

Selain pada manusia, hewan juga dapat menghasilkan listrik didalam tubuhnya. Mengapa hewan dapat menghasilkan listrik dalam tubuhnya? Apa saja hewan yang dapat menghasilkan listrik? Bagaimana arus listrik dapat mengalir dan apa saja sumber arus listrik? Yuk, pelajari dengan penuh semanga, berikut ringkasan materinya.

Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari

1. Hambatan jenis bahan

Setiap bahan mempunyai kemampuan menghantarkan listrik yang berbeda - beda tergantung nilai hambatan jenisnya. Semakin kecil hambatan suatu bahan, semakin baik pula kemampuan menghantarkan listrik. Berikut hambata jenis setiap bahan :

Bahan	Hambatan Jenis pada Suhu 20 °C (Ωm)
Konduktor	
Alumunium	$2,82 \times 10^{-8}$
Tembaga	$1,72 \times 10^{-8}$
Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
Besi	$9,71 \times 10^{-8}$
Konstantan	49×10^{-8}
Nikrom	100×10^{-8}
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
Tungsen	$5,65 \times 10^{-8}$
Semikonduktor	
Karbon (grafit)	$3,5 \times 10^{-5}$
Germanium (murni)	5×10^{-4}
Silikon (murni)	$6,4 \times 10^2$
Isolator	
Kaca	$10^{10} - 10^{14}$
Kuarsa	$7,5 \times 10^{17}$

Agar dapat menghitung hambatan listrik pada sel saraf, kita dapat menyamakan sel saraf dengan kabel listrik. Besar hambatan setiap jenis kawat (bahan) yang panjangnya satu satuan per satu satuan luas penampang disebut hambatan jenis.

Sehingga, besar hambatan (R) yang panjangnya (L) dan luas penampang (A) yaitu :

$$R = \rho \times \frac{L}{A}$$

Keterangan :

R = hambatan kawat (Ω)
 ρ = hambatan jenis kawat (Ωm)
 L = panjang kawat (m)
 A = luas penampang (m^2)

2. Hewan Penghasil Listrik

Hewan menghasilkan listrik sebagai impuls dalam menanggapi rangsangan, bergerak, berburu mangsa, melawan predator dan bahkan navigasi. Arus listrik yang dihasilkan hewan ada yang sangat lemah dan ada yang kuat. Hewan penghasil arus listrik yang kuat yaitu : ikan belalai gajah, ikan pari elektrik, hiu kepala martil, echidnas, belut listrik dan lele elektrik.

Ikan belalai gajah memiliki mulut panjang seperti belalai gajah, dilengkapi dengan organ khusus yang tersusun atas sel electropax, bagian ekornya mampu menghasilkan listrik bertegangan tinggi. Sel electropax adalah sel yang mampu menghasilkan muatan negatif pada bagian dalam dan muatan positif bagian luar saat ikan sedang istirahat.

Arus listrik akan muncul saat otot ikan belalai gajah berkontraksi, pada saat itu pula ikan mampu mendeteksi keberadaan predator dan mangsa. Berikut gambar ikan belalai gajah :



Ikan pari elektrik mampu mengendalikan tegangan listrik pada tubuhnya, kedua sisi kepalanya mampu menghasilkan listrik hingga 220 V. Besar tegangan ini sama seperti besar tegangan listrik yang ada di rumah. Berikut gambar ikan pari elektrik :



Hiu kepala martil memiliki ratusan ribu elektroreseptor (sel penerima rangsangan listrik) dan mampu menerima rangsangan listrik hingga setengah milyar volt. Hiu kepala martil menggunakan listrik untuk mengetahui letak mangsa dibawah pasir, menghindari predator dan mendeteksi arus laut yang bergerak sesuai medan magnet bumi. Berikut gambar hiu kepala martil :



Echidnas memiliki moncong memanjang yang berfungsi sebagai sinyal listrik untuk mendeteksi serangga (mangsa), memiliki elektroreseptor yang terus dibasahi agar lebih mudah menghantarkan listrik. Hal inilah yang membuat hewan pemilik elektroreseptor berasal dari air. Berikut gambar echidnas :



Belut listrik dapat menghasilkan kejutan tanpa lelah selama 1 jam. Besarnya energi listrik yang dihasilkan tersebut mampu membunuh manusia dewasa. Berikut gambar belut listrik :



Lele elektrik adalah lele air tawar yang berasal dari perairan tropis Afrika, mampu menghasilkan listrik hingga 350 V. Besar energi listrik tersebut sama seperti menyalakan komputer selama 45 menit. Berikut gambar lele elektrik :

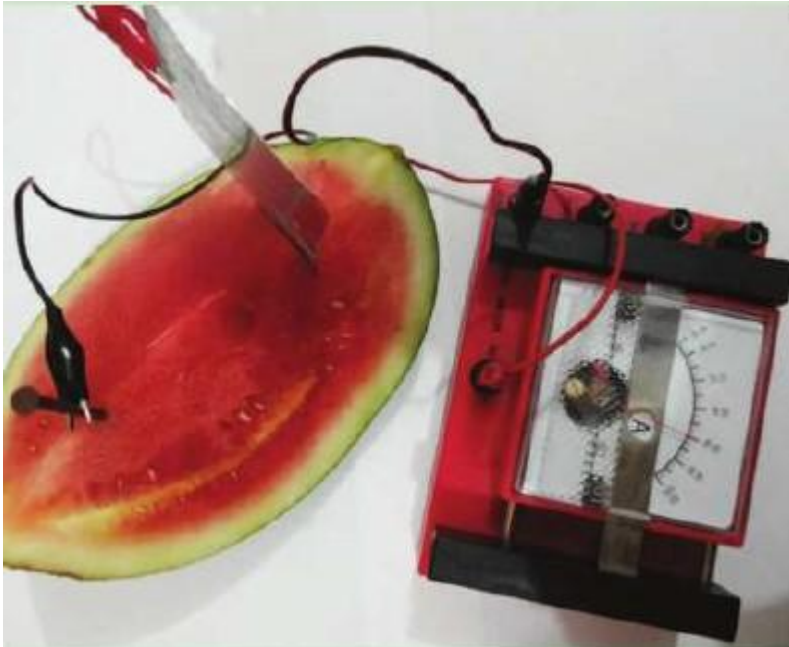


3. Listrik Dinamis

Arus listrik adalah laju aliran muatan listrik melewati suatu titik. Arus listrik bersumber dari pembangkit listrik seperti generator, arus listrik juga dapat dihasilkan oleh baterai, ACCU (aki) dan buah - buahan yang mengandung asam seperti jeruk.

Pada rangkaian baterai buah, buah berperan sebagai baterai karena adanya penggunaan lempeng seng dan lempeng besi yang berfungsi menimbulkan beda potensial dalam buah. Lempeng seng berfungsi sebagai kutub negatif, lempeng besi berfungsi sebagai kutub positif.

Adanya beda potensial dalam buah tersebut yang mendorong elektron - elektron untuk bergerak sehingga memicu aliran listrik pada rangkaian dan lampu menyala. Berikut gambar percobaan baterai buah :



Sambungan dari baterai, kabel dan lampu atau sambungan dari semangka atau jeruk, kabel dan lampu terhubung satu sama lain disebut dengan rangkaian tertutup. Pada rangkaian listrik tertutup (saklar tertutup atau posisi on), arus listrik akan mengalir dan lampu menyala.

Arus listrik mengalir karena pada ujung - ujung rangkaian ada beda potensial listrik yang diberikan oleh baterai sebagai sumber tegangan. Ujung kawat penghantar pemilik banyak elektron (terhubung dengan kutub negatif baterai) memiliki potensial listrik rendah, sedangkan ujung kawat pemilik sedikit elektron (terhubung dengan kutub positif) memiliki potensial listrik tinggi.

Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah. Arah aliran elektron mengalir dari potensial rendah ke potensial tinggi atau dari kutub negatif ke kutub positif. Pada rangkaian listrik tertutup, arus listrik dapat ditentukan dengan menghitung besar muatan listrik yang mengalir setiap detiknya.

Hal tersebut karena besar arus listrik yang mengalir dalam rangkaian sama dengan besar muatan listrik yang mengalir pada tiap detik. Secara sistematis, besar arus listrik ditulis sebagai :

$$I = \frac{q}{t}$$

Keterangan : I = arus listrik (Ampere atau A)

q = muatan listrik (Coulomb atau C)

t = waktu (detik atau s)

Pada rangkaian listrik tertutup, pembawa muatan listrik adalah elektron sehingga besarnya muatan ditentukan oleh jumlah elektron yaitu :

$$q = N \times e \text{ sehingga, } I = \frac{N \times e}{t} I = \frac{N \times e}{t}$$

Keterangan :

I = arus listrik (A)

q = muatan listrik (C)

t = waktu (s)

N = jumlah muatan listrik

Rangkaian seri adalah rangkaian listrik yang tidak memiliki percabangan kabel. Tidak adanya cabang tersebut menyebabkan aliran listrik akan terputus jika salah satu ujung kabel putus, sehingga tidak ada arus listrik yang mengalir dan semua lampu mati.

Rangkaian paralel adalah rangkaian listrik yang memiliki percabangan kabel. Jika salah satu ujung kabel putus, arus listrik tetap mengalir pada kabel lain yang terhubung dan beberapa lampu tetap menyala.

Hambatan listrik juga dipasang secara seri dan paralel. Pola pemasangan hambatan listrik mempengaruhi besar arus listrik yang mengalir pada rangkaian.

Pada rangkaian hambatan seri listrik, kuat arusnya bernilai sama tetapi tegangannya berbeda - beda, sehingga :

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

$$V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

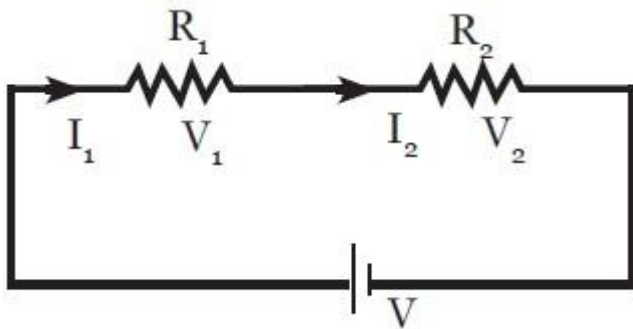
$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$V_s = I_s \times R_s$$

$$\text{Karena } I_s = I_1 = I_2$$

$$\text{Maka } R_s = R_1 = R_2 = \dots = R_n$$

Berikut rangkaian hambatan seri



Pada rangkaian hambatan paralel listrik, tegangan listrik bernilai sama tetapi besar kuat arusnya berbeda, sehingga :

$$V_1 = V_2 = \dots V_n$$

$$I_p = I_1 + I_2$$

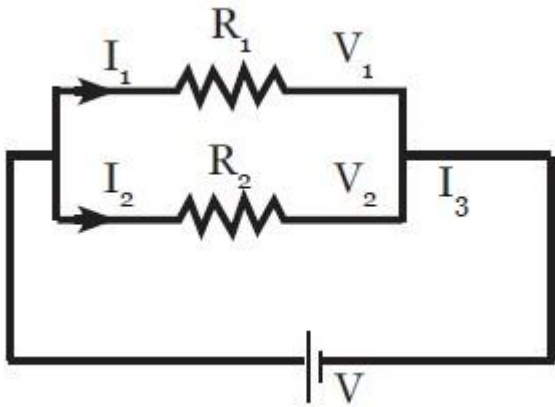
$$I_p = \frac{V_p}{R_p} = \frac{V_1}{R_1} I_p = \frac{V_p}{R_p} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2 V_2}{R_2 R_2}$$

$$\text{Karena } V_p = V_1 = V_2 V_p = V_1 = V_2$$

$$\text{Maka } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\text{Sehingga, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Berikut rangkaian hambatan paralel



Hukum Kirchoff : besar arus listrik yang masuk kedalam titik cabang kawat penghantar sama dengan besar arus listrik yang keluar dari titik cabang kawat penghantar. Secara matematis, Hukum Kirchoff dapat ditulis sebagai :

$$\sum I_{masuk} = \sum I_{keluar}$$

Jika diketahui besar arus listrik $I_1 = 2A$, $I_2 = I_3 = 4A$ dan $I_4 = 5A$, maka besar arus I_5 adalah ...

$$\sum I_{masuk} = \sum I_{keluar}$$

$$I_1 + I_4 + I_5 = I_2 + I_3$$

$$I_5 = (I_2 + I_3) - (I_1 + I_4)$$

$$= (4 + 4) - (2+5)$$

$$= 8 - 7$$

$$= 1 \text{ A}$$

Baterai baru yang belum dipakai memiliki Gaya Gerak Listrik (GGL) = 1,5 V. Artinya, sebelum dirangkai untuk menghasilkan arus listrik, diantara kutub - kutub baterai ada tegangan 1,5 V. Jika baterai dihubungkan dengan suatu rangkaian dan ada arus listrik yang mengalir, maka tegangan diantara kutub - kutub baterai disebut tegangan jepit.

Beda besar GGL dengan tegangan jepit baterai dikarenakan adanya hambatan dalam baterai. Menurut hukum ohm, besar kuat arus yang mengalir pada rangkaian tertutup adalah :

$$I = \frac{E}{R+r}$$
$$I = \frac{E}{R+r}$$

Sehingga, besarnya tegangan jepit menjadi :

$$I \times R = E - (i \times r)$$

$$V = E - (i \times r)$$

Dengan : r = hambatan dalam baterai (Ω)

R = hambatan luar baterai (Ω)

E = GGL baterai (V)

V = tegangan jepit (V)

I = arus listrik (A)

Elemen listrik yang sama dipasang secara seri dapat dihitung menggunakan rumus :

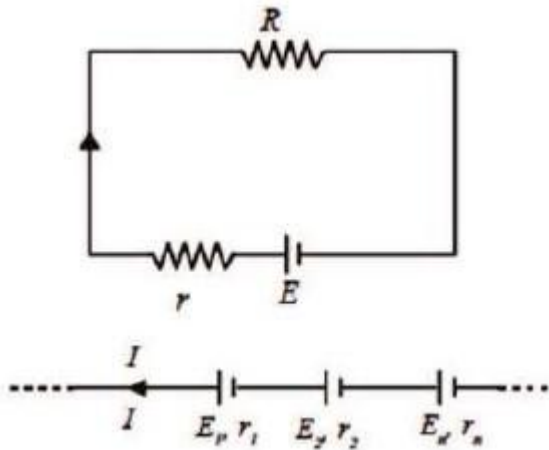
$$E_{total} = E_1 + E_2 + \dots + E_n = n \times E$$

$$r_{total} = r_1 + r_2 + \dots + r_n = n \times r$$

Sehingga :

$$I = \frac{n \times E}{R + n \times r}$$

- Berikut rangkaian elemen yang sama secara seri :



Elemen listrik yang dipasang secara paralel dapat dihitung menggunakan rumus :

$$E_{total} = E_1 + E_2 + \dots + E_n = E$$

$$E_{total} = E_1 + E_2 + \dots + E_n = E$$

$$\frac{1}{r_{total}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$$

$$\frac{1}{r_{total}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$$

Karena $r_1 = r_2 = \dots = r_n$

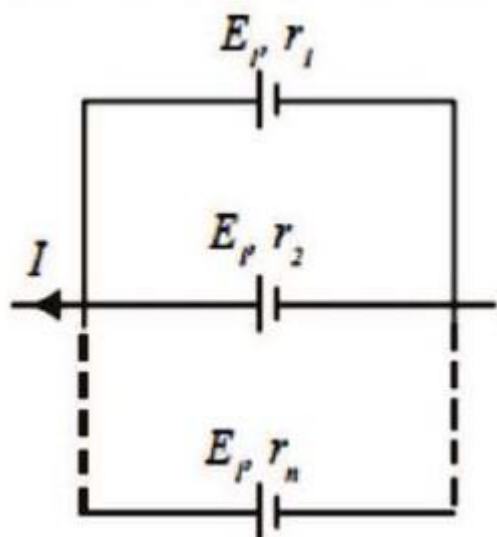
$$\frac{1}{r_{total}} = \frac{n}{r} \Rightarrow r_{total} = \frac{r}{n}$$

$$r_{total} = \frac{r}{n}$$

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

Sehingga

Berikut rangkaian elemen secara paralel



Listrik adalah energi, sehingga sesuai hukum kekekalan energi, untuk menghasilkan listrik diperlukan alat yang dapat mengubah energi lain menjadi energi listrik. Berdasarkan arah arus listrik, sumber arus listrik ada 2 yaitu sumber arus searah (DC) dan sumber arus bolak-balik (AC). Berikut jenis sumber arus listrik :

Jenis Sumber Arus Listrik	Sumber Arus	Proses Perubahan Energi
DC (<i>direct current</i>)	Elemen volta	Kimia → listrik
	Elemen kering (baterai)	Kimia → listrik
	Akumulator (ACCU)	Kimia → listrik
	Solar sel	Kalor → listrik
	Dinamo DC	Gerak → listrik
AC (<i>alternating current</i>)	Dinamo AC	Gerak → listrik
	Generator	Gerak → listrik

Elemen volta, baterai dan akumulator adalah sumber arus DC yang dihasilkan dari reaksi kimia, sehingga disebut elektrokimia. Berdasarkan dapat dan tidaknya diisi ulang, sumber arus listrik ada 2 yaitu elemen primer dan sekunder.

Elemen primer adalah sumber arus listrik yang tidak dapat diisi ulang ketika energinya habis, contohnya baterai kering dan elemen volta. Elemen sekunder adalah sumber arus listrik yang dapat diisi ulang ketika energinya habis, contohnya akumulator pada motor dan

baterai Li-ion pada *Hand phone* atau kamera.

Demikian ringkasan materi bab [Kelistrikan dan Teknologi Listrik](#) di Lingkungan Part 2 semoga bermanfaat dan bisa menambah referensi kamu.