

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Sistem Pembumian**

Sistem pembumian merupakan sistem hubungan penghantar yang menghubungkan badan peralatan dan instalasi listrik dengan bumi sehingga dapat memproteksi manusia dari bahaya sengatan listrik, Fungsi pembumian yaitu untuk mengalirkan arus gangguan ke dalam tanah melalui suatu elektroda pembumian yang ditanam dalam tanah bila terjadi gangguan, untuk itu nilai resistansi dari sistem pembumian harus sesuai dengan syarat yang ditetapkan Semakin kecil nilai resistansi pembumian maka semakin bagus, tetapi nilai resistansi pembumian dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: jenis tanah, kadar air dalam tanah, temperatur tanah, kelembaban tanah, kandungan elektrolit tanah dan lain-lainnya (Setyawan, Janardana and Utama, 2018). Agar terhindar dari sambaran petir nilai tahanan pembumiannya minimal  $\leq 5\Omega$  (Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2011).

#### **2.2 Pembumian Netral sistem**

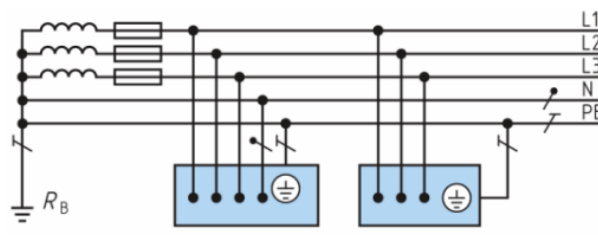
Pembumian netral sistem merupakan hubungan titik netral trafo tanah atau bumi. Pada sistem 3 fasa, pembumian netral berfungsi untuk pengaman dari gangguan tanah dan pengaman isolasi peralatan instalasi akibat adanya tegangan lebih saat terjadi gangguan fasa ke tanah. pembumian sistem netral ini pada jaringan Tegangan Rendah (TR) dilakukan secara langsung yang dibumikan dengan nilai tahanan pembumian tidak melebihi  $1\Omega$  (Sunarto, 2022). Pembumian peralatan

adalah hubungan peralatan listrik dengan tanah yang berfungsi sebagai pengamanan bagi manusia dan peralatan instalasi listrik jika terjadi kebocoran listrik pada peralatan. pbumian peralatan dibagi menjadi tiga yaitu, sistem IT, sistem TT dan sistem TN(TN-C, TN-S, TN-C-S)(Wibawanto, 2018).

### 2.2.1 Pbumian sistem TN (*Terra Neutral*)

Sistem pbumian TN memiliki satu titik yang dibumikan secara langsung pada sebuah sumber, BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut melalui konduktor PE. Sistem TN terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

#### (1) Sistem TN-S (*Terre Neutral - Separate*)



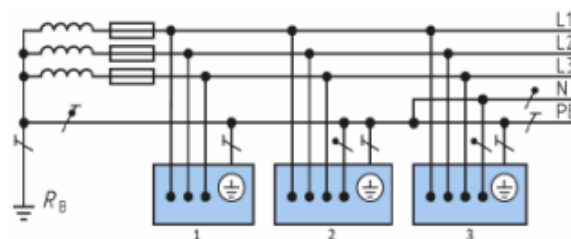
Gambar 2.1. Sistem TN-S

(Sunarto, Sudrajat, 2022)

Berikut merupakan Gambar 2.1 adalah sistem TN-S (*Terre Neutral - Separate*).

Sistem ini digunakan pada konduktor proteksi yang terpisah dari seluruh sistem.

#### (2) Sistem TN-C-S (*Terre Neutral-Combined - Separate*)

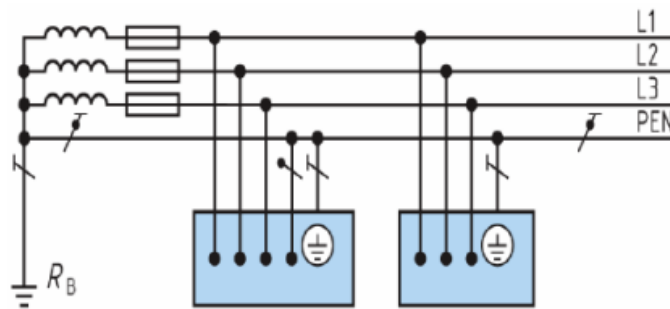


Gambar 2.2. Sistem TN-C-S

(sunarto , sudrajat, 2022)

Gambar 2.2 adalah sistem TN-C-S (*Terre Neutral-Combined - Separate*). Pada sistem ini saluran netral dan konduktor proteksi (PE) digabungkan dalam satu saluran dan pada saluran sistem lainnya terpisah.

(3) Sistem TN-C (*Terre Neutral - Combined*)

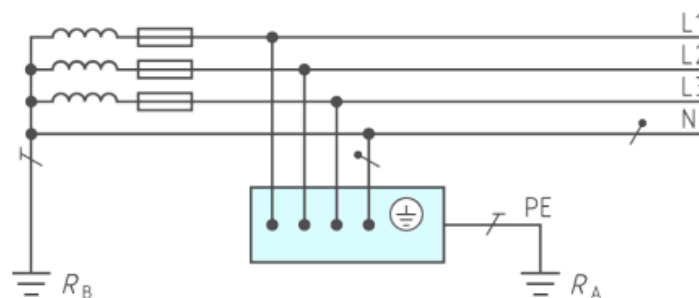


Gambar 2.3. Sistem TN-C

(Sunarto, Sudrajat, 2022)

Gambar 2.3 adalah sistem TN-C (*Terre Neutral - Combined*). Pada Sistem TN-C saluran pembumian dan netral disatukan, saluran netral dan saluran pengamanan disatukan keseluruhan. Semua saluran memiliki PEN (*Protective Earth Neutral*) merupakan kombinasi antara N dan PE.

### 2.2.2 Pembumian Sistem TT (*Terra-Terra*)

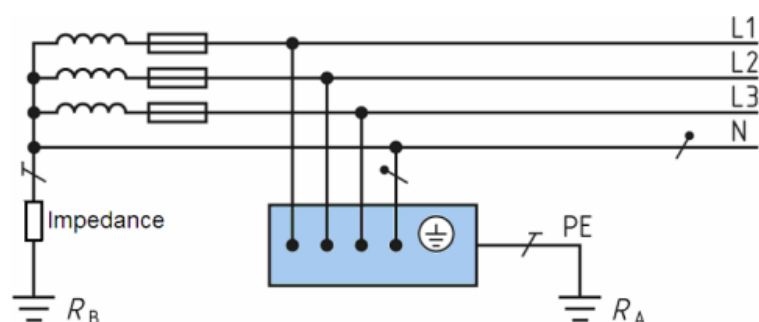


Gambar 2.4. Sistem TT (Terra Terra)

(Sunarto, Sudrajat, 2022)

Berikut merupakan Gambar 2.4 adalah sistem TT (*Terra Terra*). Sistem TT ini merupakan pembumian sistem dan pembumian peralatan yang dipasang secara terpisah, sistem ini titik netralnya di hubungkan langsung ke tanah (*ground*), tetapi pada bagian instalasi yang konduktif terbuka (BKT) disambungkan ke elektroda pembumian yang berbeda.

### 2.2.3 Pembumian sistem IT (*Impedance Terra*)



Gambar 2.5. Sistem IT (*Impedance Terra*)

(Sunarto , Sudrajat, 2022)

Berikut merupakan Gambar 2.5 adalah sistem Pembumian IT (*Impedance Terra*). Sistem ini merupakan saluran *Grounding* atau pembumian yang melalui impedansi, pada saluran ini tidak memiliki hubungan langsung ke tanah tetapi melalui bagaian konduktif terbuka (BKT) instalasi ini dihubungkan langsung dengan elektroda pentanahan secara terpisah.

### 2.2.4 Fungsi Masing-Masing pembumian

Penerapan pada jenis-jenis sistem pembumian memiliki fungsi masing-masing. Penerapan dan pemasangan sistem pembumian yang diterapkan harus sesuai dengan kebutuhan. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 yaitu penerapan sistem pembumian.

Tabel 2.1. Penerapan Sistem Penumian

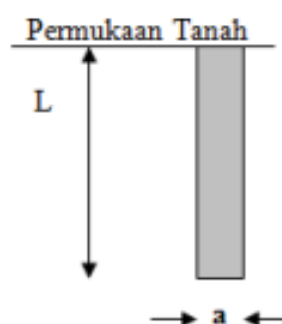
NO	JENIS-JENIS PEBUMIAN	FUNGSI
1	Penumian TN <ul style="list-style-type: none"> <li>• TN-S</li> <li>• TN-C-S</li> <li>• TN-C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk jaringan besar dengan elektroda arde berkualitas rendah dengan bagian konduktif terbuka (<math>&gt;30 \Omega</math>)</li> <li>- Pemancar televisi atau radio</li> <li>- Jaringan dengan arus bocor (<math>&gt;500 \text{ mA}</math>)</li> <li>- Beban dengan tingkat insulasi rendah (mesin las, elemen pemanas, tungku listrik).</li> <li>- Peralatan elektronik (komputer, PLC)</li> </ul>
2	Penumian TT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk jaringan dengan saluran udara luar ruangan.</li> <li>- Transformator daya yang terhubung Y (Bintang)</li> </ul>
3	Penumian IT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beban sensitif terhadap arus gangguan tinggi seperti motor</li> <li>- Tempat yang beresiko terjadinya kebakaran</li> <li>- Jaringan pemantauan kontrol mesin sensor dan aktuator PLC</li> </ul>

(Sumber: *Schneider Electric, Electrical installation*)

### 2.3 Earth Tester

*Earth Tester* adalah alat untuk mengukur nilai resistansi dari *Grounding*, besarnya tahanan tanah sangat penting untuk diketahui sebelum dilakukan pentanahan dalam sistem pengaman dalam instalasi listrik. Untuk mengetahui besar tahanan tanah pada suatu area digunakan dengan alat ukur penampil analog. Hasil pengukuran secara analog sering terjadi kesalahan dalam pembacaan hasil pengukurannya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, di rancanglah suatu alat

ukur tahanan tanah digital yang memiliki kemudahan dalam pembacaan nilai tahanan yang diukur. Alat ukur ini penampilnya menggunakan digital pada segmen-segmen, sehingga dengan mudah menyimpan data-data yang terukur. Perancangan alat ukur tahanan tanah digital ini menggunakan tiga batang elektroda yang ditanahkan yaitu elektroda E (*Earth*), elektroda P (Potensial) dan elektroda C (*current*). Tujuan penggunaan tiga batang elektroda tersebut adalah untuk mengetahui sejauh mana tahanan dapat mengalirkan arus listrik. Alat ukur tahanan tanah ini terdiri dari beberapa blok diagram rangkaian, antara lain rangkaian osilator, rangkaian tegangan input, rangkaian arus input, mikrokontroler dan rangkaian penampil. Sebelum hasil pengukuran ditampilkan ke LCD, data diolah dirangkaian mikrokontroler. Keuntungan dengan menggunakan mikrokontroler ini yaitu keluaran dari rangkaian input ini dibelum masuk ke LCD bisa diatur. Sehingga, perancangan alat ukur tahanan tanah digital ini dapat mengukur tahanan tanah dengan teliti dan akurat. Pengukuran tahanan tanah juga bergantung pada kondisi tanah itu sendiri(Harahap, Nasution and Ramadhani, 2021)



Gambar 2.6. Elektroda pasak tunggal  
(Nawir, Djalal and Sonong, 2018)

Gambar 2.6 adalah Elektroda Pasak tunggal, Sistem elektroda pasak tunggal yaitu suatu sistem pentanahan yang menggunakan batang-batang konduktor yang ditanam tegak lurus pada permukaan tanah. Untuk melakukan perhitungan tahanan pentanahan elektroda pasak tunggal menggunakan persamaan dalam IEEE std 142-2007 yang dikembangkan oleh profesor H. B. Dwight dari institut teknologi Massachusetts:(Budiman, 2017) seperti pada persamaan 2.1 berikut.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \left[ \frac{4L}{a} \right] - 1 \right) \quad (2.1)$$

Dimana:

$\rho$  = Tahanan Jenis tanah(ohm-cm)

L = Panjang elektroda pasak (cm)

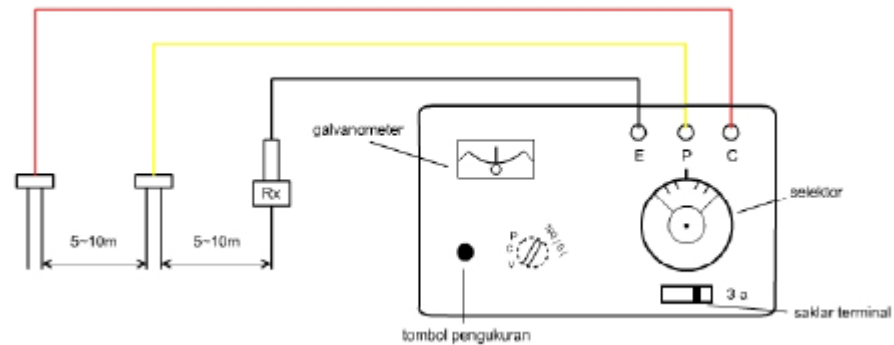
$\alpha$  = Jari-jari elektroda pasak (cm)

R = Tahanan pentanahan untuk elektroda pasak (ohm)

#### 2.4 Pengukuran Metode Tiga Titik Dengan Earth Tester

Pengukuran resistansi pembumian metode tiga titik dilakukan menggunakan *earth tester*. Tiga koneksi E, P, dan C pada *earth tester* digunakan untuk pengukuran. Konektor E dihubungkan ke elektroda pembumian yang diukur, sedangkan konektor P dan C masing-masing dihubungkan ke elektroda bantu 1 dan 2. Pada metode pengukuran ini elektroda bantu 1 dan 2 dipindah-pindah untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat yaitu hasil pengukuran yang nilainya sama. Metode pengukuran tiga titik menggunakan *earth tester* tidak perlu sumber tegangan dari luar. Sumber tegangan yang digunakan adalah baterai yang ada dalam

alat ukur tersebut. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.7 (Sunarto and Trisnawiyana, 2021).



Gambar 2.7. Metode pengukuran 3 kutub

(Sumardjati, 2019)

Gambar 2.7 merupakan gambar pengukuran grounding menggunakan metode tiga titik dengan Earth Tester. Untuk mencari nilai pentanahan dapat dilihat pada persamaan 2.2 berikut.

$$R_x = V/I \quad (2.2)$$

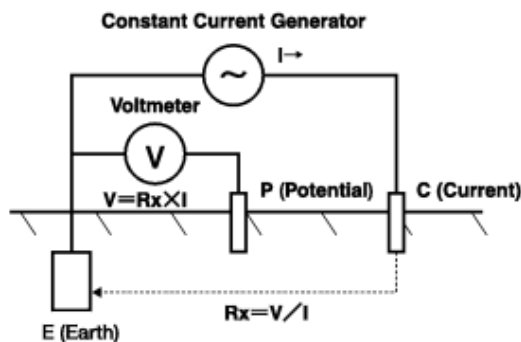
Dimana:

$R_x$  = Tahanan pembumian

$V$  = Tegangan

$I$  = Arus





Gambar 2.8. Prinsip pengukuran

(Sumber: Manual book digital earth tester kyoritsu)

Gambar 2.8 adalah prinsip pengukuran, alat ini melakukan pengukuran tahanan (Grounding) dengan metode *fall-of-potential*, yaitu suatu metode untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan  $R_x$  dengan menerapkan arus konstan AC  $I$  antara benda ukur E (*Earth*) dan C (elektroda arus), serta mengetahui beda potensial  $V$  antara E dan P (Elektroda potensial).

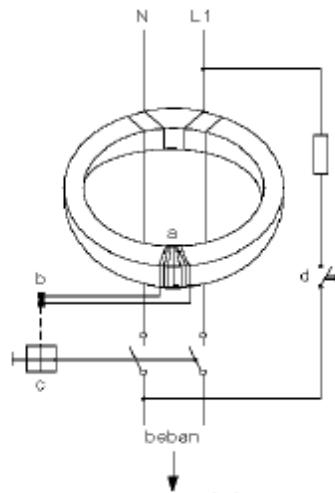
## 2.5 Sistem proteksi

Sistem pengaman instalasi listrik atau proteksi merupakan suatu yang sangat penting untuk dipasang, dengan adanya sistem pengaman pada peralatan instalasi listrik maka dapat meminimalisir terjadinya bahaya yang timbul diakibatkan oleh kerusakan atau konsleting pada sistem instalasi.

Tujuan dari sistem proteksi yaitu untuk mencegah terjadinya gangguan atau memadamkan gangguan yang telah terjadi serta melokalisirnya, dan membatasi pengaruh-pengaruhnya, biasanya dengan mengisolir bagian-bagian yang terganggu tanpa mempengaruhi bagian yang lainnya (Hutauruk T.S, 1987).

## 2.6 ELCB (Earth Leakege Circuit Breaker)

*Earth Leakege Circuit Breaker* (ELCB) adalah pemutus yang peka terhadap arus bocor, yang dapat memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya secara otomatis dalam waktu tertentu. Alat ini dipergunakan sebagai pengaman bila terjadi arus bocor pada salah satu penghantar yang melalui alat tersebut.



Gambar 2.9. Rangkaian dari ELCB

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

Prinsip kerja ELCB sistem fasa tunggal ditunjukkan pada Gambar 2.9. Bila tidak ada arus bocor (ke tanah atau tubuh manusia) maka jumlah arus yang mengalir dalam kedua penghantar (N dan L1) sama dengan nol. Sehingga trafo arus (CT) tidak mengalami induksi dan trigger elektromagnet tidak aktif. Namun sebaliknya bila ada arus bocor, maka jumlah resultan arus tidak sama dengan nol, CT



Klasifikasi ELCB dibedakan melalui arus sensitivitasnya ELCB akan bekerja memutuskan hubungan rangkaian yang diakibatkan oleh gangguan fasatanah atau adanya arus bocor yang durasinya milli detik.

Tabel 2.2. Klasifikasi ELCB  
(Power Guide 2009 / Book 06, 2009)

<i>Maximum rated current of ELCB (In)</i>	<i>Maximum resistance of earth electrode for chasis earths(ohms)</i>	
Low sensitivity	20 A	2.5
	10 A	5
	5 A	10
	3 A	17
Medium sensitivity	1 A	50
	500 Ma	100
	300 Ma	167
	100 mA	500
High sensitivity	$\leq 30$ mA	$\leq 500$

Tabel 2.2 merupakan klasifikasi ELCB dibedakan melalui arus sensitivitasnya yaitu Low, Medium dan High sensitivitas.

## 2.7 Keselamatan Listrik

Listrik merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat dipisahkan dari setiap aktivitas manusia. Listrik memiliki dampak besar kepada aktivitas manusia yang dapat menimbulkan bahaya bagi keselamatan manusia jika tidak sesuai dengan kaidah yang berlaku. Keselamatan Ketenagalistrikan(K2) merupakan upaya atau langkah pemenuhan standarisasi peralatan dan pemanfaatan tenaga listrik ,

pengamanan instalasi tenaga listrik dan pengamanan pemanfaat listrik yang bertujuan mewujudkan, Andal dan aman bagi instalasi, aman dari bahaya bagi manusia(ESDM, 2022). Keselamatan manusia merupakan faktor utama yang harus diperhatikan dalam penggunaan energi listrik. Bahaya yang sering ditimbulkan oleh pemakaian energi listrik adalah tegangan sentuh yang dapat mengancam nyawa manusia. Beberapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi bahaya tegangan sentuh yang berlebihan. Yang menyebabkan bahaya adalah besarnya arus yang mengalir dalam tubuh manusia. Dapat diuraikan bahwa bahaya yang mungkin dapat ditimbulkan oleh tegangan atau arus listrik terhadap manusia, ada beberapa faktor yang berat ringanya bahaya yang timbul:

1. Tegangan dan kondisi orang terhadap tegangan tersebut
2. Besarnya arus yang melewati tubuh manusia
3. Jenis arus AC dan DC

Terbagi menjadi 2 golongan bagian umum yang sering digunakan untuk mengurangi bahaya tersebut, yaitu:

Tindakan pengamanan untuk mencegah terjadinya tegangan sentuh, yaitu:

1. Isolasi total peralatan diberi isolasi tambahan untuk mencegah selungkup bertegangan seandainya isolasi dasar gagal berfungsi.
2. Alas isolasi manusia diisolir dari pembumian dan dari seluruh benda penghantar listrik yang terhubung ke benda – benda tersebut.
3. Pengaman dengan pemisah peralatan listrik dihubungkan ke saluran utama melalui sebuah trafo isolasi (rasio transformasi 1:1).

4. Tegangan ekstra rendah yang aman peralatan disulang dengan tegangan yang aman (sampai 50 V) yang misalnya berasal dari sebuah trafo isolasi, baterai, atau yang lainnya.

Tahapan pengamanan yang bertujuan memutuskan bahaya tegangan sentuh, yaitu :

1. Pentanahan pengaman selungkup peralatan hubungkan langsung ke pentanahan. Saat terjadi hubung singkat ke krangka, arus gangguan yang mengalir ke pentanahan sangat besar sehingga peralatan pengaman jatuh(tripped).

2. Metoda netralisasi (disebut juga sistem TN) cara ini merupakan bentuk pengamanan yang merupakan cara yang paling sering digunakan. Selungkup peralatan dihubungkan ke penghantar netral yang ditanahkan, yang selanjutnya disebut dengan penghantar PEN. Pada waktu terjadihubung singkat ke rangka, arus gangguan yang mengalir ke pentanahan terlalu besar sehingga pemutus arus atau peralatan pengaman jatuh

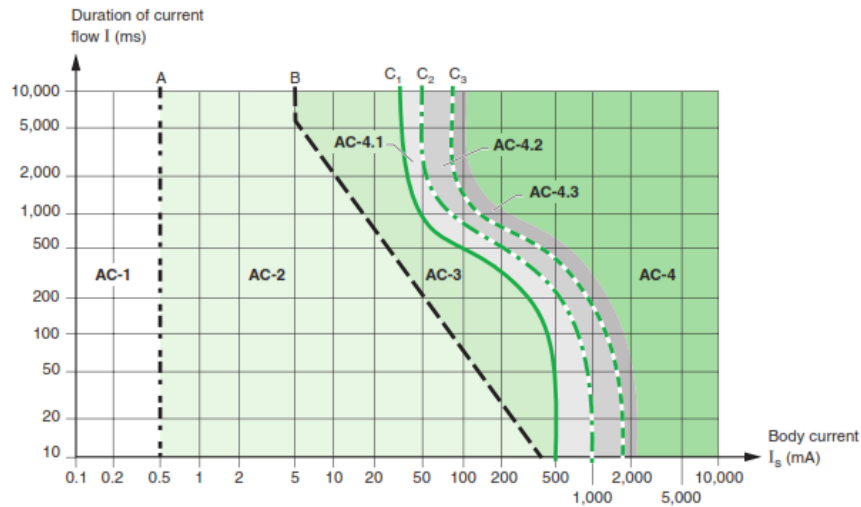
3. Sistem pemutus sirkuit gangguan tanah jika arus gangguan mengalir ketanah pada salah satu titik didalam sirkuit yang hendak diamankan, maka pemutus sirkuit gangguan tanah segera memutuskan sirkuit tersebut(Fifiana, 2005).

Menurut DR. Hans Prinz telah menyelidiki mengenai batasan-batasan arus yang mengalir pada manusia terlampir pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Batasan arus dan pengaruhnya kepada manusia  
(Sumber: Hutaaruk T.S, 1987)

Besar Arus Listrik	Efek pada tubuh
0-0.9 Ma	Belum dirasakan pengaruhnya, tidak menimbulkan reaksi apa-apa
0,9 – 1,2mA	Baru terasa adanya arus listrik, tetapi tidak menimbulkan akibat kejang,
1,2 – 1,6mA	Kontraksi atau kehilangan kontrol
1,6 – 6,0mA	Mulai terasa seakan-akan ada yang merayap di dalam tangan
6,0 – 8,0mA	Tangan sampai ke siku merasa Kesemutan
13 – 15mA	Tangan mulai kaku, rasa kesemutan makin bertambah
15 – 20mA	Rasa sakit tidak tertahankan, namun masih dapat melepaskan penghantar
20 – 50Ma	Otot tidak sanggup lagi melepaskan penghantar
50 – 100mA	Dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh manusia Batas arus yang dapat menyebabkan kematian

Jadi dapat dilihat pada tabel 2.3 bahwa Arus yang melewati bagian tubuh manusia melebihi 30 mA, maka orang yang berada dalam kondisi bahaya serius. Segera jauhkan atau lepaskan orang tersebut dari sumber listrik dalam waktu yang singkat. Tingkatan bahaya tersengat listrik bergantung pada besarnya arus yang melewati bagian tubuh tertentu dan lamanya arus tersebut mengalir.



Gambar 2.11. Zona waktu pada besaran arus terhadap manusia

(Sunarto , Sudrajat, 2022)

Gambar 2.11 merupakan zona waktu pada besaran arus terhadap manusia yang memiliki beberapa zona di antaranya:

Zona AC-1: Tidak terasa

Zona AC-2: Terasa, ada getaran kejut, tapi tidak ada efek yang bahaya

Zona AC-3: Cedera yang masih bisa pulih

Zona AC-4: Cedera yang tidak akan pulih

Zona AC-4-1: Probabilitas fibrilasi (gangguan irama/ritme) jantung hingga 5%

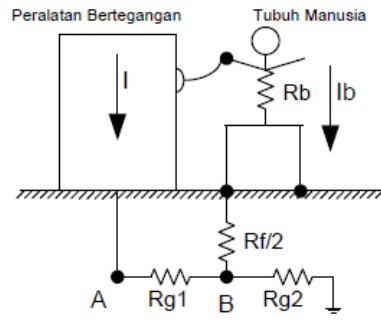
Zona AC-4-2: Probabilitas fibrilasi (gangguan irama/ritme) jantung hingga 50%

Zona AC-4-3: Probabilitas fibrilasi (gangguan irama/ritme) jantung diatas 50%



## 2.8 Gangguan Arus Bocor

Gangguan yang menyebabkan arus bocor pada suatu objek material konduktor dapat disebabkan oleh adanya bagian listrik aktif bertegangan terhubung ketanah..



Gambar 2.12. Tegangan Sentuh Pada Tubuh

Gangguan bagian bertegangan yang terhubung ketanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 merupakan tegangan sentuh pada tubuh. Gangguan dapat terjadi secara langsung karena suatu objek konduktor menyentuh bagian sumber yang bertegangan, seperti bagian tubuh menyentuh kawat Fasa listrik yang aktif atau menyentuh bagian peralatan listrik aktif yang mengalami kegagalan isolasi yang menyebabkan objek mendapat tegangan. Proses ini dikenal sebagai gangguan tegangan sentuh yang mengakibatkan arus bocor ke tanah melalui objek yang menyentuh peralatan yang bertegangan. Dimana  $I$  adalah arus pada peralatan  $I_b$  merupakan arus yang bocor mengalir ke tubuh.  $R_b$  adalah tahanan tubuh,  $R_f$  adalah tahanan kontak ke tanah pada kaki,  $R_{g1,2,3}$  adalah tahanan tanah dan  $V_{ABx}$  adalah tegangan sentuh (Syukriyadin, 2017).

## 2.9 Penelitian Terkait

Berdasarkan studi tentang studi kelayakan penerapan sistem proteksi arus bocor menggunakan ELCB pada sistem *Grounding* sudah banyak dilakukan. Beberapa penelitian terkait dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Penelitian Terkait

NO	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tahun	Pembahasan
1.	Penggunaan Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) Dan Grounding Sebagai Pengaman Di Kelurahan Limbungan Baru Kecamatan Rumbai Pesisir	Abrar Tanjung <sup>1</sup> , Zulfahri, Hamzah	2020	Penyuluhan dan Pelatihan kepada mitra kegiatan tentang penggunaan ELCB dan Grounding sebagai pengaman pada instalasi listrik, Pemahaman dan pengetahuan kepada mitra kegiatan tentang gangguan – gangguan yang terjadi pada instalasi listrik.
2.	Sistem proteksi arus bocor menggunakan Earth Leakage	Syukriyadin	2016	Penelitian ini membahas earth leakage circuit breaker (ELCB) berbasis Arduino yang disimulasikan

	Circuit Breaker berbasis arduino			berdasarkan prinsip kerja pendeteksian arus bocor pada bagian sistem pentanahan (TN), sehingga manusia yang menyentuh bagian peralatan listrik aktif dapat dilindungi dalam rentang waktu sesingkat mungkin.
3.	<i>Analysis of Earth Resistance Effect on The TT Grounding System Against Electric Shock</i>	Sunarto, Sudrajat, Yudi Prana Hikmat	2022	Meminimalisasi terjadinya tegangan sentuh tidak langsung dengan menggunakan sistem pentanahan bertujuan Mengalirkan arus dari bagian logam peralatan yang mengalir melalui kebocoran ke tanah melalui saluran pentanahan. Pentanahan pada sistem TT sangat mempengaruhi besarnya tegangan sentuh yang

				terjadi pada bagian konduktif terbuka akibat arus bocor akibat kegagalan isolasi.
4	Analisis Sistem Penumaian untuk Mengamankan Instalasi Listrik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana Jimbaran Bali	Kadek Rudi Andika Setyawan, Gusti Ngurah Janardana, Ngakan Putu Satriya Utama	2018	Penelitian dilakukan untuk mengetahui karakteristik sistem penumaian (single rod, multiple rod $s < L$ , multiple rod $s > L$ , grid dan plate) dengan nilai resistansi penumaian $\leq 5 \Omega$ . proses pengukuran, alat yang digunakan adalah Ground Resistance Meter (GMR).
5.	RANCANG BANGUN MODUL SIMULASI ELCB FASA SATU SEBAGAI	Aris Suryadi, Agus Sofwan	2016	rancangan aplikasi ELCB fasa satu sebagai media kegiatan belajar mengajar pada jurusan teknik listrik. Hal ini perjumpakan aplikasi dari salah satu fungsi ELCB

	PELINDUNG BAGI MANUSIA			sebagai pengaman bagi manusia dari bahaya arus bocor.
--	---------------------------	--	--	---

Pada penelitian yang membedakan ‘Studi kelayakan penerapan ELCB pada instalasi kelistrikan di Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Siliwangi Kampus Mugarsari’ dengan penelitian yang disebutkan pada tabel 2.4 bahwa pembedanya adalah metode yang dilakukan untuk mengukur grounding serta mengukur *time to trip* pada ELCB dengan menggunakan alat ukur UNI-T UT582+ Digital RCD ELCB Tester.