrik. Oleh karena itu RCCB sebaiknya dipasang pada instalasi listrik untuk melengkapi fungsi proteksi atau pengaman pada MCB (Miniature Circuit Breaker).

RCCB memberikan 2 macam proteksi atau pengamanan, yakni: Kontak Langsung, kontak langsung terjadi bila manusia memegang langsung kawat atau kabel fasa bertegangan. Pada dasarnya pengamanan terhadap resiko kontak langsung adalah isolasi kabel fasa tegangan dan penggunaan boks panel serta lainnya.

Tetapi untuk pengamanan tambahan, sangat direkomendasikan untuk menggunakan RCCB untuk mencegah berbagai resiko masuknya listrik kedalam tubuh manusia.

Standar IEC menetapkan pemasangan RCCB dengan sensitifitas 30 mA untuk dipasang pada rangkaian stop kontak atau instalasi listrik kamar mandi. Dimana RCCB akan otomatis trip apabila arus bocor yang terdeteksi melebihi ambang batas 30 mA.

Sedangkan kontak tak langsung terjadi apabila manusia memegang bagian logam yang bertegangan akibat kegagalan isolasi. Besarnya arus bocor tergantung pada resistansi bocor dan penyambungan netral. Arus bocor akan kembali ke sumber lewat konduktor pengaman atau lewat bumi tersebut untuk memutuskan aliran listrik seketika. Hanya kawat "plus" saja yang di hubungkan. Perbedaan instalasi listrik antara pemasangan MCB dan RCCB akan di jelaskan seperti pada gambar di bawah ini.



**Gambar .1. RCCB 1 phasa**

Ada beberapa konfigurasi pemasangan RCCB yang dapat dilakukan, yakni :

1. Pemasangan RCCB untuk proteksi aliran listrik ke stop kontak, karena kasus tersengat listrik biasanya dialami lewat peralatan listrik yang ditancapkan ke stop kontak. Hal ini mudah dilakukan untuk rumah yang masih dibangun karena pengaturan perkabelan masih dapat dilakukan dengan mudah. Namun untuk rumah yang sudah jadi biasanya jaringan stop kontak dijadikan satu bagian dengan beberapa lampu. Hal ini agak menyulitkan namun dapat dilakukan alternatif mencari RCCB yang nilainya paling tidak setara dengan cabang MCB dimana

terdapat stop kontak yang hendak diproteksi. Kemudian kabel ke stop kontak diputus kedua-duanya dan dilewatkan ke RCCB sebelum ke stop kontak. RCCB dapat ditaruh di kamar yang bersangkutan, misal kamar anak kecil, di beri kotak pengaman dan diletakkan ditempat yang tidak terjangkau anak-anak.

Jika ada lebih dari satu stop kontak yang hendak diproteksi atau jaringan kabelnya menyatu dengan switch lampu. Maka disarankan proteksi dilakukan terhadap jaringan kabel untuk 1 kamar. Cari kabel jaringan listrik kamar yang mengarah ke MCB, sisipkan RCCB pada kabel antara MCB dan kamar

### Arus Yang Melalui Tubuh

Apabila manusia memegang suatu bagian yang bertegangan maka sesuai dengan dengan hukum Ohm akan mengalir arus dimana besarnya adalah pembagian tegangan dengan tahanan tubuh orang tersebut.

Batasan arus dan pengaruhnya pada manusia menurut DR.Hans Prinz disusun dalam table 1.

Tabel 1. Batasan-batasan arus dan pengaruhnya pada manusia

No	Batas arus(mA)	Pengaruh pada tubuh manusia
1.	0-0,9	Belum merasakan pengaruh
2.	0,9-1,2	Baru terasa adanya arus listrik tapi tidak menimbulkan kejang
3.	1,2-1,6	Muai terasa seakan-akan ada yang merayap didalam tangan
4.	1,6-6,0	Tangan sampai kesiku merasa kesemutan
5.	6,0-8,0	Tangan mulai kaku, rasa kesemutan makin bertambah
6.	13-15,0	Rasa sakit tak tertahankan penghantar masih dapat dilepas
7.	15-20,0	Otot tidak sanggup melepas penghantar
8.	20-50,0	Dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh manusia
9.	50-100,0	Batas arus yang dapat menyebabkan kematian

**Sumber; Wahyudi S & Pribadi K, Pakar perlindungan Sistem tenaga Listrik PT. PLN**

### Tahanan Listrik Tubuh Manusia

Tahanan tubuh manusia tergantung pada sejumlah parameter, parameter yang amat penting adalah: kelembaban kulit, daerah sentuhan dan tegangan yang ada.

Tahanan tubuh manusia merupakan gabungan dari tahanan kulit dan tahanan internal tubuh manusia. Tahanan kulit ada bermacam-macam antara beberapa ratus ohm untuk kulit yang tipis, lembab atau kasar sampai beberapa juta ohm untuk kulit yang kering,

kemungkinan juga menebal karena pembengkakan, dan lain-lain.

Penyelidikan dan penelitian telah dilakukan oleh beberapa orang ahli untuk mendapatkan tahanan tubuh manusia, hasil yang diperoleh adalah sebagaimana terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Berbagai harga tahanan tubuh manusia

Peneliti	Tahanan (Ohm)	Keterangan
Dalziel	500	Dengan tegangan 60 cps
AIEE Committee Report 1958	2.330	Dengan tegangan 21 Volt
Laurent	1.130 1.680	Tangan ke tangan I <sub>k</sub> = 9 mA
	800 3000	Tangan ke kaki Tangan ke tangan dengan arus Searah Tangan ke kaki dengan 50 cps

### C. METODE PENELITIAN

#### Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara eksperimen, melakukan pengujian-pengujian untuk memverifikasi kebenaran suatu teori.

Adapun subjek dari penelitian ini adalah kasus dimana terjadi sengatan listrik yang sering terjadi dimasyarakat pengguna peralatan listrik rumah tangga.

#### Varibel Penelitian

Dalam Penelitian ini factor atau variable yang diamati adalah variable kuantitatif berupa besaran listrik yaitu besaran arus ataupun besaran tegangan.

#### Tempat dan waktu penelitian

Adapun tempat yang dilakukan dalam penelitian di laboratorium Sistem Proteksi Politeknik Negeri Banjarmasin, dengan alasan bahwa laboratoriu tersebut sudah cukup memadai untuk melakukan penelitian dengan peralatan yang sangat mendukung untuk melakukan penelitian.

#### Metode Pengumpulan data

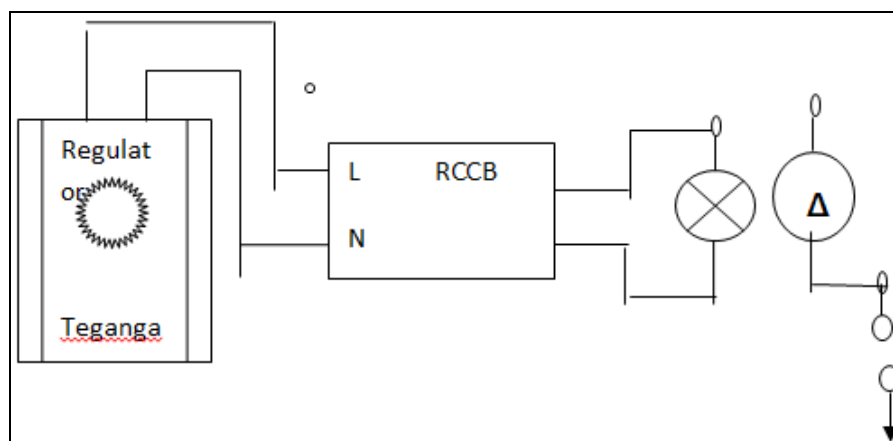
Agar diperoleh data yang valid dan akurat maka metode atau cara pengumpulan data disini dengan melakukan pengukuran/pengujian terhadap peralatan dimana dalam hal ini peralatan peraga yang dirangkai sedemikian rupa (rangkaiian alat peraga), dimana dalam melakukan pengukuran/pengujian akan didapat data-data yang diperlukan berupa tegangan arus listrik, tahanan dan waktu.

#### Metode Analisa Data

Didalam Analisa data ini dilakukan adalah setelah data yang dihasil melalui pengujian/pengukuran, maka data tersebut diolah melalui perhitungan-perhitungan yang mana tujuannya untuk mengubah data hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan penelitian. Kegiatan analisa data tersebut meliputi: persiapan, aplikasi data dan tabulasi.

### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian dan Hasil



Gambar 2. Rangkaian Uj

Table 3. Hasil percobaan terhadap RCCB

No.	I (mA)	Kondisi RCCB	
		Trip	Tidak
1.	15,52		√
2.	16,66		√
3.	17,96		√
4.	19,47		√
5.	23,48		√
6.	29,4	√	
7	39,33	√	

### Analisa Hasil

Tegangan suplai dari sumber tegangan (regulator tegangan 220 volt), dengan menggunakan rumus dibawah ini,  
 $I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (1)$

Hasil Perhitungan dengan menggunakan (pers (1)).

Tabel 4. Perbandingan hasil pengujian dan perhitungan

NO	Perbandingan Arus (A)	
	Pengujian	Perhitungan
1	15,52	15,7
2	16,66	16,9
3	17,96	18,3
4	19,47	20
5	23,48	24,4
6	29,4	31,4
7	39,33	44,4

### E. PENUTUP

#### Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. RCCB sangat efektif untuk mengamankan manusia dari akibat arus bocor.
2. Sensitivitas RCCB pada arus 29,4 < 30 mA.
3. Besar arus tambahan (batas arus tambahan) yang dicapai dalam pengujian ini adalah sebesar 29,4 mA, sudah mampu mengaktifkan relai untuk memutus rangkaian.
4. Hasil pengujian dan hasil perhitungan untuk nilai arus tidak terlalu jauh perbedaannya pada saat relai trip.

#### Saran

Dalam merangkai RCCB, disarankan untuk hantaran fasa (yang bertegangan)

dipastikan jangan sampai terbalik terhadap hantaran netral.

### F. DAFTAR PUSTAKA

1. C. Chih-Ju, H. Ying-Tung, W. Jhane-Li, and H. Yaw-Tzong, "Distribution of Earth Leakage Currents in Railway Systems with Drain Auto-transformers", Power Delivery, IEEE Transactions on, vol. 16, pp. 271-275, 2001
2. L. J. Brunton, "Earth Leakage Problems and Solutions on Tyne and Wear Metro", in
3. C. Yuan-Chen, H. Kou-Hwa, L. Kuo-Bin, and S. Hsu-Ming, "Earth Leakage Problem of Superconductor Magnet System at TLS", in Particle Accelerator Conference, 2007.
4. Peraturan Umum Instalasi Listrik, 2000. --, Proteksi terhadap kejut listrik – Aspek umum untuk instalasi dan perlengkapan, Badan Standarisasi Nasional, 2012.
5. Nuril Fifana, Modul Simulasi ELCB Satu Fasa Sebagai Pelindung Tegangan Sentuh Bagi Manusia, Universitas Diponegoro, 2008.
6. Sarunggalo, Pandung, Perancangan Earth Leakage Circuit Breaker dengan Sensitivitas 20 mA, Universitas Negeri Papua, 2008.
7. Rancang Bangun Modul Simulasi Elcb Fasa Satu Sebagai Pelindung Bagi Manusia Aris Suryadi1, Agus Sofwan2  
1teknik Elektro, Politeknik Enjinerling Indorama.