

BIDANG PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN
BERITA ACARA PERKULIAHAN
KULIAN OFF-LINE

PERIODE SEMESTER GASAL 2024-2025

MATA KULIAH:

ELEKTRONIKA DASAR KLAS A

LAMPIRAN BERITA ACARA PERKULIAHAN :

- 1. SK.DEKAN S.VOKASI SEMESTER GASAL 2024/2025*
- 2. PRESENSI KEHADIRAN DOSEN DAN MATERI AJAR*
- 3. JURNAL PERKULIAHAN MATA KULIAH*
- 4. NILAI KOMULATIF; KEHADIRAN,TUGAS, UTS DAN UAS*
- 5. CONTOH HAND OUT MATERI AJAR*

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL



**YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640 Telp. (021) 727 0090, 787 4645, 787 4647 Fax. (021) 786 6955
<http://www.istn.ac.id> E-mail: rektorat@istn.ac.id


**SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK
Nomor : 162/03-C.03/IX/2024
SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2024/2025**

Nama	: Ir. Edy Supriyadi, M.T.	Status Pegawai	: Edukatif Tetap
NIP/NIK/NIDN	: 01.87776/-/0319106301	Program Studi	: Fisika
Jabatan Akademik	: Lektor Kepala		

BIDANG	PERINCIAN KEGIATAN	RUANG/ TEMPAT	HARI/ JAM	SKS	KETERANGAN
I PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN	MENGAJAR DI KELAS (KULIAH/RESPONSI DAN LABORATORIUM)				
	1. Elektronika Dasar (FISIKA KELAS A)	A-3	Rabu/ 14:30-16:30	3	
	2. Sistem Pengaturan (FISIKA KELAS A)	A-2	Rabu/ 08:50-10:30	2	
II PENELITIAN	1. Penelitian Ilmiah / Penulisan Karya Ilmiah			1	
III PENGABDIAN DAN MASYARAKAT	1. Pelatihan dan Penyuluhan			1	
IV UNSUR-UNSUR PENUNJANG	1. Berperan Serta Aktif dalam Pertemuan Ilmiah/Seminar			1	
Jumlah Total				8	

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional. Penugasan ini berlaku tanggal 23 September 2024 sampai dengan 08 Februari 2025

Jakarta, 18 September 2024
Wakil Dekan FSTI


Dr. Musfirah Cahya Fajrah, S.Si., M.Sc.

Tembusan :

1. Wakil Rektor Bidang Akademik – ISTN
2. Wakil Rektor Bidang Sumber Daya – ISTN
3. Ka. Biro Pengembangan Sumber Daya Manusia – ISTN
4. Kepala Program Studi Sistem Informasi
5. Arsip



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

DAFTAR HADIR MAHASISWA FISIKA S1 2024 GANJIL

Mata kuliah : FI1312 - Elektronika Dasar
Kurikulum : 2024
Nama Kelas : A
Ruang : R-A3 / Ruang A3

Nama Dosen : Ir. EDY SUPRIYADI, MT.
Semester : 3
SKS : 3
Hari : Rabu, Jam 14:30-16:30

Halaman 1/1

No	NIM	NAMA	Pertemuan															
			1 25 Sep 2024	2 2 Okt 2024	3 9 Okt 2024	4 16 Okt 2024	5 23 Okt 2024	6 30 Okt 2024	7 6 Nov 2024	8 13 Nov 2024	9 20 Nov 2024	10 27 Nov 2024	11 4 Des 2024	12 11 Des 2024	13 18 Des 2024	14 25 Des 2024	15 1 Jan 2025	16 8 Jan 2025
1	23320001	ILDA SHINTYA PUTRI																
2	23320004	ACHMAD ZULKARNAEN																
Paraf Ketua Kelas																		
Paraf Dosen			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Jakarta Selatan, 25 September 2024

Dosen Pengajar,

Ir. EDY SUPRIYADI, MT.



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Website : www.istn.ac.id e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

JURNAL PERKULIAHAN FISIKA 2024 GANJIL

MATA KULIAH : Elektronika Dasar
NAMA DOSEN : Ir. EDY SUPRIYADI, MT.
KREDIT/SKS : 3 SKS
KELAS : A

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
1	Rabu, 25 September 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Pendahuluan; Penjelasan materi, sistem perkuliahan, tugas tugas dan sistem penilaian	Pendahuluan; Penjelasan materi, sistem perkuliahan, tugas tugas dan sistem penilaian	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
2	Rabu, 2 Oktober 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Penjelasan Mengenai Teori Atom	Penjelasan Mengenai Teori Atom	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
3	Rabu, 9 Oktober 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Pembahasan Resistor	Pembahasan Resistor	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
4	Rabu, 16 Oktober 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Pengenalan Komponen Kapasitor, Induktor, Diode dan Transistor	Pengenalan Komponen Kapasitor, Induktor, Diode dan Transistor	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
5	Rabu, 23 Oktober 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Hukum Teori Rangkaian dan analisisnya	Hukum Teori Rangkaian dan analisisnya	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
6	Rabu, 30 Oktober 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Diode PN	Diode PN	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
7	Rabu, 6 November 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Analisa Rangkaian Diode	Analisa Rangkaian Diode	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
8	Rabu, 13 November 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Ujian Tengah Semester Ganjil24/25	Terlaksana Ujian Tengah Semester Ganjil24/25	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	

Ditandatangani oleh: Ir. EDY SUPRIYADI, MT., pada 27 Februari 2025 03:37:23 WIB | siakad.istn.ac.id/siakadrep_perkuliah



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Website : www.istn.ac.id e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

JURNAL PERKULIAHAN
FISIKA 2024 GANJIL

MATA KULIAH : Elektronika Dasar
NAMA DOSEN : Ir. EDY SUPRIYADI, MT.
KREDIT/SKS : 3 SKS
KELAS : A

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
9	Rabu, 20 November 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Rangkaian Clipper dan Clamper pada Dioda	Rangkaian Clipper dan Clamper pada Dioda	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
10	Rabu, 27 November 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Dioda Zener sebagai penstabil tegangan	Dioda Zener sebagai penstabil tegangan	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
11	Rabu, 4 Desember 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Rangkaian Pengganda tegangan menggunakan Dioda	Rangkaian Pengganda tegangan menggunakan Dioda	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
12	Rabu, 11 Desember 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Transistor 1	Transistor 1	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
13	Rabu, 18 Desember 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Transistor 2	Transistor 2	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
14	Rabu, 25 Desember 2024	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Latihan dan Tugas Transistor 1 dan Transistor 2	Latihan dan Tugas Transistor 1 dan Transistor 2	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
15	Rabu, 1 Januari 2025	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Riview Tugas dari Materi Kuliah ke-9 s/d Materi Kuliah ke-14	Riview Tugas dari Materi Kuliah ke-9 s/d Materi Kuliah ke-14	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
16	Rabu, 8 Januari 2025	14:30	16:30	R-A3	Selesai	Ujian Akhir Semester (UAS) Semester Ganjil 24/25	Ujian Akhir Semester (UAS) Semester Ganjil 24/25	(2 / 2)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	

Jakarta, 27 Februari 2025

Ketua Prodi Fisika



ELDA RAYHANA, S.Si., M.Si.

NIDN 0303116304



INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id e-Mail : admin@istn.ac.id Telepon : (021) 7270090

NILAI PERKULIAHAN MAHASISWA

PRODI : FISIKA

PERIODE : 2024 GANJIL

Mata kuliah : Elektronika Dasar

Nama Kelas : A

Kelas / Kelompok :

Kode Mata kuliah : FI1312

SKS : 3

No	NIM	Nama Mahasiswa	TUGAS INDIVIDU (20%)	UTS (30%)	UAS (40%)	KEHADIRAN (10%)	Nilai	Grade	Lulus	Sunting KRS?	Info
1	23320001	ILDA SHINTYA PUTRI	75.00	70.00	70.00	100.00	74.00	B+	✓		
2	23320004	ACHMAD ZULKARNAEN	70.00	70.00	65.00	100.00	71.00	B	✓		

Tanggal Cetak : Senin, 17 Februari 2025, 10:17:09

Paraf Dosen :

Ir. EDY SUPRIYADI, MT.

HUKUM DAN TEORI RANGKAIAN

Rumus Hukum Ohm

Simbol yang digunakan pada hukum Ohm adalah **V** untuk voltase atau tegangan listrik yang diukur dalam satuan volt, **R** untuk resistansi atau hambatan yang diukur dalam satuan ohm (Ω), dan **I** untuk arus listrik yang diukur dalam satuan ampere.

Sesuai dengan bunyi hukum Ohm, secara matematis untuk menghitung besar voltase listrik menggunakan rumus:

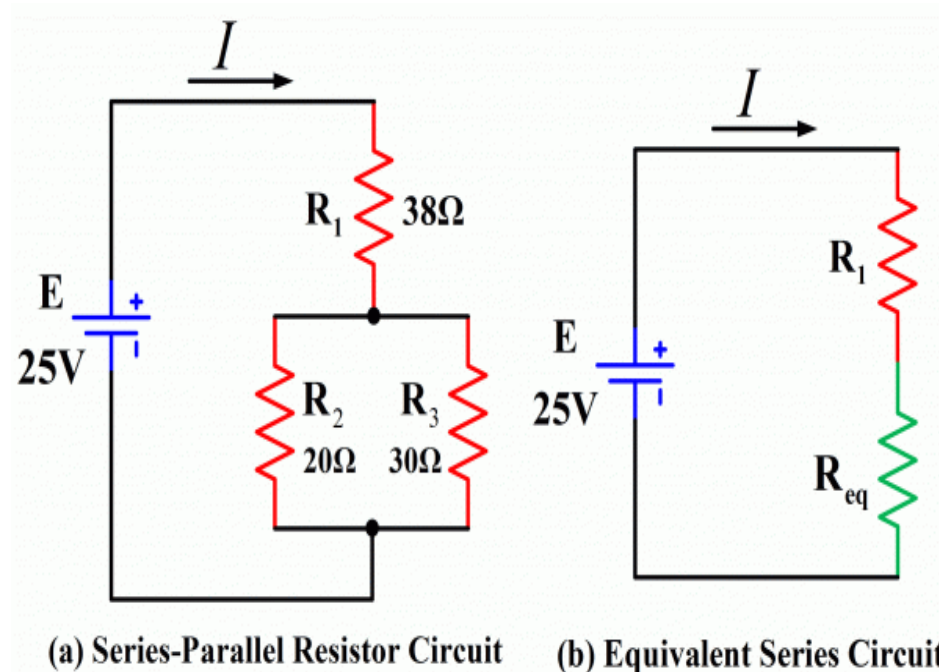
$$V = I \times R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

Rumus diatas dapat dituliskan kembali untuk mendapatkan hambatan:

$$R = \frac{V}{I}$$

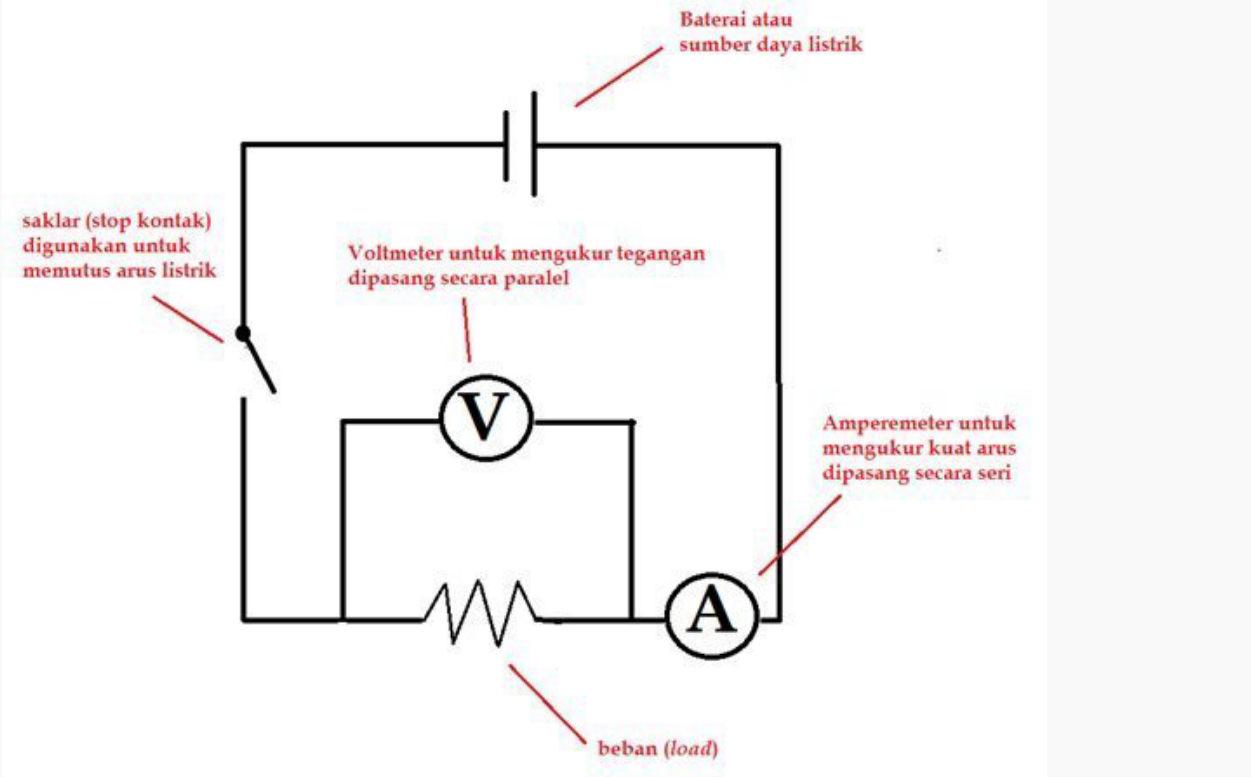
Untuk memudahkan mengingat, dapat dilihat pada gambar dibawah yang mengilustrasikan rumus yang dipakai pada hukum Ohm.



(a) Series-Parallel Resistor Circuit

(b) Equivalent Series Circuit

CARA MENGUKUR ARUS dan TEGANGAN :

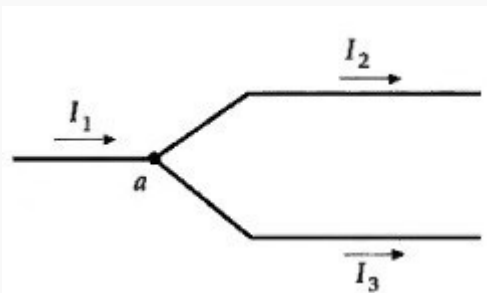


Hukum Kirchhoff 1

Hukum Kirchhoff 1 dikenal sebagai hukum percabangan (junction rule), karena hukum ini memenuhi kekekalan muatan. Hukum ini diperlukan untuk rangkaian yang multisimpal yang mengandung titik-titik percabangan ketika arus mulai terbagi. Pada keadaan tunak, tidak ada akumulasi muatan listrik pada setiap titik dalam rangkaian. Dengan demikian, jumlah muatan yang masuk di dalam setiap titik akan meninggalkan titik tersebut dengan jumlah yang sama.

Hukum Kirchhoff 1 menyatakan bahwa:

“Jumlah arus listrik yang masuk melalui titik percabangan dalam suatu rangkaian listrik sama dengan jumlah arus yang keluar melalui titik percabangan tersebut”



Ilustrasi hukum Kirchhoff tentang titik percabangan. Arus I_1 yang mengalir melalui titik percabangan a akan sama dengan jumlah $I_2 + I_3$ yang keluar dari titik percabangan

Secara umum rumus hukum Kirchhoff 1 dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Gambar 1.2 menunjukkan suatu titik percabangan dari 5 buah kawat yang dialiri arus I_1, I_2 dan I_2 .

Dalam rentang waktu Δt , muatan $q_1 = I_1 \Delta t$ mengalir melalui titik percabangan dari arah kiri. Dalam rentang waktu Δt juga, muatan $q_2 = I_2 \Delta t$ dan $q_3 = I_3 \Delta t$ bergerak ke arah

kanan meninggalkan titik percabangan. Karena muatan tersebut bukan berasal dari titik percabangan dan tidak juga menumpuk pada titik tersebut dalam keadaan tunak, maka muatan akan terkonservasi di titik percabangan tersebut, yaitu:

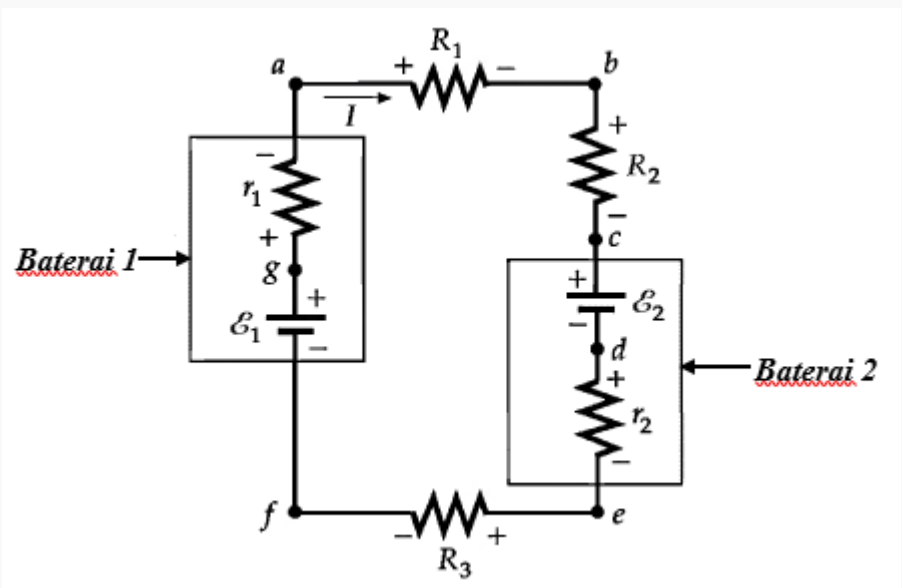
$$l_1 = l_2 + l_3$$

Hukum Kirchhoff 2

Bunyi hukum Kirchhoff 2 adalah sebagai berikut:

“Pada setiap rangkaian tertutup, jumlah beda potensialnya harus sama dengan nol”

Hukum Kirchhoff 2 juga sering disebut sebagai hukum simpal (loop rule), karena pada kenyataannya beda potensial diantara dua titik percabangan dalam satu rangkaian pada keadaan tunak adalah konstan. Hukum ini merupakan bukti dari adanya hukum konservasi energi. Jika kita memiliki suatu muatan Q pada sembarang titik dengan potensial V , dengan demikian energi yang dimiliki oleh muatan tersebut adalah QV . Selanjutnya, jika muatan mulai bergerak melintasi simpal tersebut, maka muatan yang kita miliki akan mendapatkan tambahan energi atau kehilangan sebagian energinya saat melalui resistor baterai atau elemen lainnya. Namun saat kembali ke titik awalnya, energinya akan kembali menjadi QV . Sebagai contoh penggunaan hukum ini (Gambar 1.3), dua baterai yang berisi hambatan dalam r_1 dan r_2 serta ada 3 hambatan luar. Kita akan bisa menentukan arus dalam rangkaian tersebut sebagai fungsi GGL dan hambatan.



Rangkaian berisi 2 buah baterai dan 3 resistor eksternal. Tanda plus minus pada resistor digunakan untuk mengingatkan kita sisi mana pada setiap resistor yang berada pada potensial lebih tinggi untuk arah arus yang diasumsikan.

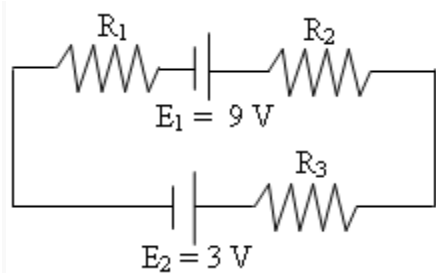
Secara umum rumus hukum Kirchhoff 2 dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\sum IR + \sum \epsilon = 0$$

Contoh Soal Hukum Kirchhoff

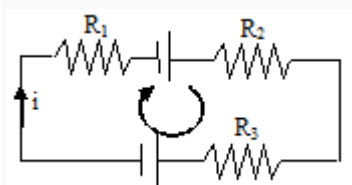
Contoh Soal 1:

Perhatikan gambar rangkaian tertutup dibawah ini!



Apabila $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ dan $R_3 = 6\Omega$, maka kuat arus yang mengalir pada rangkaian adalah ...

Kita terlebih dahulu tentukan arah arus dan arah loop, dalam hal ini kita akan menentukan arah loop searah dengan arah jarum jam.



Dengan menerapkan hukum Kirchhoff 2, kita akan dapatkan nilai arus listrik sebagai berikut:

$$\sum IR + \sum \epsilon = 0$$

$$i \cdot R_1 - E_1 + i \cdot R_2 + i \cdot R_3 + E_2 = 0$$

$$i(R_1 + R_2 + R_3) + E_2 - E_1 = 0$$

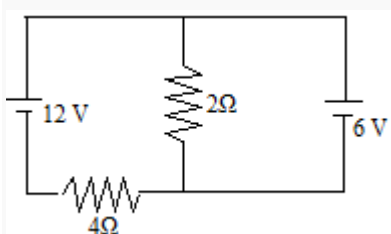
$$i(2\Omega + 4\Omega + 6\Omega) + 3V - 9V = 0$$

$$12i - 6V = 0$$

$$12i = 6V \text{ maka } i = 0.5A$$

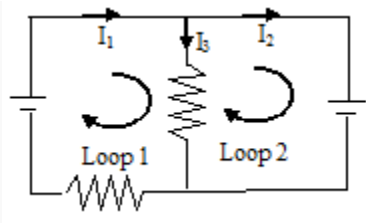
Contoh Soal 2:

Pada rangkaian listrik di bawah ini diberikan diberikan $R_1 = 4\Omega$ dan $R_2 = 2\Omega$. Jika saklar S ditutup, tentukan besarnya daya pada R_1 !



Jawaban:

Kita tentukan arah loop sebagai berikut:



Kita akan menerapkan hukum Kirchhof 1, dimana:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Dan berdasarkan hukum yang kedua:

➤ Loop 1

$$-12\text{ V} + I_3(2\ \Omega) + I_1(4\ \Omega) = 0$$

$$I_1(4\ \Omega) + I_3(2\ \Omega) = 12\text{ V}$$

➤ Loop 2

$$6\text{ V} - I_3(2\ \Omega) = 0$$

$$I_3(2\ \Omega) = 6\text{ V} \text{ maka diperoleh } I_3 = 3\text{ A}$$

Substitusi hasil dari Loop 2 ke Loop 1.

$$I_1(4\ \Omega) + (3\text{ A})(2\ \Omega) = 12\text{ V}$$

$$I_1(4\ \Omega) + 6\text{ V} = 12\text{ V}$$

$$I_1(4\ \Omega) = 6\text{ V}$$

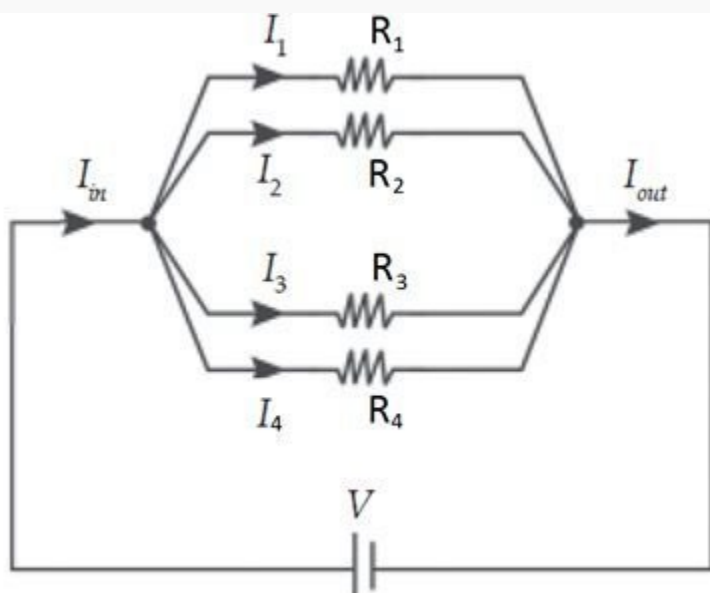
$$I_1 = \frac{6\text{ V}}{4\ \Omega} = 1.5\text{ A}$$

Menghitung daya (P):

$$P = I_1^2 \cdot R = (1.5)^2(4) = 9\text{ Watt}$$

Contoh Soal 3:

Perhatikan gambar dibawah ini:



Diketahui $I_1=I_2=2$ Ampere, $I_3=I_4=1,5$ Ampere, $R_1=2\ \Omega$, $R_2=8\ \Omega$, $R_3=6\ \Omega$, dan $R_4=4\ \Omega$. Berapa besar Voltase pada rangkaian tersebut?

Pertama, kita cari arusnya dengan Hukum Kirchoff 1:

$$\begin{aligned} I_{masuk} &= I_{keluar} \\ I_{masuk} &= I_1 = I_2 = I_3 = I_4 \\ I_{masuk} &= 2A + 2A + 1,5A + 1,5A = 7A \end{aligned}$$

Kemudian, total hambatan paralelnya dicari dengan:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{paralel}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\ R_{paralel} &= \frac{24\Omega}{25} = 0,96\Omega \end{aligned}$$

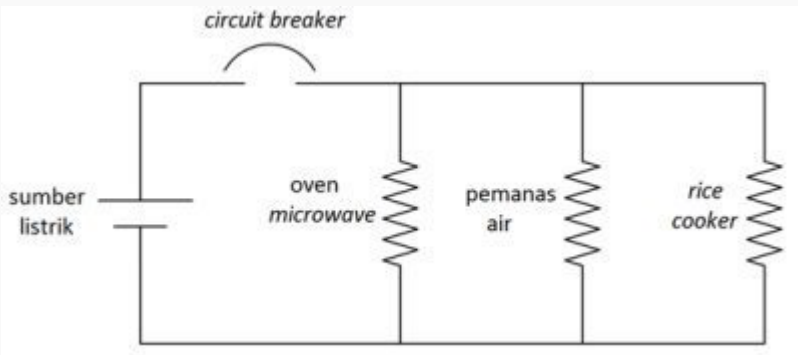
Lalu, untuk mencari Voltase dipakai Hukum Ohm:

$$V = I \times R = 7A \times 0,96\Omega = 0,672V$$

Contoh Soal 2

Sebuah dapur memiliki tiga peralatan elektronik yang terpasang pada jalur listrik 120 Volt, yaitu: oven microwave 1200 Watt, pemanas air 850 Watt, dan rice cooker 900 Watt. Arus listrik akan terputus pada circuit breaker PLN yang terpasang jika melebihi 15 Ampere. Dari ketiga benda elektronik tersebut, manakah yang dapat dipakai secara bersamaan tanpa memutuskan circuit breaker yang dapat memutuskan arus listrik?

Kita harus tahu bahwa stop kontak di rumah kita merupakan rangkaian paralel sehingga masing-masing jalur tidak mempengaruhi jalur lain dan saat salah satu jalur terputus, maka jalur lainnya akan tetap dapat mengalir arus listrik. Agar lebih jelasnya, perhatikan gambar di bawah ini.



Dengan arus listrik maksimal 15 Ampere pada voltase 120 volt, maka besarnya daya listrik maksimal pada dapur tersebut adalah:

$$P = V \times I = 120V \times 15A = 1800Watt$$

Agar tidak terjadi “mati listrik” karena turunnya circuit breaker, maka penggunaan alat-alat elektronik tidak boleh melebihi 1800 Watt.

- Oven microwave + pemanas air + rice cooker: 1200 W + 850 W + 900 W = 2950 W
- Oven microwave + pemanas air: 1200 W + 850W = 2050 W
- Oven microwave + rice cooker: 1200 W + 900 W = 2100 W
- Rice cooker + pemanas air: 900 W + 850 W = 1750 W

Jadi, pada dapur hanya bisa dioperasikan rice cooker dan pemanas air secara bersamaan. Semua kombinasi lain selain kedua peralatan diatas akan menurunkan circuit breaker sehingga listrik akan padam.

Kapasitor

Kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang terdiri dari dua buah penghantar yang diberi sekat. Sekat tersebut terbuat dari bahan isolasi (mika, kertas, keramik, udara, dan sebagainya).Kapasitor mampu menyimpan muatan listrik.

Kemampuan menyimpan muatan listrik suatu kapasitor dinyatakan dalam satuan Farad dan dipengaruhi oleh :

Luas penampang keping penghantar

Jarak antar keping

Jenis dielektrika

Dituliskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$C = \frac{\epsilon}{12,56.d}.D \quad (1)$$

Di mana :C = kapasitas kapasitorε= konstanta dielektrikumD = luas bidang plat d = jarak antara plat

2.1 Kapasitor dalam Hubungan Seri

Jika dua atau lebih kapasitor dirangkai secara berderet / seri seperti pada gambar 2.5 (b), maka kapasitas

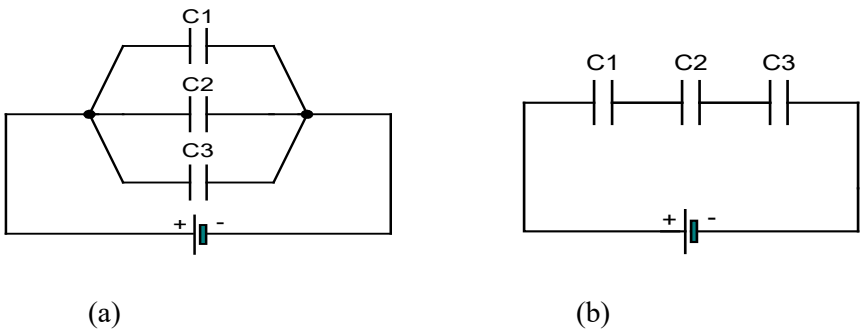
kapasitannya menjadi kecil karena terkait seperti rumus : $V = \frac{Q}{C}$ maka

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

2.2 Kapasitor dalam Hubungan Paralel

Untuk memperoleh kapasitas kapasitor yang lebih besar, dua atau lebih kapasitor dirangkai secara paralel seperti pada gambar 2.5 (a), maka kapasitas kapasitannya menjadi besar karena terkait dengan rumus :

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 = V \quad \text{maka} \quad C_t = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$



(a) a. Kapasitor hubung paralel²
(b) b. Kapasitor hubung seri³

2.3 Jenis-jenis Kapasitor

Ada beberapa jenis kapasitor, yaitu:

- Kapasitor mika
- Kondensator kertas
- Kondensator elektrolit

2.4 Fungsi Kapasitor

Fungsi dari kapasitor, yaitu: Menyimpan tenaga listrik (dalam dielektriknya), Menahan arus searah, Penapisan

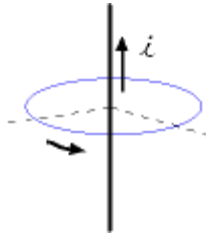
¹ Ibid, hal 31

² Suryatmo, *Dasar-dasar Teknik Listrik*, hal 140

³ Ibid, hal 142

Induktor

untuk mengetahui arah medan listrik terhadap arus listrik, Jika seutas kawat tembaga diberi aliran listrik, maka di sekeliling kawat tembaga akan terbentuk medan listrik. Dengan aturan tangan kanan dapat diketahui arah medan listrik terhadap arah arus listrik. Caranya sederhana yaitu dengan mengacungkan jari jempol tangan kanan sedangkan keempat jari lain menggenggam. Arah jempol adalah arah arus dan arah ke empat jari lain adalah arah medan listrik yang mengitarinya.



Tentu masih ingat juga percobaan dua utas kawat tembaga paralel yang keduanya diberi arus listrik. Jika arah arusnya berlawanan, kedua kawat tembaga tersebut saling menjauh. Tetapi jika arah arusnya sama ternyata keduanya berdekatan saling tarik-menarik. Hal ini terjadi karena adanya induksi medan listrik. Dikenal medan listrik dengan simbol **B** dan satuannya Tesla (T). Besar akumulasi medan listrik **B** pada suatu luas area **A** tertentu didefinisikan sebagai besar *magnetic flux*. Simbol yang biasa digunakan untuk menunjukkan besar *magnetic flux* ini adalah Φ dan satuannya Weber ($\text{Wb} = \text{T.m}^2$). Secara matematis besarnya adalah :

$$\Phi = BA$$

medan flux...(1)

Lalu bagaimana jika kawat tembaga itu dililitkan membentuk koil atau kumparan. Jika kumparan tersebut dialiri listrik maka tiap lilitan akan saling menginduksi satu dengan yang lainnya. Medan listrik yang terbentuk akan segaris dan saling menguatkan. Komponen yang seperti inilah yang dikenal dengan induktor selenoid.

Dari buku fisika dan teori medan yang menjelimit, dibuktikan bahwa induktor adalah komponen yang dapat menyimpan energi magnetik. Energi ini direpresentasikan dengan adanya tegangan **emf** (*electromotive force*) jika induktor dialiri listrik. Secara matematis tegangan emf ditulis :

$$E = - L \frac{di}{dt}$$

tegangan emf (2)

Jika dibandingkan dengan rumus hukum Ohm **V=RI**, maka kelihatan ada kesamaan rumus. Jika **R** disebut resistansi dari resistor dan **V** adalah besar tegangan jepit jika resistor dialiri listrik sebesar **I**. Maka **L** adalah induktansi dari induktor dan **E** adalah tegangan yang timbul jika induktor dilalui listrik. Tegangan emf di sini adalah respon terhadap perubahan arus fungsi dari waktu terlihat dari rumus **di/dt**. Sedangkan bilangan negatif sesuai dengan hukum **Lenz** yang mengatakan efek induksi cenderung melawan perubahan yang menyebabkannya.

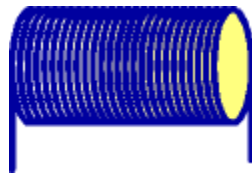
Hubungan antara emf dan arus inilah yang disebut dengan **induktansi**, dan satuan yang digunakan adalah **(H) Henry**.

Induktor disebut self-induced

Arus listrik yang melewati kabel, jalur-jalur pcb dalam suatu rangkain berpotensi untuk menghasilkan medan induksi. Ini yang sering menjadi pertimbangan dalam mendesain pcb supaya bebas dari efek induktansi terutama jika *multilayer*. Tegangan emf akan menjadi penting saat perubahan arusnya fluktuatif. Efek emf menjadi signifikan pada sebuah induktor, karena perubahan arus yang melewati tiap lilitan akan saling menginduksi. Ini yang dimaksud dengan *self-induced*. Secara matematis induktansi pada suatu induktor dengan jumlah lilitan sebanyak **N** adalah akumulasi flux magnet untuk tiap arus yang melewatinya :

$$L = \frac{N\Phi}{i}$$

induktansi (3)



Induktor selenoida

Fungsi utama dari induktor di dalam suatu rangkaian adalah untuk melawan fluktuasi arus yang melewatinya. Aplikasinya pada rangkaian dc salah satunya adalah untuk menghasilkan tegangan dc yang konstan terhadap fluktuasi beban arus. Pada aplikasi rangkaian ac, salah satu gunanya adalah bisa untuk meredam perubahan fluktuasi arus yang tidak diinginkan. Akan lebih banyak lagi fungsi dari induktor yang bisa diaplikasikan pada rangkaian filter, tuner dan sebagainya.

Dari pemahaman fisika, elektron yang bergerak akan menimbulkan medan elektrik di sekitarnya. Berbagai bentuk kumparan, persegi empat, setegah lingkaran ataupun lingkaran penuh, jika dialiri listrik akan menghasilkan medan listrik yang berbeda. Penampang induktor biasanya berbentuk lingkaran, sehingga diketahui besar medan listrik di titik tengah lingkaran adalah :

$$B = \mu\mu_0 ni$$

Medan listrik (4)

Jika dikembangkan, n adalah jumlah lilitan N relatif terhadap panjang induktor **l**. Secara matematis ditulis :

$$n = \frac{N}{l}$$

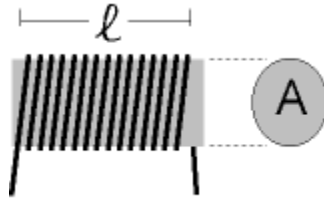
Lilitan per-meter.....(5)

Lalu **i** adalah besar arus melewati induktor tersebut. Ada simbol μ yang dinamakan permeability dan μ_0 yang disebut permeability udara vakum. Besar permeability μ tergantung dari bahan inti (*core*) dari induktor. Untuk induktor tanpa inti (*air winding*) $\mu = 1$.

Jika rumus-rumus di atas di subsitusikan maka rumus induktansi (rumus 3) dapat ditulis menjadi :

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 A}{\ell}$$

Induktansi Induktor (6)



Induktor selenoida dengan inti (core)

L : induktansi dalam H (Henry)

μ : permeability inti (core)

μ_0 : permeability udara vakum

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

N : jumlah lilitan induktor

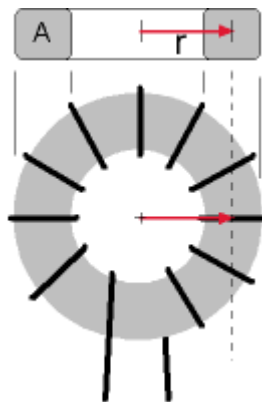
A : luas penampang induktor (m^2)

ℓ : panjang induktor (m)

Inilah rumus untuk menghitung nilai induktansi dari sebuah induktor. Tentu saja rumus ini bisa dibolak-balik untuk menghitung jumlah lilitan induktor jika nilai induktansinya sudah ditentukan.

Toroid

Ada satu jenis induktor yang kenal dengan nama toroid. Jika biasanya induktor berbentuk silinder memanjang, maka toroid berbentuk lingkaran. Biasanya selalu menggunakan inti besi (core) yang juga berbentuk lingkaran seperti kue donat.



Toroida

Jika jari-jari toroid adalah r , yaitu jari-jari lingkaran luar dikurangi jari-jari lingkaran dalam. Maka panjang induktor efektif adalah kira-kira :

$$\ell = 2\pi r$$

Keliling lingkaran toroida (7)

Dengan demikian untuk toroida besar induktansi L adalah :

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 A}{2\pi r}$$

Induktansi Toroida(8)

Salah satu keuntungan induktor berbentuk toroid, dapat induktor dengan induktansi yang lebih besar dan dimensi yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan induktor berbentuk silinder. Juga karena toroid umumnya menggunakan inti (*core*) yang melingkar, maka medan induksinya tertutup dan relatif tidak menginduksi komponen lain yang berdekatan di dalam satu pcb.

Ferit dan Permeability

Besi lunak banyak digunakan sebagai inti (*core*) dari induktor yang disebut ferit. Ada bermacam-macam bahan ferit yang disebut ferromagnetik. Bahan dasarnya adalah bubuk besi oksida yang disebut juga *iron powder*. Ada juga ferit yang dicampur dengan bahan bubuk lain seperti *nickle*, *manganase*, *zinc* (seng) dan *mangnesium*. Melalui proses yang dinamakan kalsinasi yaitu dengan pemanasan tinggi dan tekanan tinggi, bubuk campuran tersebut dibuat menjadi komposisi yang padat. Proses pembuatannya sama seperti membuat keramik. Oleh sebab itu ferit ini sebenarnya adalah keramik.

Ferit yang sering dijumpai ada yang memiliki $\mu = 1$ sampai $\mu = 15.000$. Dapat dipahami penggunaan ferit dimaksudkan untuk mendapatkan nilai induktansi yang lebih besar relatif terhadap jumlah lilitan yang lebih sedikit serta dimensi induktor yang lebih kecil.

Penggunaan ferit juga disesuaikan dengan frekeunsi kerjanya. Karena beberapa ferit akan optimum jika bekerja pada selang frekuensi tertentu. Berikut ini adalah beberapa contoh bahan ferit yang dipasar dikenal dengan kode nomer materialnya. Pabrik pembuat biasanya dapat memberikan data kode material, dimensi dan permeability yang lebih detail.

Material No.	μ	Freq. Optimum MHz
67	40	10 - 80
68	20	80 - 180
77	2.000	0.5 - 50
F	3.000	0.5 - 50
J	5.000	< 1
W	10.000	< 1
H	15.000	< 200 kHz

data material ferit

Sampai di sini kita sudah dapat menghitung nilai induktansi suatu induktor. Misalnya induktor dengan jumlah lilitan 20, berdiameter 1 cm dengan panjang 2 cm serta menggunakan inti ferit dengan $\mu = 3000$. Dapat diketahui nilai induktansinya adalah :

$$L \approx 5.9 \text{ mH}$$

Selain ferit yang berbentuk silinder ada juga ferit yang berbentuk toroida. Umumnya dipasar tersedia berbagai macam jenis dan ukuran toroida. Jika datanya lengkap, maka kita dapat menghitung nilai induktansi dengan menggunakan rumus-rumus yang ada. Karena perlu diketahui nilai permeability bahan ferit, diameter lingk ar luar, diameter lingk ar dalam serta luas penampang toroida. Tetapi biasanya pabrikan hanya membuat daftar indeks induktansi (*inductance index*) **A_L**. Indeks ini dihitung berdasarkan dimensi dan permeability ferit. Dengan data ini dapat dihitung jumlah lilitan yang diperlukan untuk mendapatkan nilai induktansi tertentu. Seperti contoh tabel **A_L** berikut ini yang satuannya **μH/100 lilitan**.

Material No. 3		1	2	10
Warna	Grey	Blue	Red	Black
μ	35	20	10	6
Freq. Opt. MHz	< 0.5	0.5-5	2-30	30-100
T30	140	85	43	25
T44	180	105	52	33
T50	175	100	49	31
T130	350	200	110	
T200	425	250	200	100
T400			185	

Tabel A_L

Rumus untuk menghitung jumlah lilitan yang diperlukan untuk mendapatkan nilai induktansi yang diinginkan adalah :

$$N = 100 \sqrt{\frac{L}{A_L}}$$

Indeks A_L (9)

Misalnya digunakan ferit toroida **T50-1**, maka dari table diketahui nilai $A_L = 100$. Maka untuk mendapatkan induktor sebesar 4μH diperlukan lilitan sebanyak :

$$N \approx 20 \text{ lilitan}$$

Rumus ini sebenarnya diperoleh dari rumus dasar perhitungan induktansi dimana induktansi L berbanding lurus dengan kuadrat jumlah lilitan N^2 . Indeks A_L umumnya sudah baku dibuat oleh pabrikan sesuai dengan dimensi dan permeability bahan feritnya.

Permeability bahan bisa juga diketahui dengan kode warna tertentu. Misalnya abu-abu, hitam, merah, biru atau kuning. Sebenarnya lapisan ini bukan hanya sekedar warna yang membedakan permeability, tetapi berfungsi juga sebagai pelapis atau isolator. Biasanya pabrikan menjelaskan berapa nilai tegangan kerja untuk toroida tersebut.

Contoh bahan ferit toroida di atas umumnya memiliki premeability yang kecil. Karena bahan ferit yang demikian terbuat hanya dari bubuk besi (*iron power*). Banyak juga ferit toroid dibuat dengan nilai permeability μ yang besar. Bahan ferit tipe ini terbuat dari campuran bubuk besi dengan bubuk logam lain. Misalnya ferit toroida FT50-77 memiliki indeks $A_L = 1100$.

Kawat tembaga

Untuk membuat induktor biasanya tidak diperlukan kawat tembaga yang sangat panjang. Paling yang diperlukan hanya puluhan sentimeter saja, sehingga efek resistansi bahan kawat tembaga dapat diabaikan. Ada banyak kawat tembaga yang bisa digunakan. Untuk pemakaian yang profesional di pasar dapat dijumpai kawat tembaga dengan standar AWG (*American Wire Gauge*). Standar ini tergantung dari diameter kawat, resistansi dan sebagainya. Misalnya kawat tembaga AWG32 berdiameter kira-kira 0.3mm, AWG22 berdiameter 0.7mm ataupun AWG20 yang berdiameter kira-kira 0.8mm. Biasanya yang digunakan adalah kawat tembaga tunggal dan memiliki isolasi.