

## Proses terjadinya Sengatan pada Tubuh Manusia

Ketika seseorang tersengat listrik maka terjadi perpindahan elektron secara berantai dari setiap atom yang terpengaruh di tubuhnya. Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur, sedangkan unsur ialah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi zat lain yang lebih sederhana. Atom dalam tubuh manusia berarti bagian terkecil dari unsur-unsur yang menyusun tubuh manusia. Perlu diketahui pula bahwa elektron ialah penyusun atom yang bermuatan negatif. Arus listrik merupakan aliran elektron.

Lampu di rumah-rumah bisa menyala karena ada elektron yang diberi jalan melewati dan memanaskan kawat pijar di dalam bola lampu hingga menyala. Semua arus listrik akan menjalani siklus mulai dari tempat pemberangkatan listrik di pembangkit listrik lalu melewati alat-alat listrik di rumah-rumah, dan kemudian berakhir di tanah/bumi (ground). Seperti yang telah diuraikan pada sub bab sebelumnya bahwa tubuh manusia merupakan konduktor sehingga apabila salah satu anggota tubuh menyentuh listrik dan anggota tubuh lain menyentuh tanah (ground), maka akan mengalir arus listrik melalui tubuh.

Tubuh manusia merupakan jalan tercepat bagi arus listrik untuk mencapai ground. Apabila terdapat hambatan dalam tubuh, maka sebagian energi untuk perpindahan elektron tersebut berubah menjadi energi panas. Rasa sakit yang dialami merupakan akibat perpindahan elektron yang merangsang saraf-saraf secara berlebihan.

- Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perbedaan Efek Sengatan Listrik

Beberapa faktor yang mengakibatkan beraneka ragam dampak sengatan listrik adalah :

1. Ukuran fisik bidang kontak

Semakin besar dan luas bidang kontak antara tubuh dan perlengkapan listrik, semakin rendah hambatan instalasinya, semakin banyak arus listrik yang mengalir melewati tubuh dan akibatnya semakin parah.

## 2. Kondisi tubuh

Kondisi tubuh korban maksudnya kondisi kesehatan korban. Apabila yang terkena sengatan listrik tersebut dalam keadaan sakit akibatnya tentu akan lebih parah dari korban yang dalam kondisi prima.

## 3. Hambatan / tahanan tubuh

Ketika kulit manusia dalam kondisi kering, tahanan tubuh menjadi tinggi dan cukup untuk melindungi bahaya sengatan listrik. Namun, kondisi kulit benar-benar kering sangat jarang dijumpai, kecenderungannya setiap orang akan mengeluarkan keringat walaupun hanya sedikit. Oleh karena itu tubuh dianggap selalu basah sehingga tahanan menjadi rendah dan kemungkinan terkena sengatan menjadi tinggi.

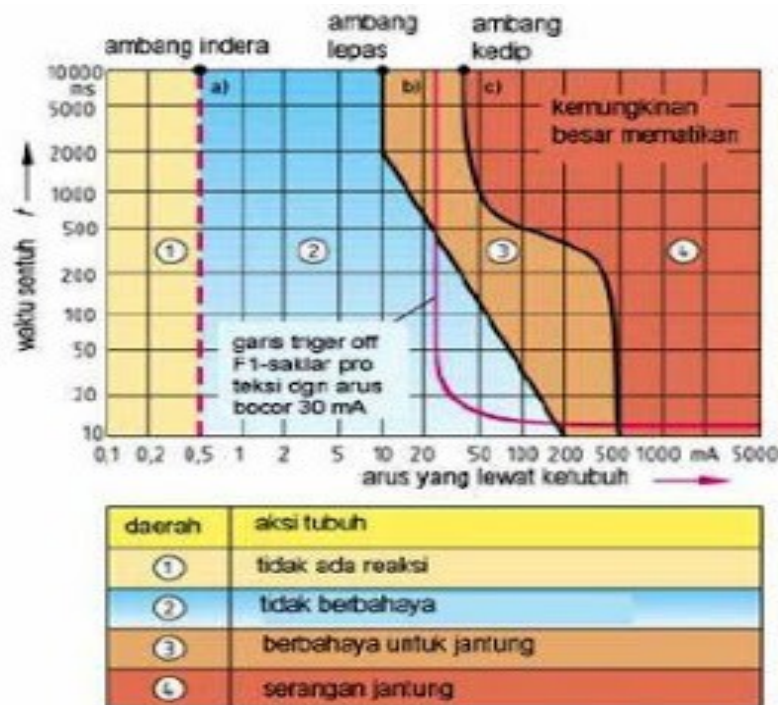
Tahanan tubuh ini dipengaruhi pula oleh jenis kelamin wanita dewasa memiliki tahanan tubuh yang berbeda dengan laki-laki dewasa. Tahanan tubuh wanita dewasa lebih rendah dibandingkan tahanan tubuh laki-laki dewasa. Oleh karena itu arus listrik yang mengalir ke tubuh wanita dewasa cenderung lebih besar dan akibatnya tentu lebih parah.

## 4. Jumlah miliampere

Miliampere adalah satuan yang digunakan untuk mengukur arus listrik. Semakin besar arus listrik yang melewati tubuh manusia, semakin besar pula resiko sengatan yang ditimbulkan bagi tubuh manusia. Batas ambang sengatan listrik dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Batas Arus	Pengaruh yang mungkin pada tubuh manusia
1 mA	Level persepsi, terasa adanya arus listrik sedikit
5 mA	Merasa terkejut, tidak menyakitkan tapi mengganggu
6-30 mA	Sakit dan sangat mengejutkan, otot kehilangan kontrol
50-150 mA	Sakit yang hebat, pernapasan tertahan, otot berkontraksi keras dan tidak sanggup lagi melepaskan penghantar, mungkin terjadi kematian
1000-4300 mA	Ventricular fibrillation (jantung kehilangan irama denyut), kontraksi otot dan kerusakan syaraf terjadi. Sangat mungkin terjadi kematian.
10.000 mA	Kegiatan jantung tertahan, terbakar hebat, dan terjadi kematian

Apakah anda pernah tersengat aliran listrik PLN 220V ? jika ya ! pasti sangat mengagetkan. Bahkan beberapa kasus tersengat listrik bisa berakibat pada kematian. Mengapa tegangan listrik 12 Volt pada akumulator tidak menyengat dan membahayakan manusia ? karena tubuh manusia memiliki batas aman untuk dialiri listrik, beberapa penelitian menyebutkan sampai dengan arus listrik 50 mA adalah batas aman bagi manusia, seperti ditunjukkan pada gambar 1.

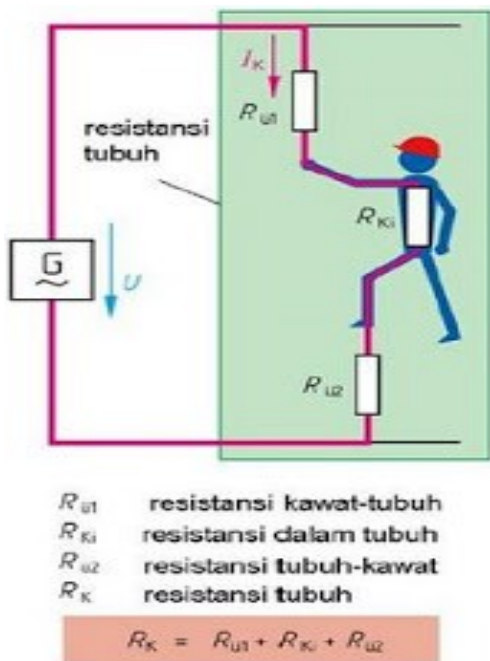


Gambar 1. grafik bahaya arus listrik

Jantung sebagai organ tubuh yang paling rentan terhadap pengaruh aliran arus listrik dan ada empat batasan jika kita tersengat aliran listrik(lihat gambar 1).

- Daerah 1 (0,1 sd 0,5mA) jantung tidak terpengaruh sama sekali bahkan dalam jangka waktu lama.
- Daerah 2 (0,5 sd 10 mA) jantung bereaksi dan rasa kesemutan muncul dipermukaan kulit. Diatas 10mA sampai 200mA jantung tahan sampai jangka waktu maksimal 2 detik saja.

- Daerah 3 (200 sd 500mA) Jantung merasakan sengatan kuat dan terasa sakit, jika melewati 0,5 detik masuk daerah bahaya.
- Daerah 4 (diatas 500mA) jantung akan rusak dan secara permanen dapat merusak system peredaran darah bahkan berakibat kematian.



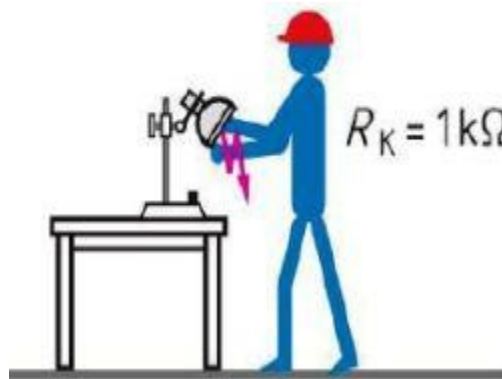
Gambar 2. Aliran listrik sentuhan langsung

Model terjadinya aliran ketubuh manusia dapat dilihat pada gambar 2. Sumber listrik AC mengalirkan arus ke tubuh manusia sebesar  $I_k$ , melewati tahanan sentuh tangan  $R_{ut}$ , tubuh manusia  $R_{ki}$  dan tahanan pijakan kaki  $R_{u2}$ . Tahanan tubuh manusia rata-rata 1000  $\Omega$ , arus yang aman tubuh manusia maksimum 50mA, maka besarnya tegangan sentuh adalah sebesar :

$$U_B = R_k \cdot I_k = 1000 \, \Omega \times 50 \, \text{mA} = 50 \, \text{V}$$

mengapa tegangan Akumulator 12V tidak menyengat saat dipegang terminal positif dan terminal negatifnya, karena tubuh manusia baru merasakan pengaruh tegangan listrik diatas 50V.

Faktor yang berpengaruh ada dua, yaitu besarnya arus mengalir ketubuh dan lama waktunya menyentuh. Tubuh manusia rata-rata memiliki tahanan  $R_k$  sebesar  $1000 \, \Omega = 1k \, \Omega$ , dan pada saat tangan menyentuh tegangan PLN 220V (gambar 3), arus yang mengalir ketubuh besarnya.



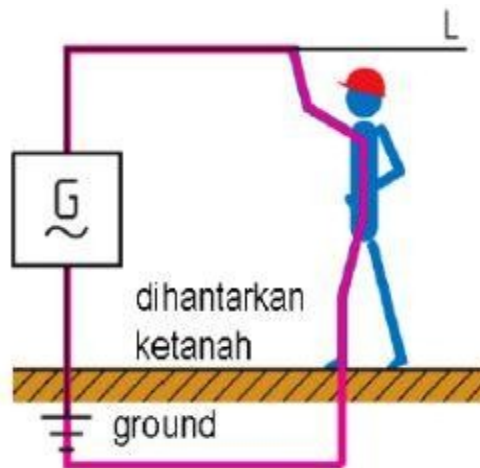
Gambar 3. Tahanan tubuh manusia.

$$I_k = U/R_k = 220V/1000 \, \Omega = 220mA$$

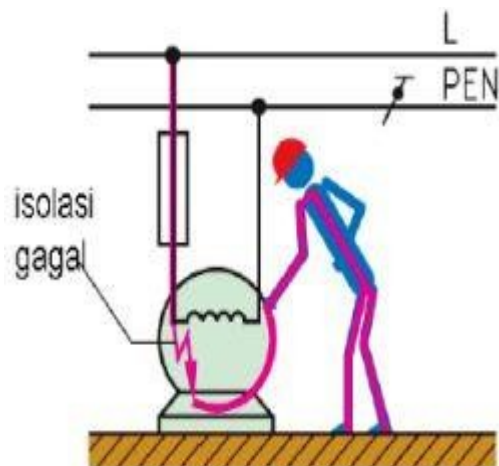
Arus  $I_k$  sebesar 200mA dalam hitungan milidetik tidak membahayakan jantung, tetapi diatas 0,2 detik sudah berakibat fatal bisa melukai bahkan bisa mematikan.

Tegangan sentuh bisa terjadi dengan dua cara, yaitu:

- Cara pertama tangan orang menyentuh langsung kawat beraliran listrik gambar 4a.
- Cara kedua tegangan sentuh tidak langsung, ketika terjadi kerusakan isolasi pada peralatan listrik dan orang menyentuh peralatan listrik tersebut yang bersangkutan akan terkena bahaya tegangan sentuh gambar b.



Gambar 4a. Tegangan sentuh langsung.



Gambar 4b. Tegangan sentuh tidak langsung.

Kerusakan isolasi bisa terjadi pada belitan kawat pada motor listrik, generator atau transformator. Isolasi yang rusak harus diganti karena termasuk kategori kerusakan permanen. Bahaya listrik akibat tegangan sentuh langsung dan tidak langsung, keduanya sama berbahayanya. Tetapi dengan tindakan pengamanan yang baik, akibat tegangan sentuh yang berbahaya dapat diminimalkan.

- cara pengamanan dari bahaya listrik adalah antara lain:
  - Yang paling utama adalah menggunakan peralatan-peralatan listrik yang telah mendapatkan sertifikasi dari Lembaga pengujian yang diakui, seperti LMK dan SNI.
  - Kawat sebaiknya berisolasi sehingga bila tersentuh tidak membahayakan,
  - Peralatan listrik dipasang pentanahan yang baik, sehingga ketika terjadi arus bocor akan disalurkan ke tanah dan tidak membahayakan manusia.
  - Perhatikan buku petunjuk dari peralatan (jika ada) dan perhatikan pula masa pakai peralatan