

201/HD/83

PERPUSTAKAAN IKIP PADANG
KOLEKSI BIDANG ILMU
TIDAK DIPINJAMKAN
KHUSUS DIPAKAI DALAM PERPUSTAKAAN

PENGETAHUAN

LISTRIK DASAR 1

(MES. 204)

O
l
e
h

Drs. Tjetjep Sjamsuri

FAKULTAS KEGURUAN TEKNIK

I.KIP PADANG

1982

KATA PENGANTAR

Berkat Rahmat Tuhan yang Maha Kuasa, disertai adanya dorongan dan bantuan dari teman-teman sejawat, allhamdulillah penulis telah dapat menyelesaikan tulisan yang berjudul Pengetahuan Listrik Dasar I. Diktat ini adalah merupakan kumpulan dari bahan-bahan perkuliahan yang telah penulis berikan kepada mahasiswa tingkat II pada semester III Jurusan Mesin FKT- IKIP Padang, yaitu pada mata kuliah Listrik Dasar I atau yang diberi kode MES.204. Isi daripada tulisan ini penulis sesuaikan dengan silabus mata kuliah seperti tersebut diatas, yang berlaku untuk Jurusan Mesin Produksi FKT - IKIP Padang.

Uraian pada setiap pokok bahasan diusahakan sesingkat mungkin agar mudah difahami oleh mahasiswa dan disertai contoh-contoh serta dilengkapi pula dengan soal-soal dalam bentuk essay test, yaitu dengan maksud agar setelah selesai belajar mahasiswa dapat mengevaluasinya

Mudah-mudahan dengan adanya diktat ini, sedikit banyak dapat membantu mahasiswa dalam belajar dan menambah bahan bacaan khususnya untuk mahasiswa jurusan mesin produksi dan umumnya kepada semua pihak yang mungkin di suatu saat memerlukannya.


Meskipun penulis telah berusaha dengan segenap kemampuan yang ada untuk menyusun buku ini dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari adanya keterbatasan kemampuan terutama karena penulis sendiri bukanlah sarjana

na jurusan listrik, oleh karena itu apabila terdapat ke-
keliruan sudilah kiranya p embaca dapat memberikan sa -
ran demi p erbaikannya. Kritik dan saran yang membang-
un sangat penulis nantikan dan akan penulis terima de -
ngan tangan terbuka .

Padang, Juni 1982

Penulis

DATE	18 JAN 1983
CONTRIBUTOR	Drs. Tjetjep Syamsuri
KEYWORD	K-J
INVENTORY NO.	204/Hd/83-p0(2)
CLASSIFICATION	621.37 Sja - p0



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
P E N D A H U L U A N	1
B A B	
I ARAH DAN SIFAT ARUS LISTRIK	3
1.1. Pengertian Arus dan Arah Arus	3
1.2. Sifat-sifat Arus Listrik	6
II TEGANGAN, KUAT ARUS DAN HAMBATAN	8
2.1. Pengertian Tegangan	8
2.2. Satuan Tegangan	8
2.3. Pengertian Kuat Arus	9
2.4. Satuan Arus	9
2.5. Pengertian Hambatan	11
2.6. Satuan Hambatan	12
III DAYA HANTAR JENIS DAN PENGARUH SUHU	15
3.1. Daya hantar jenis	15
3.2. Pengaruh Suhu Terhadap Hambatan	15
IV RAPAT ARUS DAN PENGAMAN INSTALASI	19
4.1. Rapat Arus	19
4.2. Pengaman Instalasi	20
V HUKUM OHM	24
VI USAHA DAN DAYA LISTRIK	27
6.1. Pendahuluan	27
6.2. Usaha Listrik	29
6.3. Daya Listrik	31
VII HUKUM KIRCHOFF	33
7.1. Hukum Kirchoff I	33
7.2. Hukum Kirchoff II	34
DAFTAR BACAAN	38.

P E N D A H U L U A N

Kiranya perlu dijelaskan disini bahwa mata kuliah Listrik Dasar ini adalah diberikan dalam dua semester , yaitu pada semester III dan IV yang dalam kurikulum dinamakan "Listrik Dasar I" dan "Listrik Dasar II". Sedangkan yang dibahas dalam buku ini adalah bahan untuk Listrik Dasar I .

Sesuai dengan judul mata kuliah kita, yaitu Listrik dasar maka dalam hal ini yang dibahas adalah mengenai kaidah-kaidah dasar dalam kelistrikan, yang isi bahasan secara garis besarnya adalah seperti dikemukakan dalam sintopsis mata kuliah tersebut, yaitu sbb :

"Memberikan pengetahuan tentang : Dasar-dasar sistim kelistrikan dan energi listrik, cara-cara untuk merubah dan mendapatkan energi listrik, macam-macam komponen , dan prinsip-prinsip rangkaian, menghitung kuat arus, daya dan usaha listrik".

Pengetahuan dasar kelistrikan perlu dimiliki oleh mahasiswa jurusan mesin, karena sebagaimana saudara ketahui bahwa sedemikian luasnya pemakaian energi listrik itu, yang diantaranya adalah pemakaian listrik pada alat-alat/mesin produksi yang sehari-hari saudara hadapi di work shop, kesemua peralatan tersebut adalah menggunakan energi listrik. Oleh sebab itu mahasiswa jurusan mesin perlu memiliki pengetahuan mengenai dasar-dasar kelistrikan ini, yaitu untuk menunjang kelan

caran dalam pengoprasian mesin-mesin tersebut. Mahasiswa jurusan mesin tidak hanya sekedar mengetahui urutan urutan penekanan tombol-tombol saklarnya saja, tetapi secara kaidah dasar mengetahui pula proses kerja dan aliran-aliran listrik dalam rangkaian yang terdapat di dalam mesin tersebut. Sehingga dengan demikian mahasiswa akan dapat mengoprasikan mesin dengan baik dan diharapkan pula untuk dapat memelihara mesin tersebut khususnya dalam instalasi kelistrikannya.

Dengan berpedoman kepada silabi dan sesuai dengan silabus yang berlaku, maka dalam buku ini akan dapat saudara pelajari mengenai hal-hal sbb :

1. Pengertian arus dan arah arus listrik
2. Sifat-sifat arus listrik
3. Pengertian tegangan dan kuat arus
4. Satuan arus
5. Pengertian hambatan
6. Satuan hambatan
7. Daya hantar jenis
8. Pengaruh suhu terhadap hambatan
9. Rapat arus dan Pengamanan instalasi listrik
10. Hukum Ohm
11. Usaha dan Daya Listrik
12. Hukum Kirchoff .

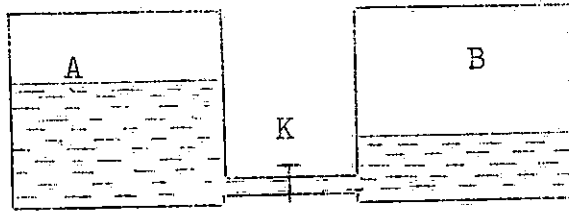
BAB I

ARAH DAN SIFAT ARUS LISTRIK

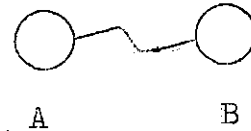
1.1 Pengertian Arus dan Arah Arus .

Listrik adalah suatu hal yang tidak dapat dilihat, listrik bukanlah benda padat, bukan benda cair dan bukan pula gas. Apa yang kita lihat sehari-hari seperti : Lampu listrik menyala, radio berbunyi, kipas berputar dan lain sebagainya, itu adalah hasil atau akibat dari adanya tenaga listrik. Untuk mengetahui lebih jelas tentang listrik ini, terlebih dahulu marilah kita pelajari sifat-sifat dan gejala-gejala dari listrik tsb.

Untuk memudahkan pengertian tentang listrik ini, dapat kita perbandingkan sifat-sifat listrik tersebut dengan sifat-sifat air . Air dapat mengalir kalau ada desakan atau tenaga yang menggerakkan air tersebut. Tenaganya itu bisa diperoleh dari perbedaan tinggi permukaan air tersebut ataupun dari pergerakan suatu pompa. Untuk jelasnya kita ambil sebagai contoh : Dua buah bejana (A) dan (B) yang dihubungkan satu sama lain dengan sebuah pipa (seperti Gb.1.a). Pada pipa tsb terdapat keran (K) yang sementara masih tertutup; dengan demikian air dari bejana (A) tidak dapat mengalir ke dalam bejana (B) yang permukaannya lebih rendah daripada dalam bejana (A).

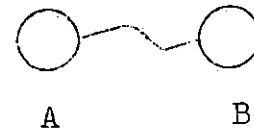
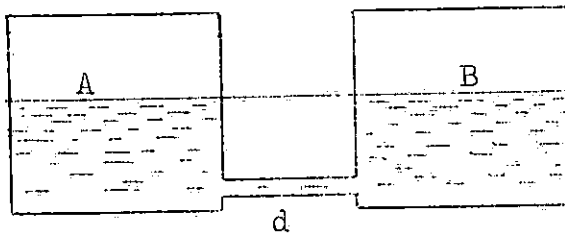


Gb.1.a



Gb.1.b

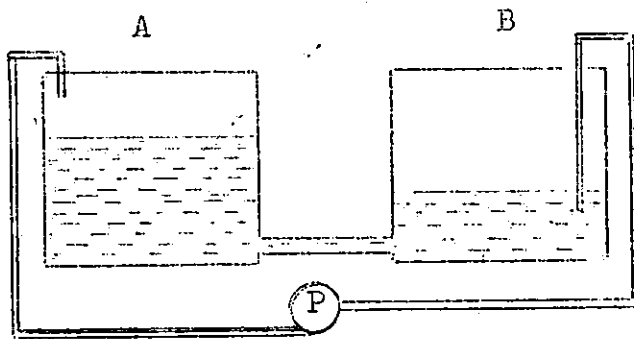
Apabila kran (K) kita buka, maka air akan mengalir melalui pipa (d) sampai permukaan air pada kedua bejana tersebut menjadi sama tinggi.



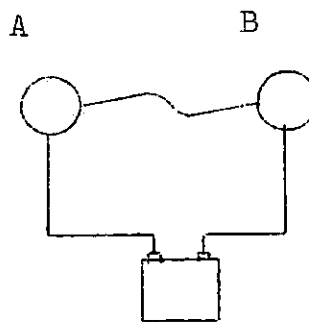
Gambar 2.

- Jadi karena adanya perbedaan tinggi permukaan air dalam bejana (A) dan (B) itu menyebabkan adanya perbedaan desakan dan mengakibatkan terjadinya arus air didalam pipa (d).
- Sebagaimana kita maklumi bahwa arus air tersebut akan hilang apabila permukaan air didalam kedua bejana tersebut sudah menjadi sama tinggi.
- Agar air didalam pipa (d) tadi tetap ada, maka harus kita usahakan agar perbedaan tinggi permukaan air pada kedua bejana tersebut tetap konstan.
- Jadi dengan perkataan lain adanya perbedaan desakan yg konstan harus kita usahakan. Hal ini dapat kita lakukan dengan memasang sebuah pompa (P) yang akan mengisap air dari bejana (B) untuk kemudian dimasukkan kembali

li kedalam bejana (A) - (lihat Gambar 3.a). Dengan demikian permukaan air pada bejana (A) akan tetap lebih tinggi dari pada bejana (B), sehingga arus air didalam pipa (d) pun akan tetap ada.



Gb.3.a



Gb.3.b.

Demikian pula halnya dengan arus listrik ; Kita umpamakan suatu benda A mempunyai sejumlah listrik yang lebih banyak daripada benda B yang dengan istilah teknik listrik hal ini dikatakan ; Benda A mempunyai potensial lebih tinggi daripada B, sehingga antara A dan B terdapat beda potensial atau disebut juga beda tegangan .

- Jika kedua benda (A) dan (B) tersebut kita hubungkan dengan kawat penghantar, maka dalam kawat tersebut akan mengalir sejumlah listrik dari A ke B, sehingga akhirnya pada kedua benda tersebut jumlah muatan listriknya menjadi sama banyak (lihat Gambar 3.b).
- Dalam teknik listrik benda A yang mempunyai jumlah listrik lebih banyak dinamakan KUTUB POSITIF dan diberi tanda (+). Benda B yang mempunyai listrik lebih sedikit dinamakan KUTUB NEGATIF dan diberi tanda (-).
- Jadi apabila terdapat dua buah kutub positif dan negatif, maka antara kedua kutub itu akan terdapat beda tegangan sehingga akan terjadi arus listrik.

- Arus listrik seperti yang dicontohkan diatas tidak dapat kita pergunakan untuk menyalakan lampu ataupun untuk menggerakkan motor listrik, karena arus tersebut hanya mengalir dalam waktu yang singkat saja. Untuk menyalakan lampu ataupun alat-alat lainnya kita perlukan arus listrik yang mengalir secara konstan. Dengan demikian kita harus mengusahakan agar kutub A selalu mempunyai jumlah listrik yang lebih banyak daripada B. Hal ini dapat kita lakukan dengan jalan menghubungkan kedua kutub A dan B itu kepada sebuah baterai atau dinamo (lihat Gambar 3.b).
- Jadi baterai atau dinamo itu bekerja seperti halnya sebuah pompa air.

1.2 SIFAT-SIFAT ARUS LISTRIK

- Dalam beberapa jenis bahan arus listrik ini dapat mengalir dengan mudah dan sebaliknya dalam jenis-jenis bahan yang lainnya arus listrik tersebut tidak bisa lewat.
 - Bahan yang dapat mengalirkan arus listrik ini dinamakan penghantar atau konduktor (seperti besi, tembaga dll.)
Sedangkan bahan yang tidak dapat mengalirkan arus listrik dinamakan penyekat atau isolator (seperti karet, porselen, kayu kering dll).
 - Setelah sepintas kita singgung sifat-sifat dari berbagai bahan terhadap arus listrik, selanjutnya marilah kita selidiki sifat-sifat khusus dari arus listriknya. Apabila arus listrik mengalir dalam suatu bahan maka listrik tersebut akan memperlihatkan hasil kerjanya yang bersifat : panas, magnet dan kimia .
- a. Hasil kerja yang bersifat Panas ;
- Apabila arus listrik mengalir dalam suatu penghantar, maka

dalam penghantar tersebut akan timbul panas.

- Jadi arus listrik dapat membangkitkan panas. Sebagai contoh dapat kita lihat pada lampu listrik, kompor listrik solder listrik dll.

b. Hasil kerja yang bersifat magnet ;

- Apabila arus listrik mengalir dalam suatu penghantar, maka disekeliling penghantar tersebut akan timbul medan magnet.
- Jadi arus listrik dapat membangkitkan magnet, seperti pada dinamo, bel listrik dll.

c. Hasil kerja yang bersifat kimia ;

- Apabila arus listrik mengalir didalam elektrolit, (larutan asam, basa ataupun garam) akan terjadi proses kimia. Jadi arus listrik dapat mengadakan proses kimia.
- Dalam praktek dilakukan untuk menyepuh atau melapisi dengan perak, tembaga, nikel dll.

1.3 Soal-soal

- a. Apakah listrik itu ?
- b. Terangkan apakah arus listrik itu ?
- c. Bagaimana arah arus listrik ?
- d. Apakah yang dinamakan tegangan, arus dan hambatan dalam ilmu listrik ?.

BAB II

TEGANGAN, KUAT ARUS DAN HAMBATAN

2.1. PENGERTIAN TEGANGAN

Dengan bekerjanya pompa untuk mengisap air dari bejana (B) yang dimasukkan kembali kedalam bejana (A), maka seandainya air pada bejana (B) turun 1 m, maka air pada bejana (A) naik setinggi 1 m; Sehingga perbedaan tinggi permukaan air pada kedua bejana tsb menjadi 2 m.

- Perbedaan tinggi permukaan itulah yang menyebabkan adanya perbedaan desakan/tekanan pada kedua ujung pipa penghubung, sehingga terjadilah arus air.

- Demikian pula halnya dengan baterai atau dinamo yang membangkitkan listrik, perbedaan desakan pada kedua kutubnya itulah yang dinamakan dengan "TEGANGAN" yang mengakibatkan adanya aliran/arus listrik.

2.2. SATUAN TEGANGAN

Satuan tegangan digunakan Volt, yang disingkat V dimana 1 Volt, adalah tegangan yang diperlukan untuk mengalirkan arus listrik sebesar 1 Ampere dalam hambatan - satu Ohm.

- Untuk ukuran yang lebih besar dari Volt adalah Kilo volt yang disingkat K.V. dimana 1 KV = 1000 Volt.

Mega volt yang disingkat MV, dimana 1 MV = 10^6 Volt.

-- Untuk satuan yang lebih kecil dari Volt digunakan :

Mili volt (m V) dimana $1 \text{ m V} = 10^{-3} \text{ V}$.

Micro volt (u V) , dimana $1 \text{ u V} = 10^{-6} \text{ V}$.

2.3. PENGERTIAN KUAT ARUS .

Makin besar p erbedaan tinggi permukaan air pada ke dua bejana (A) dan (B) maka akan semakin cepat aliran air - didalam pipa penghubungnya.

Apabila p ada beda tinggi sebesar 2 m , dalam pipa (d) dapat mengalir air sebanyak 1 liter tiap detik, maka pada be da tinggi sebesar 4 m dalam waktu yang sama, pada pipa d akan dapat mengalir air sebanyak 2 kali lipat yaitu seba - nyak 2 liter.

- Jumlah air yang mengalir dalam pipa selama satu detik , dinamakan "KUAT ARUS".

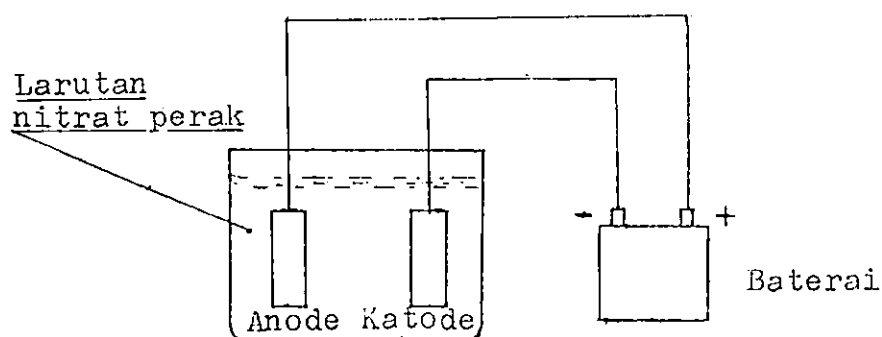
Jadi apabila beda tinggi dibuat 2 x lipat , maka kuat rus - akan menjadi 2 x lebih besar pula .

Sifat-sifat air seperti diatas, terdapat pula pada listrik. Jumlah listrik yang mengalir didalam penghantar se lama satu detik dinamakan "KUAT ARUS" .

2.4. SATUAN A R U S .

Sebagaimana telah kita maklumi, bahwa untuk semua jenis pengukuran dipergunakan satuan-satuan ukuran tertentu.

- Untuk menentukan satuan arus listrik, digunakan salah sa- tu sifat dari arus listrik, yaitu dari hasil kerja yang ber sifat Kimia.



Dalam sebuah bejana yang berisi larutan perak nitrat terdapat dua buah logam (sebagai elektrode) yang beratnya sama . Elektrode-elektrode tersebut masing-masing dihubungkan ke -- pada kutub-kutub positif dan negatif dari sebuah baterai . Elektrode yang dihubungkan dengan kutub positif baterai di namakan ANODE dan yang dihubungkan dengan kutub negatif -- dinamakan KATODE .

Setelah beberapa jam larutan perak nitrat tersebut dialiri arus listrik, ternyata bahwa setelah ditimbang katode menjadi lebih berat daripada anode. Jadi arus listrik telah memisahkan perak dari larutan perak nitrat dan menempelkannya kepada katode . Maka atas dasar inilah satuan arus listrik itu ditetapkan.

- Untuk menghitung banyaknya listrik yang mengalir dipergunakan satuan "COULOMB" . Yang disebut satu coulomb adalah -- sejumlah listrik yang dapat mengendapkan 1,118 mgr perak didalam larutan nitrat perak .
- Jika dalam suatu kawat penghantar setiap detiknya mengalir listrik sebanyak satu coulomb, maka dikatakan bahwa ke--

kuatan arus listrik tersebut adalah satu Ampere.

- Jadi 1 Ampere adalah sejumlah tenaga atau kekuatan arus listrik yang dalam satu detik dapat mengendapkan 1,118 mgr perak dalam larutan nitrat perak .

Tegasnya : 1 Ampere = 1 coulomb/detik atau

1 coulomb = 1 Ampere detik .

- Untuk menghitung besarnya arus dipergunakan rumus :

$I = \frac{Q}{t} \quad \text{Ampere}$	atau	$Q = I \cdot t \quad \text{Coulomb.}$
---------------------------------------	------	---------------------------------------

dimana ; I = Kuat arus dalam Ampere.

Q = Banyaknya listrik yang mengalir dalam coulomb .

t = Waktu dalam detik .

Satuan yang lebih besar dari ampere ialah Kilo ampere yang disingkat KA, dimana 1 KA = 1000 Ampere.

Sedangkan satuan yang lebih kecil adalah , mili ampere yg disingkat mA, dimana 1 mA = 10^{-3} Ampere; Micro ampere yg disingkat uA, dimana 1 uA = 10^{-6} Ampere.

2.5. PENGERTIAN HAMBATAN / RESISTENCE

- Air yang mengalir didalam pipa akan mendapat hambatan karena adanya gesekan dengan dinding pipa, semakin panjang pipa yang harus dilaluinya maka akan semakin besar pula hambatan yang dilaminya.

- Air akan lebih mudah mengalir didalam pipa yang lebih besar dan licin dindingnya daripada dalam pipa yang kecil atau kasar dindingnya.
- Dalam hal besar-kecilnya pipa untuk aliran air, dapat - dipersamakan dengan besar-kecilnya penampang kawat penghantar untuk aliran listrik.
- Sedangkan licin atau kasarnya dinding pipa pada aliran air pada aliran listrik dapat dipersamakan dengan Jenis bahan dari kawat penghantarnya.
- Dari pernyataan-pernyataan diatas dapatlah diartikan bahwa besarnya hambatan pada setiap kawat penghantar adalah tidak sama, karena tergantung kepada luas penampang kawat, panjang kawat, dan jenis bahan kawat.

2.6. SATUAN HAMBATAN.

Hambatan listrik ini dinyatakan dalam satuan Ohm

Yang disingkat dengan Ω (Omega).

Satu Ohm adalah hambatan yang diberikan oleh suatu kolom air raksa sepanjang 1063 mm dengan penampang 1 mm^2 pada suhu 0°C .

Besarnya hambatan pada suatu penghantar listrik dapat di hitung dengan rumus :

$$R = \frac{L \cdot p}{f} \quad \text{Ohm .}$$

dimana : R = Besarnya hambatan/tahanan (dalam Ohm).

L = Panjang kawat (dalam Meter).

f = Luas penampang kawat (dalam mm^2).

p = Hambatan jenis dari kawat penghantar.

Hambatan jenis adalah hambatan yang diberikan oleh suatu bahan sepanjang satu meter dengan luas penampang satu mm^2 .

Misalnya ; Hambatan jenis tembaga = 0,00175 artinya adalah kawat tembaga sepanjang 1 meter dengan luas penampang 1 mm^2 memberikan hambatan listrik sebesar 0,00175 Ohm.

Contoh Perhitungan ;

1. Dalam sebuah Voltameter perak mengalir arus sebesar 10 Amper dalam waktu 15 menit.

Berapa banyak perak yang dapat diendapkan ?

Penyelesaian :

Diketahui ; $I = 10$ Amper
 $t = 15$ menit = $15 \times 60 = 900$ detik

Ditanyakan ; $G = ?$

Jawab : Jumlah listri yang mengalir $Q = I \cdot t$

$$Q = 10 \times 900 = 9000 \text{ Coulomb.}$$

$$\text{Jumlah perak yang diendapkan} = Q \cdot 1,118$$

$$G = 9000 \times 1,118 \text{ Mgr} = 10062 \text{ Mgr.}$$

$$\text{atau} = 10,062 \text{ gram.}$$

2. Jika dikehendaki kawat tembaga sepanjang 2,5 km mempunyai hambatan yang sama dengan kawat besi sepanjang 1 km dengan garis tengah 8 mm. Berapa penampang kawat tembaga yang diperlukan, jika diketahui tahanan jenis besi = 0,13 dan tahanan jenis tembaga adalah 0,0175. ?

Penyelesaian.....

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui ; } L_{\text{tembaga}} &= 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m} \\ L_{\text{besi}} &= 1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \\ d_{\text{besi}} &= 8 \text{ mm} \quad \rho_{\text{besi}} = 0,13 \\ R_{\text{besi}} &= R_{\text{tembaga}} \quad \rho_{\text{tembaga}} = 0,0175 \end{aligned}$$

Ditanyakan ; f_{tembaga}

J a w a b ;

$$\begin{aligned} R_{\text{besi}} &= \frac{L_{\text{besi}} \times \rho_{\text{besi}}}{f_{\text{besi}}} \\ &= \frac{1000 \times 0,13}{\frac{\pi}{4} \cdot 8^2} = \frac{130}{50,24} = 2,6 \ \Omega \\ R_{\text{tembaga}} &= \frac{L_{\text{tembaga}} \times \rho_{\text{tembaga}}}{f_{\text{tembaga}}} \\ &= \frac{2500 \times 0,0175}{f_{\text{tembaga}}} = \frac{43,75}{f_{\text{tembaga}}} \\ R_{\text{besi}} &= R_{\text{tembaga}} \\ 2,6 &= \frac{43,75}{f_{\text{tembaga}}} \\ \text{Jadi } f_{\text{tembaga}} &= \frac{43,75}{2,6} = 16,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

BAB III

DAYA HANTAR JENIS DAN PENGARUH SUHU

3.1. DAYA HANTAR JENIS.

Setiap bahan yang dipakai untuk penghantar aliran listrik adalah mempunyai daya hantar jenis yang ber-beda².

- Jika bahan itu dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, maka bahan tersebut adalah mempunyai daya hantar yang besar . Penghantar yang mempunyai daya hantar yang besar , berarti bahan tersebut mempunyai hambatan yang kecil.

- Jadi harga daya hantar jenis itu adalah merupakan kebalikan dari harga hambatan jenisnya; Sehingga besarnya hambatan pada suatu penghantar itu dapat pula dihitung dengan

rumus :

$$R = \frac{L}{q \times f} \quad (\text{ Ohm })$$

dimana : R = Besarnya hambatan (dalam Ohm),

L = Panjang kawat (dalam meter)

f = Luas penampang kawat (dalam mm²),

q = Daya hantar jenis = $\frac{1}{\rho}$

3.2. PENGARUH SUHU TERHADAP HAMBATAN.

Besarnya hambatan pada suatu penghantar akan berubah apabila suhu penghantar tersebut berubah.

- Pada umumnya logam akan bertambah besar harga hambatannya apabila suhu bertambah ; Penghantar semacam itu biasa disebut "PENGHANTAR LISTRIK DINGIN".

- Zat arang jika dalam keadaan dingin adalah merupakan bahan setengah penghantar (semi konduktor), ia akan turun hambatannya jika dipanaskan, jadi bila panas dapat lebih baik dalam menghantarkan arus listrik, zat semacam itu dinamakan "Penghantar listrik Panas" .

- Bertambahnya harga hambatan pada suatu penghantar adalah sebanding dengan naiknya suhu . Untuk menghitung besarnya hambatan dengan adanya perubahan suhu, dipakai rumus :

$$R_{t_2} = R_{t_1} [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$$

dimana ; R_{t_2} = Hambatan pada suhu akhir (dalam Ohm)
 R_{t_1} = " " " " awal (" ")
 t_1 = S u h u awal
 t_2 = S u h u akhir
 α = Koeffisien suhu .

Yang dimaksud dengan koeffisien suhu adalah ;Ketetapan penambahan harga hambatan setiap derajat kenaikan suhu diatas suhu $15^{\circ}C$ untuk setiap Ohm .

- Jadi koeffisien suhu menunjukkan kenaikan nilai tiap 1 - Ohm tahanan untuk setiap kenaikan suhu $1^{\circ}C$ diatas suhu $15^{\circ}C$.

T A B E L

HAMBATAN JENIS (ρ), DAYA HANTAR JENIS (q), KOEFFISIEN SUHU (α)

Bahan	Hambatan Jenis (ρ)	Daya hantar Jenis (q) .	Koeff.Panas (α)
Tembaga	0,0175	57,14	0,0037
Aluminium	0,03	33,33	0,0038
B e s i	0,13	7,69	0,0046
Platina	0,12	8,33	0,0024
E m a s	0,022	45,45	0,0035
P e r a k	0,018	55,55	0,0036
N i k e l	0,12	8,33	0,0024
Nikelin	0,42	2,58	0,0003
Timah putih	0,13	7,69	0,0046
Timah hitam	0,21	4,67	0,0040
Air raksa	0,95	1,05	0,0009
A r a n g	13 - 100	0,01 - 0,001	0,0003 - 0,0007

Contoh perhitungan

Hitung besarnya hambatan yang dimiliki sebatang platina sepanjang 25 cm, dengan penampang persegi berukuran tebal 2 mm dan lebar 5 mm. Jika diketahui daya hantar jenis platina adalah 8,33 ?

Penyelesaian ;

$$R = \frac{L}{q \times f}$$

$$= \frac{0,25}{0,33 \cdot 2 \cdot 5} = 0,003 \text{ Ohm.}$$

- Sebatang penghantar pada suhu 15°C memberikan hambatan sebesar 25 Ohm. Berapa besar hambatannya jika suhu naik sampai 75°C ? Koeffisien suhunya adalah 0,0039.

Penyelesaian ;

Diketahui ; $R_{t_1} = 25 \text{ Ohm.}$

$t_1 = 15^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 75^{\circ}\text{C}$, $x = 0,0039$

Ditanyakan; R_{t_2} ?

$$\begin{aligned} \text{J a w a b : } R_{t_2} &= R_{t_1} \left\{ 1 + x (t_2 - t_1) \right\} \\ &= 25 \left\{ 1 + 0,0039 (75 - 15) \right\} \\ &= 25 (1 + 0,0039 \times 60) \\ &= \underline{\underline{30,85 \text{ Ohm.}}} \end{aligned}$$

Soal.

Hambatan jenis kawat tembaga pada 15°C adalah sebesar 0,017 Ohm untuk gulungan pada sebuah dinamo diperkirakan hambatannya akan naik sampai 0,02 Ohm.

Pada suhu berapakah kenaikan itu terjadi, jika diketahui harga koeffisien panas tembaga = 0,004 ?.

BAB IV

RAPAT ARUS DAN PENGAMAN INSTALASI LISTRIK

4.1. Rapat Arus .

Yang dimaksud rapat arus adalah besarnya arus tiap satuan luas penampang penghantar, yang diukur dalam satuan Amper per mm².

Arus sebesar 1 amper, baik ia mengalir didalam suatu penghantar yang berukuran penampang cukup besar, ataupun ia mengalir pada penghantar yang lebih kecil, maka jumlah listrik yang mengalir/berpindah dalam kedua penghantar tersebut setiap detiknya adalah sama, yaitu 1 Coulomb.

- Jadi yang berbeda dalam hal ini adalah kecepatan aliran dan kerapatan arusnya, dimana pada penghantar yang lebih kecil alirannya lebih cepat dan arusnya lebih rapat.
- Sehingga pada penghantar yang lebih kecil akan terjadi proses pemanasan yang lebih besar dari pada penghantar yang lebih besar.
- Sebagai gambaran dari perbandingan tsb, rapat arus pada penghantar tsb dinyatakan dengan rumus :

$$S = \frac{I}{f}$$

dimana ; S = rapat arus (Amp/mm²).

I = kuat arus (Amper).

f = luas penampang (mm²).

Contoh soal ;

1. Tentukan besarnya penampang minimum dari suatu kawat penghantar yang akan mengalirkan arus sebesar 0,72 A

dimana arusnya tidak boleh melebihi kerapatan $0,8 \text{ A/mm}^2$.

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } S &= \frac{I}{f} \\ &= \frac{0,72}{f} \quad \longrightarrow \quad f = \frac{0,72}{0,8} = 0,9 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Contoh 2

Kawat dengan penampang 1 mm^2 yang dilalui arus sebesar $0,5 \text{ A}$ akan mempunyai rapat arus yang sama dengan kawat yang berpenampang 3 mm^2 yang dilalui arus sebesar $1,5 \text{ Amper}$. Dimana rapat arus pada kawat pertama adalah

$$S_1 = \frac{I_1}{f_1} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ A/mm}^2$$

Rapat arus pada kawat kedua adalah :

$$S_2 = \frac{I_2}{f_2} = \frac{1,5}{3} = 0,5 \text{ A/mm}^2.$$

4.2. Pengaman Instalasi Listrik.

- Dalam suatu penghantar listrik rapat arus itu tidak boleh melebihi harga yang diizinkan untuk setiap jenis bahan dan besarnya penampang tertentu dari penghantar tersebut.
 - Besarnya rapat arus untuk setiap bahan dengan diameter atau luas penampang tertentu dari suatu penghantar, telah ditetapkan berdasarkan normalisasi (telah distandardisasikan).
- Misalnya untuk kawat tembaga dengan luas penampang 1 mm^2 , arus maksimum yang diizinkan adalah sebesar 6 Amper , (data selengkapnya lihat tabel).

- Apabila nilai kerapatan arus melampaui harga yang diizinkan dapat mengakibatkan penghantar tersebut menjadi terlalu panas, sehingga dapat menimbulkan kebakaran.
- Oleh karena itu pada setiap instalasi listrik senantiasa harus dipasang alat pengaman, yang berfungsi untuk membatasi kuat arus yang mengalir dalam saluran tersebut, sehingga rapat arus yang diizinkan pada ukuran dan jenis penghantar yang dipakainya itu tidak dilampaui.
- Pengaman yang paling sederhana dan banyak dipergunakan adalah dengan sekering / smeltzekering (fuse) yang merupakan suatu pengaman leleh. Sekering tersebut adalah terdiri dari selebar atau beberapa lembar kawat perak yang dipasang didalam tabung keramik atau kaca yang diisi pasir putih. (lihat gambar 1).
- Prinsip kerja dari alat pengaman itu adalah, apabila kuat arus maksimum yang sesuai dengan harga rapat arus yang diizinkan dilampaui, maka kawat kecil yang berada pada sekering tersebut akan meleleh dan putus, sehingga rangkaian arus pun menjadi terputus .
- Pada waktu kawat itu putus akan terjadi busur api, dan busur api tersebut akan segera dipadamkan oleh pasir yang berada didalam tabung sekering tersebut.
- Cara pemasangan sekering itu adalah selalu dihubungkan secara seri dengan kawat fase, sehingga seluruh arus harus melalui sekering sebelum sampai kepada pemakaian.
- Sekering yang sudah putus kawat lelehnya, harus ditukar dengan sekering yang baru, dengan daya tahan yang sama, dan tidak boleh diganti dengan sembarang kawat sebagai bahan penyambung. Jika kawat lebur yang putus diganti dengan sembarang kawat, berarti fungsi sekering sebagai alat pengaman terhadap arus berlebih menjadi hilang. Karena kawat yang dipakai untuk menggantikannya itu tidak kita ketahui daya tahan arusnya.

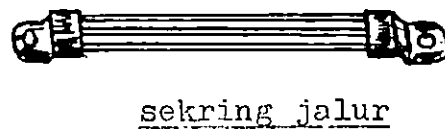
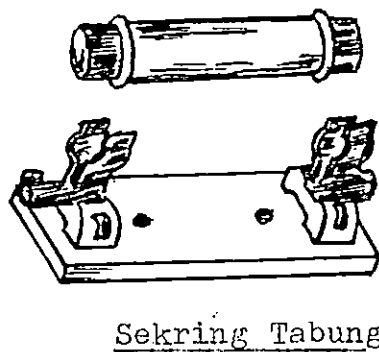
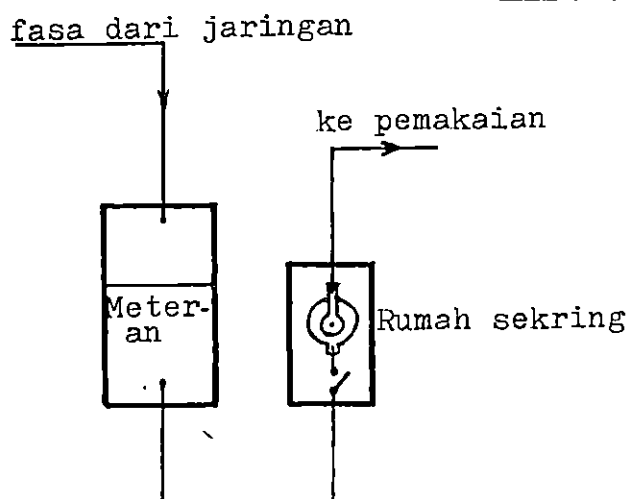
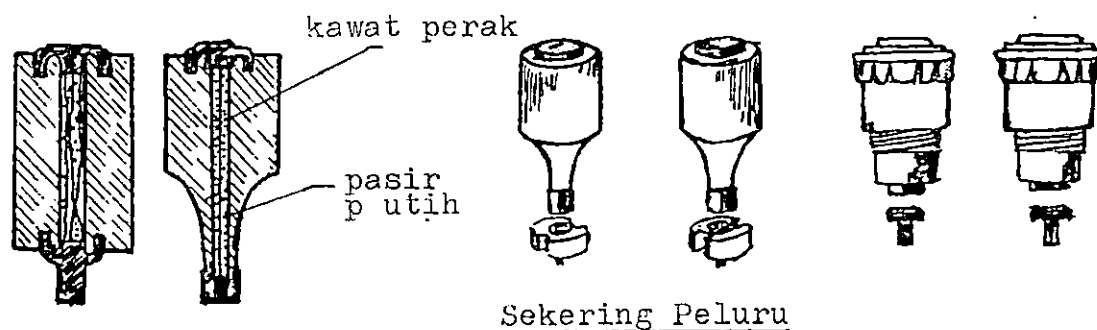
Sekering yang biasa dipakai pada instalasi penerangan adalah sekering dari ukuran-ukuran : 6 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 A
Ada juga sekering untuk ; 35 ; 60 ; 80 ; 100 ; 125 ; 160 ; 200
225 ; 300 ; 350 ; dan 400 Amper .

Untuk arus-arus kecil seperti radio dan alat-alat yang serupa terdapat sekering dari ; $\frac{1}{2}$, 1 dan 2 Amper.

Angka-angka tersebut bukan harga arus yang dapat memutuskan sekering tsb, melainkan merupakan harga nominal , yang berarti bahwa sekering tersebut dapat mengalirkan arus se besar harga itu dengan aman (tidak putus).

Arus yang besarnya 25% diatas harga itulah yang akan memutuskan sekering tersebut, dan itulah yang dinamakan harga batas.

Perhatikanlah gambar-gambar berikut ini dan sesuaikan dengan uraian sebelumnya .



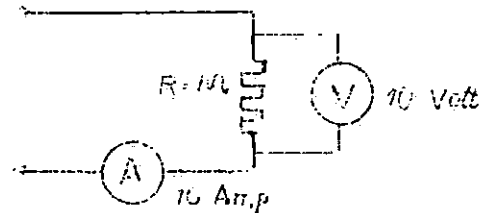
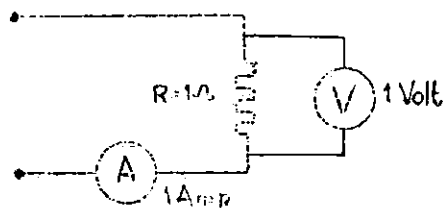
DAFTAR KUAT ARUS YANG DIIZINKAN UNTUK PENGHANTAR
TEMBAGA BERSEKAT KARET

penampang tembaga (mm ²)	arus maksimum yg diizinkan (Amper)	arus nominal yg diizinkan (Amper)
1	11	6
1,5	14	10
2,5	20	15
4	25	20
6	31	25
10	43	35
16	75	60
25	100	80
35	125	100
50	160	125
70	200	160
95	240	200
120	280	225
150	325	250
185	380	300
240	450	350
300	525	400
400	540	500
500	760	600
625	880	700
800	1050	850
1000	1250	1000

BAB V
H U K U M O H M

Telam kita ketahui bahwa arus listrik akan mengalir dalam suatu penghantar jika penghantar tersebut dihubungkan kepada kutub-kutub sumber listrik yang mempunyai perbedaan tegangan . Arus listrik ini dalam alirannya akan mendapat rintangan dalam penghantar tersebut, ini yang disebut dengan hambatan yang diukur dalam satuan Ohm. Hal inilah yang menimbulkan pemikiran mengenai hubungan antara tegangan , kuat arus dan hambatan dalam suatu penghantar. Hubungan antara ketiga komponen tersebut telah ditetapkan didalam hukum Ohm.

Perlu diketahui bahwa , tegangan 1 Volt dalam hambatan 1 ohm akan mengalirkan arus sebesar 1 Amper.



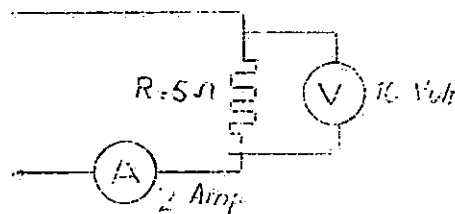
- Jika tegangan dibuat 10 kali lebih besar (menjadi 10v) sedangkan hambatannya tetap 1 ohm. ; Maka arus akan 10 X lebih besar (yaitu menjadi 10 Amper).

Dengan demikian dapat kita katakan bahwa , Arus listrik berbanding lurus dengan tegangan .

- Jika hambatan ditambah menjadi 5 X lebih besar (menjadi 5 Ohm) pada tegangan yang sama (yaitu 10 Volt) ,

maka arus akan dirintangi dengan hambatan yang 5 X lebih besar, sehingga arus akan menjadi 5 X lebih kecil ,
 (yaitu sebesar $\frac{10}{5} = 2$ Amper).

Dari sini dapat kita simpulkan bahwa ; Arus berbanding terbalik dengan hambatan .



Jadi dengan lengkapnya, hukum Ohm menyatakan bahwa ;

" Arus listrik adalah berbanding lurus dengan tegangan dan BERBANDING TERBALIK DENGAN HAMBATAN "

Jika dinyatakan dengan rumus adalah
$$I = \frac{E}{R}$$

dimana ; I = kuat arus dalam Amper.

E = tegangan dalam Volt .

R = hambatan dalam Ohm .

Perlu diketahui bahwa ;

Alat yang dipergunakan untuk mengukur kuat arus adalah yg dinamakan "Amper meter" .

Alat untuk mengukur tegangan adalah dengan "Volt meter" .

Alat untuk mengukur hambatan adalah dengan "Ohm meter"

Contoh soal.....

Contoh Soal ;

1. Sebuah lampu pijar dengan hambatan sebesar 400 Ohm, jika dipasang pada tegangan 120 Volt; Berapa besarnya arus ?

Penyelesaian :

$$\text{Dik : } R = 400 \qquad E = 120 \text{ V.}$$

$$\text{Dit ; } I = \dots ?$$

$$\text{Jawab : } I = \frac{E}{R} = \frac{120}{400} = 0,3 \text{ Amp.}$$

2. Berapa besarnya tegangan pada kedua ujung sebuah hambatan sebesar 6 Ohm, jika arus yang mengalir adalah 4 A.

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } E &= I \times R . \\ &= 4 \times 6 = 24 \text{ V.} \end{aligned}$$

3. Sebuah alat pemanas pada tegangan 220 V, memerlukan arus sebesar 5 A. Berapa besar hambatan alat pemanas tersebut ?

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } R &= \frac{E}{I} \\ &= \frac{220}{5} = 44 \text{ Ohm.} \end{aligned}$$

Bahan Evaluasi ;

1. Apa artinya bahwa arus berbanding lurus dengan tegangan ?
2. Apa artinya bahwa arus berbanding terbalik " hambatan ?
3. Bagaimana bunyi hukum Ohm dan bagaimana cara merumuskannya
4. Sebuah kompor listrik untuk tegangan 110 V, mempunyai hambatan sebesar 22 Ohm . Hitunglah arusnya. !
5. Melalui sebuah alat pemanas air, mengalir arus listrik sebesar 5 A. Berapakah besarnya hambatan alat pemanas tersebut jika tegangan yang diperlukan adalah 110 V. ?

BAB VI

USAHA DAN DAYA LISTRIK

6.1. Pendahuluan ,

Sebagai bahan perbandingan, terlebih dahulu kita bahas pula usaha dan daya mekanik .

- Untuk memindahkan benda dari suatu tempat ketempat lain atau untuk mengangkatnya pada suatu ketinggian tertentu, diperlukan suatu "USAHA" dan untuk melakukan suatu usaha diperlukan tenaga/gaya (force) . Tenaga/gaya yang kita perlukan untuk memindahkan atau mengangkat benda tersebut adalah tergantung kepada berat bendanya .

- Apabila dua buah benda (A dan B) yang satu, dua kali lebih berat dari yang lainnya ($A > B$), harus kita angkat pada ketinggian yang sama.

Maka usaha yang kita lakukan untuk mengangkat benda yang lebih berat (A) akan 2 x lebih besar .

- Dua buah benda yang sama beratnya ($A = B$), apabila A diangkat setinggi 1 meter sedangkan B diangkat setinggi 2 m; maka usaha yang kita lakukan untuk mengangkat benda B akan 2 kali lebih besar.

- Dari kedua hal diatas, dapat kita simpulkan bahwa usaha adalah bertanding lurus dengan gaya dan jarak .

Jika dinyatakan dengan rumus : $A_{mek} = K \times S$

dimana ; A_{mek} = Usaha mekanik (kgm).

K = gaya/berat (kg) .

S = Jarak (meter) .

- Untuk memindahkan atau mengangkat benda itu juga diperlukan waktu, waktu yang diperlukannya itu adalah tergantung kepada kemampuan daripada alat yang dipergunakannya ;
Semakin besar kemampuan alat, maka waktu yang diperlukannya akan semakin singkat . Kemampuan ini yang biasa juga disebut dengan daya.

- misalkan untuk melakukan suatu usaha sebesar 100 kgm, oleh pesawat A diperlukan waktu 50 detik, sedangkan kalau dengan pesawat B diperlukan 25 detik ;
maka daya pesawat A adalah $\frac{100}{50} = 2$ kgm/detik dan
daya pesawat B adalah $\frac{100}{25} = 4$ kgm/detik .

Jadi pesawat B mempunyai daya 2 x lebih besar dari A.

- Akhirnya dari contoh-contoh diatas dapat kita simpulkan bahwa ; Daya mekanik adalah berbanding lurus dengan usaha dan berbanding terbalik dengan waktu .

Dengan perkataan lain : Daya adalah merupakan usaha setiap detik

Jika dinyatakan dengan rumus :
$$P = \frac{A}{t}$$

dimana : P = daya (kgm/detik).

A = Usaha (kgm).

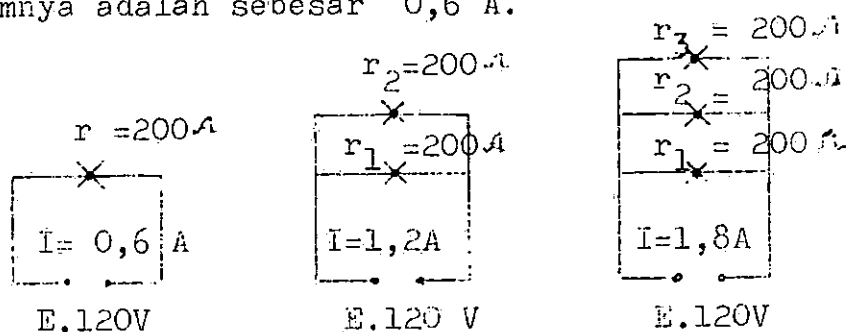
t = Waktu (detik).

Daya ini biasanya dinyatakan dalam satuan daya kuda (=dk) atau tenaga kuda (=TK) atau dalam bahasa Inggrisnya adalah horse power (Hp) dan ada juga yang menyatakannya dengan Pk

(yang berasal dari bahasa Belanda yaitu singkatan dari Paar dekracht).

6.2. USAHA LISTRIK.

- Sebuah lampu yang mempunyai hambatan sebesar 200 Ohm . dipasang pada tegangan 120 Volt, maka arus yang mengalir didalamnya adalah sebesar 0,6 A.



- Apabila lampu ke II yang sama besarnya, kita hubungkan jajar/paralel terhadap lampu I , maka arus akan menjadi 2 x lebih besar, yaitu 1,2 Amper.
- Apabila lampu ke III yang sama pula besarnya, kita hubungkan jajar terhadap kedua lampu sebelumnya, maka sekarang arus akan menjadi $3 \times 0,6 = 1,8$ A.

Dari sini dapat kita tarik kesimpulan bahwa ;

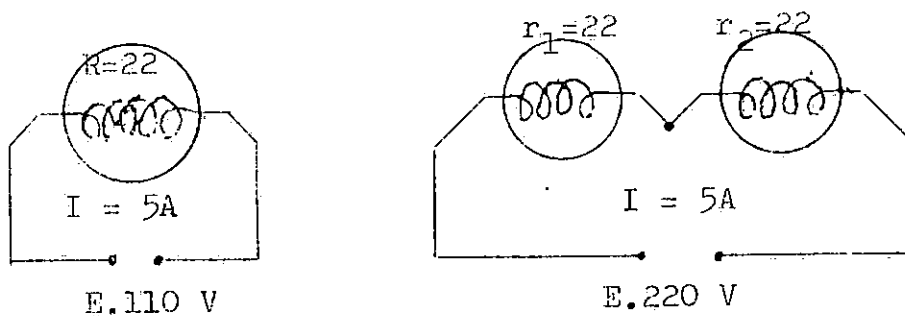
"Usaha listrik adalah berbanding lurus dengan kuat arus"

** Pengaruh tegangan terhadap usaha listrik ;

- Sebuah kompor listrik untuk tegangan 110 Volt yang mempunyai hambatan sebesar 22 Ohm , pemakaian arusnya adalah sebesar $\frac{110}{22} = 5$ Amper.
- Jika tegangannya sebesar 220 Volt (dua kali lipat) , maka dapat kita pasang dua buah kompor listrik yang sa

sama besarnya, dengan dihubungkan secara deret (seri) dan arusnya masing-masing akan sama besar ; Yaitu

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{r_1 + r_2} = \frac{220}{22 + 22} = 5 \text{ Amper.}$$



* Ternyata bahwa dengan arus yang sama pada tegangan yg 2 x lebih besar , akan menghasilkan usaha 2 x lebih besar pula .

* Jadi usaha listrik berbanding lurus dengan tegangan *

** Pengaruh waktu terhadap usaha listrik ;

Apabila sebuah lampu dalam waktu 10 menit memerlukan sejumlah usaha, maka dalam waktu 60 menit, lampu tersebut akan memerlukan usaha 6 x lebih besar.

* Jadi usaha listrik adalah berbanding lurus dengan waktu.

Akhirnya dari pernyataan-pernyataan diatas dapat kita simpulkan bahwa "Usaha listrik itu adalah berbanding lurus dengan tegangan , kuat arus dan waktu".

Jika dinyatakan dengan rumus ;

$$A = E \times I \times t$$

dimana : E = tegangan (dalam Volt)

I = kuat arus (dalam Amper)

t = waktu (dalam detik)

A = Usaha listrik (dalam Volt Amper Detik) ,
atau yang biasa dinyatakan dengan Joule ,
yang disingkat dengan huruf "J".

Karena $I = \frac{E}{R}$ (Hukum Ohm) ;

Maka : $A = E \times I \times t$
 $= E \times \frac{E}{R} \times t \quad \text{=====} \quad A = \frac{E^2}{R} t \quad \text{J.}$

Karena $E = I \times R$, maka $A = I^2 \times R \times t$ Joule .

6.3. DAYA LISTRIK

Yang dimaksud daya listrik adalah usaha listrik per detik .

Yaitu ; $P = \frac{A}{t} = \frac{E \cdot I \cdot t}{t}$ Joule/detik = E . I

1 Joule/detik disebut 1 Watt atau 1 Joule = Watt det.

Jadi $P = E \cdot I$ Watt.

Kalau rumus Ohm dikombinasikan kedalam persamaan tersebut
maka $P = \frac{E^2}{R}$ Watt atau $P = I^2 \cdot R$ Watt .

- Satuan yang lebih besar dari Watt detik biasa dipakai KwJam.

Dimana 1 KwJam = 1 Kwh = 1000 . 3600 Watt detik

atau = $36 \cdot 10^5$ Watt detik = $36 \cdot 10^5$ J.

Contoh Soal ;

Sebuah motor listrik pada sebuah mesin bubut yang dipasang pada tegangan 220 Volt , memerlukan arus sebesar 30 Amper .

- Berapa besar daya dan usaha yang dilakukan oleh motor listrik tsb dalam waktu 5 Jam ?
- Hitung biaya listrik untuk mengoperasikan mesin bubut tsb selama 5 jam , jika harga listrik setiap Kwh nya Rp.23,-

Penyelesaian ;

Dik ; E = 220 V.

I = 30 A.

t = 5 Jam. 1 Kwh = Rp.23,-

Dit : P ; A ; dan biaya operasi .

Jawab :

$$P = E \times I = 220 \times 30 = 6600 \text{ Watt} = 6,6 \text{ Kw} .$$

$$A = E \times I \times t .$$

$$220 \times 30 \times 5 = 33000 \text{ Watt jam} = 33 \text{ Kwh} .$$

$$\text{Biaya operasi} = 33 \times \text{Rp.23} = \text{Rp.759,-} .$$

Soal.

Sebuah elektro motor pada sebuah mesin gergaji kayu, yang dipasang pada tegangan 220 Volt dengan kuat arus 8 Amper, Untuk menjalankan gergaji tsb.pemiliknya harus setor biaya listrik sebesar Rp.6072,- setiap bulannya.

Berapa jam rata-rata setiap harinya gergaji tersebut dioperasikan ? (1 bulan = 30 hari dan harga setiap Kwh = Rp.23,-).

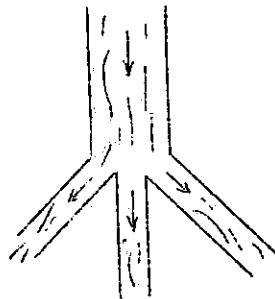
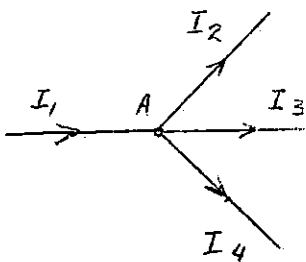
BAB VII.

HUKUM KIRCHOFF

7.1. Hukum Kirchoff I

Hukum Kirchoff I menyatakan bahwa jumlah listrik yang masuk/menuju suatu titik pertemuan (misalnya titik A) adalah sama dengan jumlah arus yang keluar dari / meninggalkan titik itu .

Hal ini dapat kita bandingkan dengan air. Air yang mengalir pada suatu parit, disuatu tempat dicabahkan menjadi dua atau beberapa arah dengan suatu pintu air maka air yang datang ke pintu itu akan sama dengan jumlah air yang keluar dari sejumlah cabang tsb.



Dengan lain perkataan ; Jumlah aljabar dari semua arus pada suatu titik percabangan adalah sama dengan nol.

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$\text{A t a u } \sum I = 0$$

Contoh ;

Arus masuk ke titik percabangan A dari dua buah kawat yaitu I_1 dan I_2 . Dari titik A arus mengalir ke 3 buah lampu I_3 , I_4 dan I_5 .

Bila $I_1 = 3$ Amp. , $I_2 = 2$ Amp , $I_3 = 4$ Amp dan $I_4 = 3A$.
Maka I_5 dapat dihitung.

Hukum

7.2. HUKUM KIRCHOFF II.

Adakalanya dalam suatu rangkaian listrik atau jala-jala itu tersusun dari beberapa unsur yang berbe_{da}-beda, baik GGL ataupun tahanannya.

- Dalam rangkaian/jala-jala yang rumit kita tidak bisa begitu saja menggunakan aturan-aturah hubungan deret dan jajar, tetapi untuk menyelesaikannya kita per_{lu} Hukum Kirchoff II.

- Hukum Kirchoff II adalah merupakan peluasan dari pe_{ma}kaiian Hukum Ohm yang dipergunakan dalam rangkaian tertutup.

- Hukum Kirchoff II menyatakan bahwa : Dalam rangkai_{an} tertutup jumlah aljabar dari gaya gerak listrik / GGL, sama dengan jumlah aljabar dari hasil perkalian antara kuat arus cabang dengan besarnya hambatan / ta_hanan cabang.

- Jika dinyatakan dengan rumus adalah ;
dimana $R = R_{\text{dalam}} + R_{\text{luar}}$.

$$\sum I = \sum I \cdot R$$

Petunjuk penggunaan Hukum Kirchoff II ;

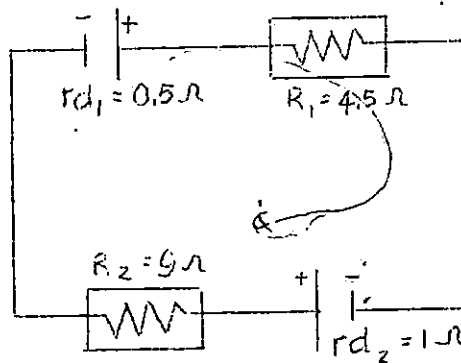
1. Berilah tanda + dan - pada kutub-kutub sumber arus,
2. Tentukan arah arus sementara (sekehendak kita), arah yang sebenarnya akan diperoleh nanti dari hasil perhitungan.
3. Tentukan arah perputaran kita dalam rangkaian (sekehendak kita) searah atau berlawanan dengan putar_{an} jarum jam.
4. Tanda + atau - untuk harga-harga $I \times R$ ditentukan dengan cara :
 - a. Positif jika arah arus sama dengan arah perjalanan/perputaran.
 - b. Negatif jika arah arus berlawanan dengan arah perjalanan/perput_{an}.
5. Tanda + atau - untuk gaya gerak listrik (E) ditentukan oleh tanda GGLnya dalam cabang itu diwaktu meninggalkan tanda elemen.

6. Jika diakhir perhitungan diperoleh harga arus dengan tanda negatif, berarti arah arus yang kita tentukan tadi adalah terbalik, jadi arah yang sebenarnya adalah kebalikannya.

Contoh 1.

Dalam rangkaian tertutup seperti pada gambar berikut, diketahui :

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| $E_1 = 10 \text{ V}$ | $E_2 = 5 \text{ V}$ |
| $rd_1 = 0,5 \text{ Ohm.}$ | $rd_2 = 1 \text{ Ohm.}$ |
| $R_1 = 4,5 \text{ Ohm.}$ | $R_2 = 9 \text{ Ohm.}$ |



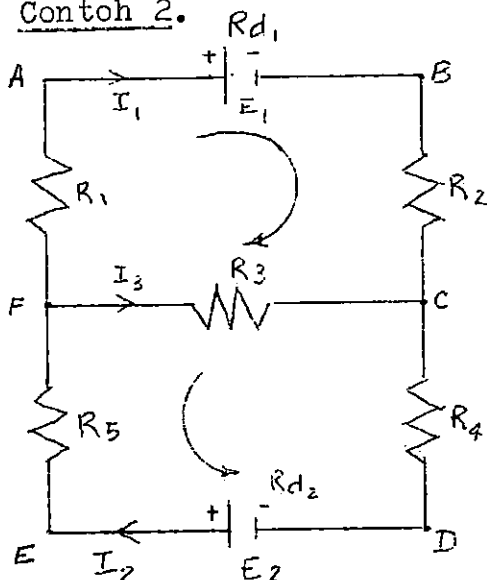
Dengan arah perputaran searah dengan Jarum jam, kita dapatkan :

$$E_1 + E_2 = (I \cdot rd_1 + IR_1) + (I \cdot rd_2 + IR_2)$$

$$10 + 5 = 0,5 I + 4,5 I + 1 I + 9 I$$

$$15 = 15 I \quad \text{-----} \quad I = \frac{15}{15} = 1 \text{ Amp.}$$

Contoh 2.



- Diket:
- $E_1 = 100 \text{ Volt}$
 - $E_2 = 120 \text{ Volt}$
 - $R_1 = 10 \text{ Ohm.}$
 - $R_2 = 20 \text{ Ohm}$
 - $R_3 = 20 \text{ Ohm.}$
 - $R_4 = 12 \text{ Ohm.}$
 - $R_5 = 13 \text{ Ohm}$
 - $Rd_1 = 10 \text{ Ohm.}$
 - $Rd_2 = 5 \text{ Ohm.}$

Hitung : I_1 , I_2 dan I_3

Penyelesaian

a. Hukum Kirchoff pada rangkaian tertutup ABCF

$$\sum E = \sum I \cdot R$$

$$-E_1 = + I_1 \cdot R_{d1} + I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3$$

$$-E_1 = I_1 (R_{d1} + R_1 + R_2) - I_3 \cdot R_3$$

$$-100 = I_1 (10 + 10 + 20) - I_3 \cdot 20$$

$$-100 = 40 I_1 - 20 I_3 \dots \dots \dots (a)$$

b. Hukum Kirchoff pada rangkaian tertutup CDEF

$$\sum E = \sum I \cdot R$$

$$-E_2 = - I_2 \cdot R_{d2} - I_3 \cdot R_3 - I_2 \cdot R_4 - I_2 \cdot R_5$$

$$-E_2 = - I_2 (5 + 12 + 13) - I_3 \cdot 20$$

$$-120 = - 30 I_2 - 20 I_3 \dots \dots \dots (b)$$

Hukum Kirchoff I pada titik F

$$+ I_2 - I_1 - I_3 = 0$$

$$I_2 = I_1 + I_3 \dots \dots \dots (c)$$

Persamaan (c) ini kita masukkan kedalam persamaan (b) sehingga persamaan (b) diatas menjadi :

$$- 120 = - 30 I_2 - 20 I_3$$

$$- 120 = - 30 (I_1 + I_3) - 20 I_3$$

$$- 120 = - 30 I_1 - 30 I_3 - 20 I_3$$

$$- 120 = - 30 I_1 - 50 I_3 \dots \dots \dots (d)$$

Persamaan (a) kita kurangkan dengan persamaan (d)

$$- 100 = 40 I_1 - 20 I_3 \quad \left| \begin{array}{l} \times 5 \\ \times 2 \end{array} \right| \quad \begin{array}{l} - 500 = 200 I_1 - 100 I_3 \\ - 240 = -60 I_1 - 100 I_3 \end{array}$$

$$- 120 = -30 I_1 - 50 I_3 \quad \left| \begin{array}{l} \times 5 \\ \times 2 \end{array} \right| \quad \begin{array}{l} - 600 = 150 I_1 - 250 I_3 \\ - 240 = -60 I_1 - 100 I_3 \end{array}$$

$$- 260 = 260 I_1$$

$$\text{jadi } I_1 = \frac{260}{-260} = 1 \text{ Amp.}$$

Harga I_1 kita masukan kedalam persamaan (a)

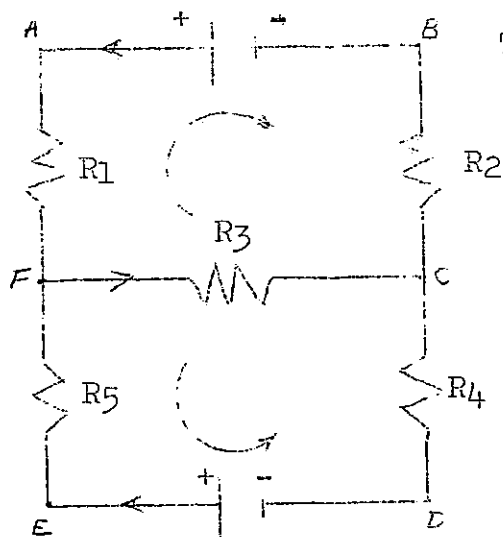
$$- 100 = 40 I_1 - 20 I_3$$

$$- 100 = 40 \cdot 1 - 20 I_3$$

$$- 100 + 40 = 20 I_3 \quad \rightarrow \quad I_3 = \frac{-60}{-20} = 3 \text{ Amp.}$$

Hukum Kirchoff I pada titik F ; $I_2 = I_1 + I_3$
 $I_2 = -1 + 3 = 2 \text{ A} .$

Dari perhitungan diatas ternyata harga I_1 adalah negatif, berarti pemberian arah untuk titik I_1 tadi adalah terbalik sehingga gambar yang sebenarnya adalah :



Tegangan

$$e_1 = I_1 R_1 = 1 \cdot 10 = 10 \text{ V} .$$

$$e_2 = I_1 R_2 = 1 \cdot 20 = 20 \text{ V} .$$

$$e_3 = I_3 R_3 = 3 \cdot 20 = 60 \text{ V} .$$

$$e_4 = I_2 R_4 = 1 \cdot 12 = 12 \text{ V} .$$

$$e_5 = I_2 R_5 = 1 \cdot 13 = 13 \text{ V} .$$

Daya ; $L_1 = e_1 \cdot I_1 = 10 \cdot 1 = 10 \text{ Watt} .$

$$L_2 = e_2 \cdot I_1 = 20 \cdot 1 = 20 \text{ Watt} .$$

$$L_3 = e_3 \cdot I_3 = 60 \cdot 3 = 60 \text{ Watt} .$$

$$L_4 = e_4 \cdot I_2 = 12 \cdot 1 = 12 \text{ Watt} .$$

$$L_5 = e_5 \cdot I_2 = 13 \cdot 1 = 13 \text{ Watt} .$$

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Sudarminto, Teknik Perencanaan dan Pemasangan Instalasi Listrik, Carya Remadja, Bandung 1972.
- Kokelaar, PH.J. Teknik Listrik jilid 1, Pradnya Paramita, Jakarta 1978.
- Ramelan dkk. Listrik Dalam Praktek jilid 1, Pradnya Paramita, Jakarta 1971.
- Buku Pedoman IKIP Padang Th. 1981 - 1982
Biro Penerbitan IKIP Padang.
- Buku Pedoman IKIP Padang Th. 1982 - 1983.
Biro Penerbitan IKIP Padang.
- Van Valkenburgh, Nouger & Neville, Basic Electricity, Part 3, The Technical Press Ltd, London 1978.
- Lovelace.T.A. Electrical Principles.Vol.2 . Thomas Nelson and Sons.LTD. 1978.
- Edward Hughes. Electrical Technology, Fifth edition , The English Language Book Society and Longman Group Ltd.