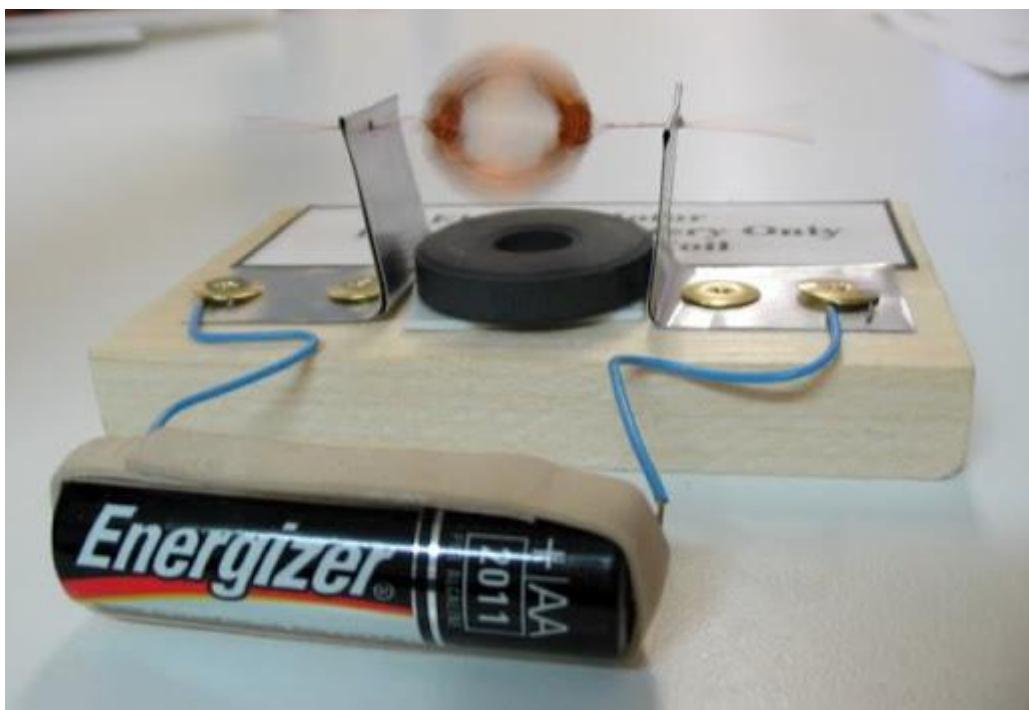


PETUNJUK

PRAKTIKUM



LISTRIK & MAGNET



LABORATORIUM TERPADU
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI JEMBER
2020

LEMBAR PENGESAHAN
PETUNJUK PRAKTIKUM MATA KULIAH
LISTRIK DAN MAGNET

Disusun Oleh:

Dinar Maftukh Fajar, S.Pd., M.PFis.
Dosen Mata Kuliah Listrik dan Magnet

**Telah diperiksa untuk dapat digunakan dalam praktikum mata kuliah
Listrik dan Magnet Program Studi Tadris IPA IAIN Jember di Laboratorium FTIK.**

Senin, 9 Maret 2020

Kepala Laboratorium FTIK,


Dr. H. Abdul Muhith, M.Pd.I.
NIP 197210161998031003

Ketua Prodi Tadris IPA,


Dr. A. Suhardi, S.T. M.Pd.
NIP 197309152009121002

Mengetahui,
Wakil Dekan Bidang Akademik



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Modul Praktikum Listrik dan Magnet ini dapat diselesaikan dengan baik. Modul Praktikum Listrik dan Magnet ini secara khusus digunakan untuk Program Studi Tadris Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) Institut Agama Islam Negeri Jember.

Topik yang disajikan dalam Modul Praktikum Listrik dan Magnet ini terbagi menjadi beberapa bagian besar: listrik statis, listrik dinamis, kemagnetan, dan elektromagnet. Konsep dasar pengukuran dan ketidakpastian akan dipaparkan di bagian awal. Di samping itu disajikan juga Tata Tertib di Laboratorium Terpadu agar para mahasiswa dapat bekerja dengan hati-hati, tertib, lancar, dan tidak merusak alat.

Dalam perkembangan penyusunan modul ini, Laboratorium FTIK melakukan pengadaan alat dan bahan praktikum sehingga saat ini telah tersedia KIT Listrik dan Magnet yang diproduksi oleh Pudak Scientific. Oleh karena itu, bagian akhir modul ini dicantumkan juga judul-judul praktikum dari Pudak Scientific sebagai tambahan terhadap judul praktikum yang telah dijalankan sebelumnya.

Modul Praktikum Listrik dan Magnet ini masih selalu diupayakan penyempurnaannya. Oleh karena itu, kami membuka saran dan kritik untuk perbaikan modul maupun peralatan praktikum Listrik dan Magnet melalui laboran atau dosen yang mengampu.

Jember, Februari 2020

Dinar Maftukh Fajar, S.Pd., MPFis.

PEDOMAN PRAKTIKUM GELOMBANG DAN OPTIK

1. Kehadiran

- Praktikum **harus diikuti sekurang-kurangnya 80%** dari jumlah total praktikum yang diberikan, yakni minimal 4 dari 6 kali pertemuan. Jika syarat tersebut tidak dipenuhi maka praktikum dinyatakan tidak lulus, yang akan mengakibatkan ketidaklulusan pada mata kuliah Gelombang dan Optik.
- Ketidakhadiran karena **sakit** harus disertai surat keterangan resmi yang diserahkan ke dosen pengampu **paling lambat dua minggu** sejak ketidakhadirannya. Jika **tidak dipenuhi** maka dikenakan **SANKSI 3**.
- Keterlambatan **kurang dari dua puluh menit** dikenai **SANKSI 1**.
- Keterlambatan **lebih dari dua puluh menit** dikenai **SANKSI 2**.
- Data kehadiran akan dirujuk pada data absensi. Setiap mahasiswa diwajibkan melakukan dan mengkonfirmasi absensinya dengan benar.

2. Persyaratan Mengikuti Praktikum

- Berperilaku dan berpakaian sopan. Jika **tidak dipenuhi** maka sekurang-kurangnya dikenai **SANKSI 1**.
- Mengenakan **Jas Lab** dan memakai **Name Tag**. Jika tidak dipenuhi maka dikenakan **SANKSI 2** atau **SANKSI 1 plus SANKSI ADMINISTRASI**.
- Mengerjakan tugas-tugas pendahuluan jika ada.
- Menyiapkan diri dengan topik praktikum yang akan dilakukan. Mahasiswa yang kedapatan tidak siap untuk praktikum bisa tidak diizinkan mengikuti praktikum (dapat dikenai SANKSI 3).

3. Pelaksanaan Praktikum

- Menaati tata tertib yang berlaku di Laboratorium Terpadu.
- Mengikuti petunjuk yang diberikan oleh Asisten dan Dosen Penanggung Jawab Praktikum.
- Memelihara kebersihan dan bertanggung jawab atas keutuhan alat-alat praktikum.

4. Penilaian

- **Nilai praktikum** ditentukan dari nilai Tugas Awal, Tes Awal, Aktivitas, dan Laporan (atas kesepakatan bersama dosen sebelum pelaksanaan praktikum).
- **Nilai akhir praktikum (AP)** dihitung dari rata-rata nilai praktikum, yaitu dari hasil pembagian atas 4 kali praktikum, meskipun jumlah praktikum yang diikuti kurang dari 4 kali.
- **Kelulusan praktikum** ditentukan berdasarkan nilai akhir praktikum ($AP \geq 50$) dan keikutsertaan praktikum ($\geq 80\%$).

5. Sanksi Nilai

- **SANKSI 1:** Nilai Modul yang bersangkutan dikurangi 10

- **SANKSI 2:** Nilai Modul yang bersangkutan dikurangi 50%.
- **SANKSI 3:** Tidak diperkenankan mengikuti praktikum, sehingga Nilai Modul yang bersangkutan = NOL.

6. Sanksi Administrasi

Sanksi administrasi diberikan bagi praktikan yang selama praktikum berlangsung menimbulkan kerugian, misalnya memecahkan/ merusakkan alat, menghilangkan/ tertinggal **Name Tag** dsb. Nilai denda dan tata cara pergantian dapat dilihat pada papan pengumuman.

7. Praktikum Susulan dan Ulangan

- Secara umum **tidak diadakan** praktikum susulan, kecuali bagi yang berhalangan praktikum karena sakit. Praktikum susulan akan dilaksanakan setelah praktikum regular berakhir. Persyaratan lengkap dan jadwalnya akan diatur kemudian.
- Bagi mahasiswa yang mengulang praktikum, diwajibkan mengikuti praktikum sebanyak jumlah total praktikum.

8. Lain-Lain

- Praktikum regular dilaksanakan pada waktu yang dijadwalkan.
- Praktikum yang tidak dapat dilaksanakan karena bertepatan dengan hari libur, listrik PLN padam dsb., akan diberikan waktu praktikum pengganti setelah seluruh sesi praktikum regular selesai.
- Tata tertib berperilaku sopan di dalam laboratorium meliputi di antaranya larangan makan, minum, merokok, menggunakan *handphone/smartphone* (kecuali *stopwatch*), *multimedia player*, *gadget tab* dan sejenisnya. Selama praktikum tidak diperkenankan menggunakan perangkat tersebut, seperti bertelepon, ber-SMS, dan ber-WA dengan *handphone/smartphone*.
- Tata tertib berpakaian sopan di dalam laboratorium meliputi di antaranya larangan memakai sandal dan sejenisnya.

Jember, Februari 2020

Tim Dosen Gelombang dan Optik

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
PEDOMAN PRAKTIKUM GELOMBANG DAN OPTIK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
KONSEP DASAR PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN.....	1
Percobaan 1: Listrik Statis	7
Percobaan 2: Medan Listrik	10
Percobaan 3: Arus dan Hambatan	13
Percobaan 4: Rangkaian Seri dan Paralel.....	16
Percobaan 5: Medan Magnet.....	22
Percobaan 6: Elektromagnetik.....	30

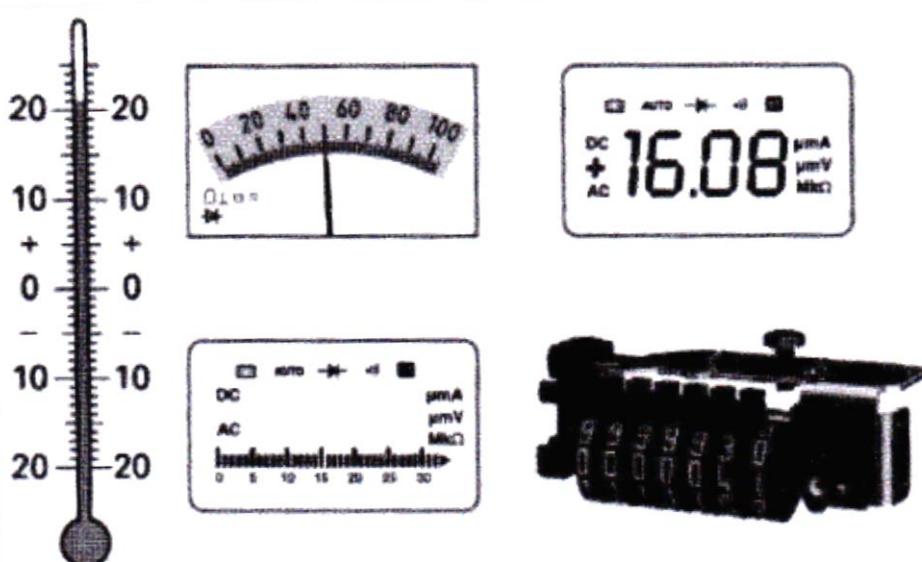
KONSEP DASAR PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN

A. Alat Ukur Dasar

Alat ukur adalah perangkat untuk menentukan nilai atau besaran dari suatu kuantitas atau variabel fisis. Pada umumnya alat ukur dasar terbagi menjadi dua jenis, yaitu alat ukur analog dan digital. Ada dua sistem pengukuran yaitu sistem analog dan sistem digital. Alat ukur analog memberikan hasil ukuran yang bernilai kontinyu, misalnya penunjukan suhu yang ditunjukkan oleh skala, penunjuk jarum dalam skala meter, atau penunjukkan skala elektronik (Gambar 1.a). Alat ukur digital memberikan hasil pengukuran yang bernilai diskrit. Hasil pengukuran tegangan atau arus dari meter digital merupakan sebuah nilai dengan jumlah digit tertentu yang ditunjukkan pada panel *display*-nya (Gambar 1.b).

Suatu pengukuran selalu disertai oleh ketidakpastian. Beberapa penyebab ketidakpastian tersebut antara lain adanya Nilai Skala Terkecil (NST), kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan paralaks, fluktuasi parameter pengukuran dan lingkungan yang saling mempengaruhi serta keterampilan pengamat. Dengan demikian amat sulit untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari suatu besaran melalui pengukuran. Beberapa panduan akan disajikan dalam modul ini bagaimana cara memperoleh hasil pengukuran seteliti mungkin serta cara melaporkan ketidakpastian yang menyertainya.

Beberapa alat ukur dasar yang akan dipelajari dalam praktikum ini adalah jangka sorong, micrometer sekrup, neraca teknis, penggaris, busur derajat, *stopwatch*, dan beberapa alat ukur besaran listrik. Masing-masing alat ukur memiliki cara untuk mengoperasikannya dan juga cara membaca hasil yang terukur.



1.a Penunjukan analog

1.b Penunjukan digital

Gambar 1 Penunjukkan meter analog dan meter digital

Nilai Skala Terkecil

Pada setiap alat ukur terdapat suatu nilai skala yang tidak dapat lagi dibagi-bagi, inilah yang disebut Nilai Skala Terkecil (NST). Ketelitian alat ukur bergantung pada NST ini. Pada Gambar 2 di bawah ini tampak bahwa $NST = 0,25$ satuan.



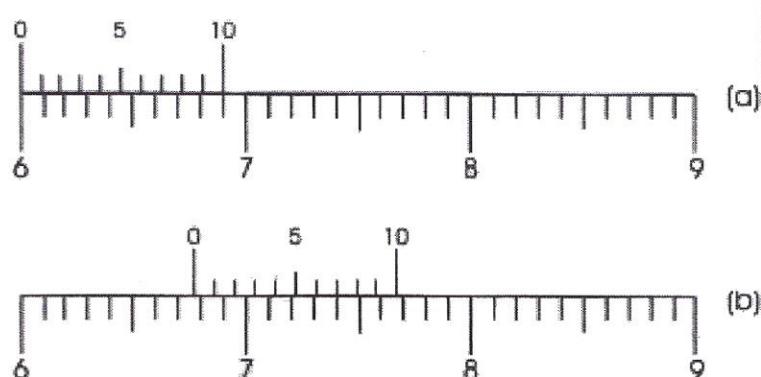
Gambar 2. Skala utama suatu alat ukur dengan $NST = 0,25$ satuan

Nonius

Skala nonius akan meningkatkan ketelitian pembacaan alat ukur. Umumnya terdapat suatu pembagian sejumlah skala utama dengan sejumlah skala nonius yang akan menyebabkan garis skala titik nol dan titik maksimum skala nonius berimpit dengan skala utama. Cara membaca skalanya adalah sebagai berikut.

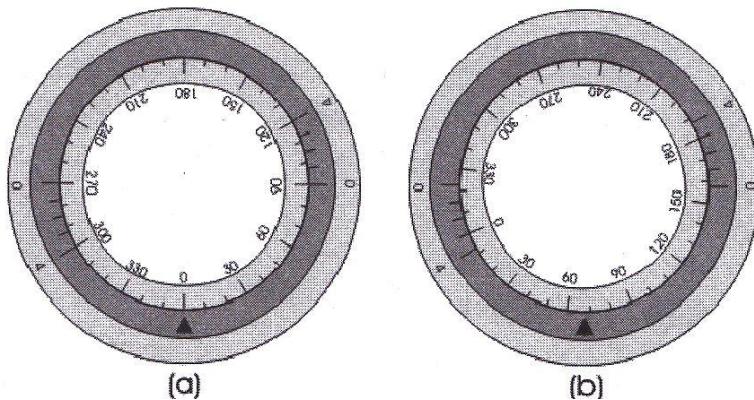
1. Baca posisi 0 dari skala nonius pada skala utama,
2. Angka decimal (di belakang koma) dicari dari skala nonius yang berimpit dengan skala utama.

Di bawah ini terlihat contoh alat ukur dengan NST utama 0,1 satuan dan 9 skala utama M menjadi 10 skala nonius N.



Gambar 3. Skala utama dan nonius dengan $M=9$, $N=10$, dan $N_1=7$.

Pada Gambar 3, hasil pembacaan tanpa nonius adalah 6,7 satuan dengan nonius adalah $6,7 + \frac{7}{10} \times (10 - 9) \times 0,1 = 6,77$ satuan karena skala nonius yang berimpit dengan skala utama adalah skala ke 7 atau $N_1=7$.



Gambar 4. Skala utama berbentuk lingkaran

Kadang-kadang skala utama dan nonius dapat berbentuk lingkaran seperti dapat dijumpai pada meja putar untuk alat spektroskopi yang ditunjukkan oleh Gambar 4, $NST=10^\circ$, $M=3$, $N=4$. Dalam Gambar 4b pengukuran posisi terkecil (skala kanan), dapat dilihat bahwa pembacaan tanpa nonius memberikan hasil 150° , sedangkan dengan menggunakan nonius hasilnya adalah $150 + \frac{3}{4} \times (4 - 3) \times 10 = 157,5^\circ$.

B. Parameter alat ukur

Ada beberapa istilah dan definisi dalam pengukuran yang harus dipahami, di antaranya:

- Akurasi, kedekatan alat ukur membaca pada nilai yang sebenarnya dari variabel yang diukur.
- Presisi, hasil pengukuran yang dihasilkan dari proses pengukuran, atau derajat untuk membedakan satu pengukuran dengan lainnya.
- Kepekaan, rasio dari sinyal output atau tanggapan alat ukur terhadap perubahan input atau variabel yang diukur.
- Resolusi, perubahan terkecil dari nilai pengukuran yang mampu ditanggapi oleh alat ukur.
- Kesalahan, angka penyimpangan dari nilai sebenarnya variabel yang diukur.

C. Ketidakpastian

Suatu pengukuran selalu disertai oleh ketidakpastian. Beberapa penyebab ketidakpastian tersebut antara lain adanya Nilai Skala Terkecil (NST), kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan pegas, adanya gesekan, kesalahan paralaks, fluktuasi parameter pengukuran dan lingkungan yang sangat mempengaruhi hasil pengukuran. Hal ini disebabkan karena sistem yang diukur mengalami suatu gangguan. Dengan demikian sangat sulit untuk mendapatkan nilai sebenarnya suatu besaran melalui pengukuran. Oleh sebab itu, setiap hasil pengukuran harus dilaporkan dengan ketidakpastian.

Ketidakpastian dibedakan menjadi dua, yaitu ketidakpastian mutlak dan relatif. Masing-masing ketidakpastian dapat digunakan dalam pengukuran tunggal dan berulang.

Ketidakpastian Mutlak

Ketidakpastian mutlak adalah suatu nilai ketidakpastian yang disebabkan karena keterbatasan alat ukur itu sendiri. Pada pengukuran tunggal, ketidakpastian yang umumnya digunakan bernilai setengah dari NST. Untuk suatu besaran X maka ketidakpastian mutlaknya dalam pengukuran tunggal adalah:

$$\Delta x = \frac{1}{2} NST \quad (1)$$

Dengan hasil pengukurannya ditulis sebagai

$$X = x \pm \Delta x \quad (2)$$

Penulisan hasil pengukuran berulang dapat dilakukan dengan berbagai cara, di antaranya adalah menggunakan kesalahan $\frac{1}{2}$ - rentang atau bisa juga menggunakan Standar Deviasi (Simpangan Baku).

Kesalahan $\frac{1}{2}$ - Rentang

Pada pengukuran berulang, ketidakpastian dituliskan tidak lagi seperti pada pengukuran tunggal. Kesalahan $\frac{1}{2}$ - rentang merupakan salah satu cara untuk menyatakan ketidakpastian pada pengukuran berulang. Cara untuk melakukannya adalah sebagai berikut:

- Kumpulkan sejumlah hasil pengukuran variabel x , misalnya n buah, yaitu x_1, x_2, \dots, x_n
- Cari nilai rata-ratanya yaitu \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (3)$$

- Tentukan x_{\max} dan x_{\min} dari kesimpulan data x tersebut dan ketidakpastiannya dapat dituliskan

$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2} \quad (4)$$

- Penulisan hasilnya sebagai

$$x = \bar{x} \pm \Delta x \quad (5)$$

Untuk jelasnya, sebuah contoh dari hasil pengukuran (dalam mm) suatu besaran x yang dilakukan empat kali yaitu 153,2 ; 153,6 ; 152,8 ; 153,0. Rata-ratanya adalah

$$\bar{x} = \frac{153,2 + 153,6 + 152,8 + 153,0}{4} = 153,2 \text{ mm}$$

Nilai terbesar dalam hasil pengukuran tersebut adalah 153,6 mm dan nilai terkecilnya adalah 152,8 mm. Maka rentang pengukurannya adalah

$$(153,6 - 152,8) = 0,8 \text{ mm}$$

Sehingga ketidakpastian pengukuran adalah

$$\Delta x = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ mm}$$

Maka hasil pengukuran yang dilaporkan adalah

$$x = (153,2 \pm 0,4) \text{ mm}$$

Standar Deviasi (Simpangan Baku)

Bila dalam pengamatan dilakukan n kali pengukuran dari besaran x dan terkumpul data x_1, x_2, \dots, x_n maka nilai rata-rata dari besaran ini adalah

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \quad (6)$$

Besar simpangan nilai rata-rata tersebut terhadap nilai sebenarnya (x_o , yang tidak mungkin kita ketahui *nilai sebenarnya*) dinyatakan oleh standar deviasi, yaitu

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n x_j - (\sum_{j=1}^n x_j)^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

Standar deviasi yang diberikan oleh persamaan (7) di atas menyatakan bahwa nilai benar dari besaran x terletak dalam selang $(\bar{x} - s_x)$ sampai $(\bar{x} + s_x)$. Jadi penulisan hasil pengukuran adalah $x = \bar{x} \pm s_x$.

Ketidakpastian (KTP) Relatif

Ketidakpastian relatif adalah ukuran ketidakpastian yang diperoleh dari perbandingan antara ketidakpastian mutlak dengan hasil pengukurannya, yaitu:

$$\text{KTP relatif} = \frac{\Delta x}{x} \quad (8)$$

Apabila menggunakan KTP relatif maka hasil pengukuran dilaporkan sebagai

$$X = x \pm (\text{KTP relatif} \times 100\%) \quad (9)$$

D. Ketidakpastian pada Fungsi Varibel (Perambatan Ketidakpastian)

Jika suatu variabel merupakan fungsi dari variabel lain yang disertai oleh ketidakpastian, maka variabel ini akan disertai pula oleh ketidakpastian. Hal ini disebut sebagai perambatan ketidakpastian. Misalkan dari suatu pengukuran diperoleh $(a \pm \Delta a)$ dan $(b \pm \Delta b)$. Ketidakpastian suatu variabel yang merupakan hasil operasi dari kedua variabel tersebut dapat dihitung dengan rumusan seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1. Contoh perambatan ketidakpastian

Variabel	Operasi	Hasil	Ketidakpastian
$a \pm \Delta a$ $b \pm \Delta b$	Penjumlahan	$p = a + b$	$\Delta p = \Delta a + \Delta b$
	Pengurangan	$q = q - b$	$\Delta q = \Delta a + \Delta b$
	Perkalian	$r = a \times b$	$\frac{\Delta r}{r} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pembagian	$s = \frac{a}{b}$	$\frac{\Delta s}{s} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
	Pangkat	$t = a^n$	$\frac{\Delta t}{t} = n \frac{\Delta a}{a}$

Angka Berarti (Significant Figures)

Angka berarti (AB) menunjukkan jumlah digit angka yang akan dilaporkan pada hasil akhir pengukuran. AB berkaitan dengan KTP relative (dalam %). Semakin kecil KTP relatif maka semakin tinggi mutu pengukuran atau semakin tinggi ketelitian hasil pengukuran yang dilakukan. Aturan praktis yang menghubungkan antara KTP relatif dan AB adalah sebagai berikut.

$$AB = 1 - \log(\text{KTP relatif}) \quad (10)$$

Sebagai contoh suatu hasil pengukuran dan cara menyajikannya untuk beberapa AB dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Penggunaan AB

Nilai yang terukur	KTP relative (%)	AB	Hasil Penulisan
$1,202 \times 10^3$	0,1	4	$(1,202 \pm 0,001) \times 10^3$
	1	3	$(1,20 \pm 0,01) \times 10^3$
	10	2	$(1,2 \pm 0,1) \times 10^3$

Percobaan 1: Listrik Statis

A. Tujuan

- Mengamati bahwa bahan yang berbeda memiliki kecenderungan menjadi bermuatan positif atau negatif.
- Membandingkan dan membedakan kemampuan bahan untuk mendapatkan dan menahan muatan positif dan negatif.
- Menafsirkan data untuk mendaftar bahan dengan kecenderungan terkuat bermuatan negatif ke kecenderungan terkuat bermuatan positif

B. Teori

Pada umumnya suatu materi/atom adalah netral, artinya jumlah proton (muatan positif) sama dengan jumlah elektron (muatan negatif). Jika suatu materi/atom memiliki jumlah proton dan elektron tidak sama maka materi/atom tersebut dikatakan bermuatan listrik. Suatu atom yang memiliki jumlah proton lebih banyak dari jumlah elektron dikatakan kelebihan proton. Atom yang kelebihan proton disebut **atom bermuatan positif**, sebaliknya bila dalam suatu atom kelebihan elektron (jumlah elektron lebih banyak dari proton) maka atom tersebut **bermuatan negatif**.

Elektron dalam suatu materi mempunyai sifat mudah berpindah dari atom satu ke atom lain. Dengan menggunakan sifat tersebut maka suatu benda netral dapat dibuat bermuatan listrik. Untuk membuat benda netral menjadi bermuatan listrik dengan cara menggosok benda satu dengan benda lain. Bila dua benda saling digosokkan maka elektron dari salah satu benda akan berpindah ke benda lain sehingga benda yang satu kekurangan elektron dan benda lain kelebihan elektron. Pemberian muatan dengan cara menggosok ini disebut listrik gosok. Dua benda yang saling digosokkan tidak selalu menghasilkan listrik gosok, oleh karena itu dari hasil eksperimen telah disusun deretan zat-zat yang dapat menghasilkan listrik gosok. Deretan zat-zat tersebut disebut deret **tribolistrik**.

Example Materials in the Triboelectric Series	
+	Glass
Positive	Mica
	Human Hair
	Nylon
	Wool
	Fur
	Lead
	Silk
	Aluminium
	Paper
	Cotton
	Steel
	Wood
	Amber
	Sealing Wax
	Nickel, Copper
	Brass, Silver
	Gold, Platinum
	Sulfur
	Acetate Rayon
	Polyester
	Celluloid
Negative	Silicon
-	Teflon

Tabel 1. Deret Tribolistrik

Zat-zat dalam susunan deret tribolistrik tersebut telah dibuat sedemikian rupa sehingga suatu zat dalam deret akan memperoleh muatan negatif bila digosok dengan sembarang zat di atasnya. Sebaliknya bila zat tersebut digosok dengan sembarang zat yang berada di bawahnya maka akan bermuatan positif. Sebagai contoh, mika digosok dengan gelas maka akan bermuatan negatif, sebaliknya apabila mika digosok dengan wol maka mika akan bermuatan positif. Hal itu disebabkan menurut kaidah Coehn bahwa antara dua zat yang tetapan dielektriknya berbeda saling digosokkan (dikontakkan) maka zat yang dielektrikumnya lebih besar akan memperoleh muatan positif.

C. Alat dan Bahan

1. Penggaris plastik 15 cm
2. Benang
3. Statif dan klem
4. Selotip
5. Bahan yang akan diisi muatan, seperti batang karet, batang plastik, batang kaca, pipa PVC, pipa tembaga, pipa baja, pensil, pena, wol, sutra, bungkus plastik, kantong plastik, kertas lilin, dan aluminium foil

D. Langkah Percobaan



1. Rangkailah alat seperti gambar diatas. Ikat penggaris plastic 15 cm dengan benang pada statif. Dianjurkan untuk mencuci penggaris dengan air bersabun, lalu bilas dan keringkan secara menyeluruh sebelum digunakan, terutama jika cuacanya lembab. Benang harus dipasang pada titik tengah penggaris dengan dua atau tiga selotip di antara benang dan penggaris.
2. Gosok penggaris plastik tersebut dengan menggunakan bahan 1, kemudian dekatkan dengan bahan 2 pada penggaris plastik.
3. Lakukan percobaan sebanyak 5 kali untuk menguji objek mana yang cenderung bermuatan negatif dan yang cenderung bermuatan positif dengan variasi bahan yang berbeda antara bahan 1 dan bahan 2.
4. Catat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.

E. Data

Bahan 1	Bahan 2	Muatan Penggaris (-, +, 0)	Pengamatan Gerakan Penggaris	Muatan pada bahan 1 (-, +, 0)	Muatan pada bahan 2 (-, +, 0)

Percobaan 2: Pengisian dan Pengosongan Muatan pada Kapasitor

A. Tujuan

Mendeskripsikan grafik pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor

B. Teori

Kapasitor adalah perangkat listrik yang terbuat dari dua konduktor, atau piring, yang dipisahkan oleh isolator, dan dirancang untuk memiliki kapasitansi spesifik. Kapasitansi tergantung pada karakteristik fisik dan pengaturan geometrik konduktor dan isolator. Di skema rangkaian, kapasitor muncul untuk membuat rangkaian terbuka, bahkan ketika sakelar berada dalam posisi tertutup. Namun, karena kapasitor menyimpan muatan, ketika sakelar ditutup, muatan dari baterai akan bergerak ke kapasitor. Biaya yang sama, tetapi berlawanan pada dua piring di dalam kapasitor membentuk perbedaan potensial, atau tegangan. Seperti biaya ditambahkan ke kapasitor, perbedaan potensial listrik meningkat. Di dalam kegiatan laboratorium Anda akan memeriksa beberapa pengisian berbeda kapasitor.

Kapasitansi didefinisikan sebagai semampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektroda. Coulombs mengitung satu coulombs $-6,25 \times 10^{18}$ kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar satu farad jika dengan tegangan 1 wolt dapat membuat muatan electron sebanyak 1 coulomb. Dengan rumus dapat ditulis:

$$Q = C \cdot V \text{ atau } Q = L \cdot T$$

Keterangan:

Q = muatan electron dalam F (coulomb)

V = besar tegangan dalam V (volt)

C nilai kapasitansi dalam F (Farad)

I = arus listrik dalam A (ampere)

T = waktu dalam T (sekon)

Rangkaian Kapasitor

- Rangkain seri

Rangkain kapasitor secara seri akan mengakibatkan nilai kapasitansi total semakin kecil. Dibawah contoh kapasitor rangkain seri:

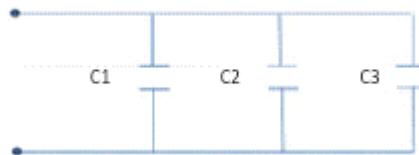


Pada rangkain kapasitor yang dirangkain secara seri akan berlaku rumus:

$$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

- **Rangkain paralel**

Rangkain kapasitor secara paralel akan mengakibatkan nilai kapasitansi pengganti semakin besar. Dibawah ini contoh kapasitor yang dirangkai seri:



Pada rangkain kapasitor yang dirangkain secara seri akan berlaku rumus:

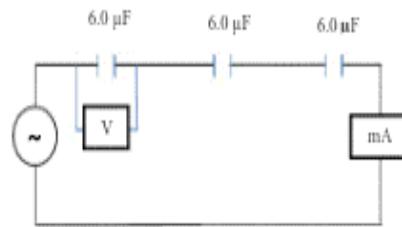
$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3$$

C. Alat dan Bahan

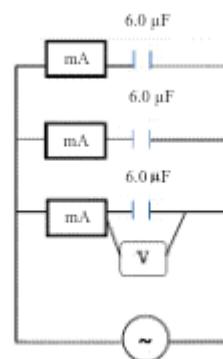
1. Kapasitor
2. Kabel buaya
3. Multimeter
4. Ampermeter
5. Papan rangkaian kapasitor

D. Langkah Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan percobaan.
2. Buat rangkain seri pada kapasitor dengan menghubungkan kabel yang tersedia.



3. Ukur tegangan menggunakan multimeter.
4. Ukur arus menggunakan amperemeter.
5. Catat hasil pengamatan pada table pengamatan.
6. Buat rangkain paralel pada kapasitor dengan menghubungkan kabel yang tersedia.



7. Lakukan kembali langkah nomer 4 dan 5.
8. Analisis hasil praktikum.

E. Data

Beban	Rangkain Seri		Rangkain Paralel	
	Tegangan (V)	Arus Listrik (mA)	Tegangan (V)	Arus Listrik (mA)

Percobaan 3: Arus dan Hambatan

A. Tujuan

1. Terampil menggunakan alat ukur listrik.
2. Menunjukkan hubungan antara beda potensial dengan kuat arus pada sebuah hambatan.
3. Menghitung besarnya hambatan berdasarkan grafik hubungan antara beda potensial dengan kuat arus.
4. Menunjukkan hubungan antara hambatan dengan kuat arus pada sebuah hambatan.

B. Teori

Apabila pada ujung-ujung suatu penghantar diberi beda potensial, maka pada penghantar mengalir arus listrik dari potensial tinggi ke potensial rendah. Menurut George Simon Ohm, bahwa kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar tersebut, asalkan sifat penghantar tetap (minimal suhu tidak berubah, tidak mencair dan sebagainya). Persamaannya adalah:

$$V = I R$$

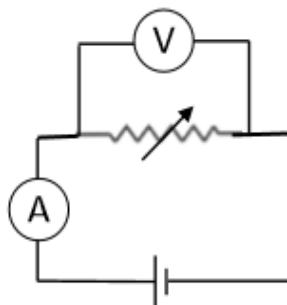
Keterangan:

V = beda potensial

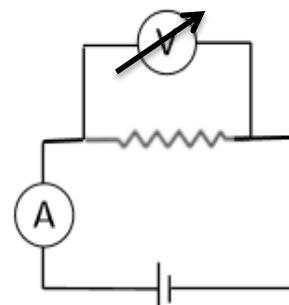
I = arus yang terukur oleh amperemeter

R = hambatan resistor

Percobaan ini akan menunjukkan hubungan antara beda potensial , arus , dan hambatan pada suatu rangkaian.



Gambar 1



Gambar 2

C. Alat dan Bahan

1. Sumber tegangan DC/baterai
2. Amperemeter
3. Voltmeter
4. Ohmeter / multimeter
5. Resistor Variabel/Rheostat/Potensiometer
6. 1 set resistor / lampu
7. Saklar (opsional)
8. Kabel secukupnya
9. Papan hambatan / papan roti

D. Langkah Percobaan

1. Susunlah rangkaian seperti pada Gambar 1. Ukur dan posisikan resistor variabel pada nilai yang paling kecil.
2. Ukur dan catat nilai beda potensial dan arus.
3. Perbesar nilai hambatan pada resistor variable minimal 5 kali perubahan. Ukur dan catat setiap perubahan beda potensial dan arus.
4. Masukkan nilai hambatan, beda potensial, dan arus pada tabel.
5. Buat grafik V dan I dari tabel tersebut. Buat analisis grafik tersebut.
6. Susunlah rangkaian seperti pada Gambar 1 dengan menggunakan resistor/lampu pijar. Ukur/catat nilai resistornya.
7. Gunakan sumber tegangan DC/ baterai yang paling kecil. Ukur dan catat beda potensial dan arus.
8. Perbesar sumber tegangan DC / baterai minimal 5 kali perubahan. Ukur dan catat setiap perubahan beda potensial dan arus.
9. Masukkan nilai beda potensial dan arus pada tabel.
10. Buat grafik V dari tabel tersebut dan tentukan nilai hambatan tersebut dari grafik. Bandingkan nilai hambatan dari hasil grafik dengan nilai yang tertulis pada resistor (atau yang terukur menggunakan ohmmeter).

E. Data

Gambar 1

No	R	I	V

Gambar 2

No.	<i>V</i>	<i>I</i>

Pertanyaan membantu analisis :

1. Jelaskan makna grafik V dan I pada percobaan Gambar 1. !
2. Bila Anda menggunakan lampu pada percobaan Gambar 2, apakah nilai I berubah terhadap waktu? Jelaskan!
3. Pada percobaan Gambar 2, bagaimana nilai I hasil percobaan dengan nilai I yang terukur pada Ohmmeter? Jelaskan!

Percobaan 4: Rangkaian Seri dan Paralel

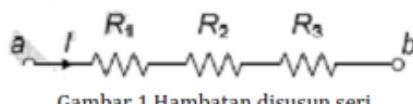
A. Tujuan

1. Mempelajari rangkaian seri dan paralel.
2. Memahami penggunaan Amperemeter dan Voltmeter dalam rangkaian seri dan paralel.
3. Mengukur arus dan tegangan listrik pada rangkaian seri dan paralel dari resistor.

B. Teori

1. Rangkaian Seri

Rangkaian seri merupakan rangkaian yang disusun pada satu jalur rangkaian listrik. Rangkaian ini tidak memiliki percabangan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1 Hambatan disusun seri

Dari gambar di atas, tampak bahwa tegangan yang diukur berbeda pada setiap hambatannya. Artinya jika besar hambatannya berbeda pada setiap hambatan maka tegangannya pun ikut berbeda. Namun arus pada rangkaian ini sama pada masingmasing hambatan karena tidak memiliki percabangan aliran listrik. Maka secara sistematis persamaannya akan menjadi

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

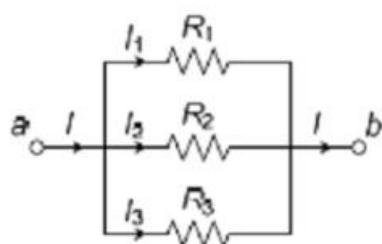
$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Sehingga

$$R_{seri} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

2. Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel merupakan rangkaian yang disusun secara sejajar dan memiliki percabangan pada rangkaian tersebut.



Gambar 2 Hambatan disusun paralel

Perhatikan gambar di atas. Terlihat bahwa arus pada rangkaian paralel berbeda pada tiap hambatan. Hal ini seperti prinsip yang telah dijelaskan oleh Kirchhoff yakni jumlah arus listrik yang masuk pada suatu titik percabangan akan sama dengan jumlah arus yang keluar melalui titik percabangan. Namun tegangan pada rangkaian ini sama. Sehingga persamaanya dapat ditulis sebagai berikut.

$$V = V_1 = V_2 = I_3$$

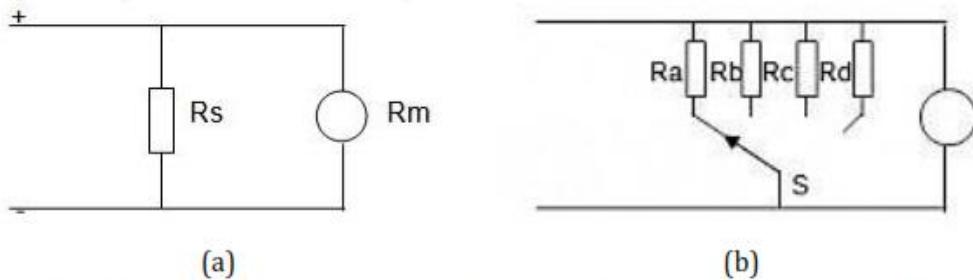
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

sehingga

$$\frac{1}{R_{\text{paralel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

3. Amperemeter

Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuar arus listrik. Amperemeter terbuat dari susunan galvanometer / kumparan putar magnet permanen dan hambatan shunt (hambatan pengali). Hambatan shunt dipasang secara paralel dengan galvanometer. Batas arus yang diukur oleh alat ini dapat diubah-ubah dengan mengatur hambatan shunt-nya.



Gambar 3 Susunan Ampremeter: (a) Hambatan alat ukur (R_m) dan Hambatan Shunt (R_s); (b) Variasi hambatan shunt untuk mengatur batas ukur

Amperemeter bekerja sesuai dengan prinsip gaya Lorentz. Arus yang mengalir pada kumparan di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya Lorentz yang menggerakkan jarum Amperemeter. Semakin besar arus yang mengalir maka semakin besar pula simpangannya. Demikian sebaliknya, ketika kuat arus tidak ada maka jarum penunjuk akan dikembalikan ke posisi semula oleh pegas. Besar gaya yang dimaksud sesuai dengan prinsip gaya Lorentz ($F = B I l$).

Kuat arus yang terukur I dapat dihitung dengan rumus:

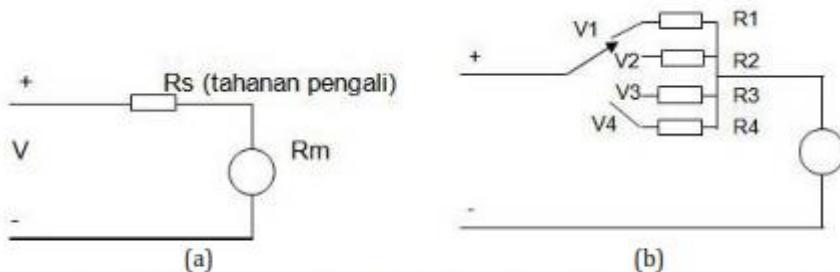
$$I = \frac{\text{angka yang ditunjuk}}{\text{skala maksimum}} \times \text{batas ukur}$$



Gambar 4 Amperemeter dan Voltmeter

4. Voltmeter

Voltmeter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur tegangan listrik. Prinsip kerja voltmeter hampir sama dengan amperemeter karena desainnya juga terdiri dari galvanometer dan hambatan shunt. Perbedaannya, pada voltmeter hambatan shunt (hambatan pengali) disusun secara seri dengan galvanometer. Inilah yang dapat meningkatkan kemampuan pengukuran alat voltmeter berkali-kali lipat.



Gambar 5 Susunan Voltmeter: (a) Hambatan alat ukur (R_m) dan Hambatan Shunt (R_s); (b) Variasi hambatan shunt untuk mengatur batas ukur

Galvanometer bekerja menggunakan prinsip gaya Lorentz, dimana interaksi antara medan magnet dan kuat arus akan menimbulkan gaya magnet. Gaya magnet inilah yang menggerakkan jarum penunjuk sehingga menyimpang saat dilewati oleh arus yang melewati kumparan. Makin besar kuat arus akan makin besar penyimpangannya.

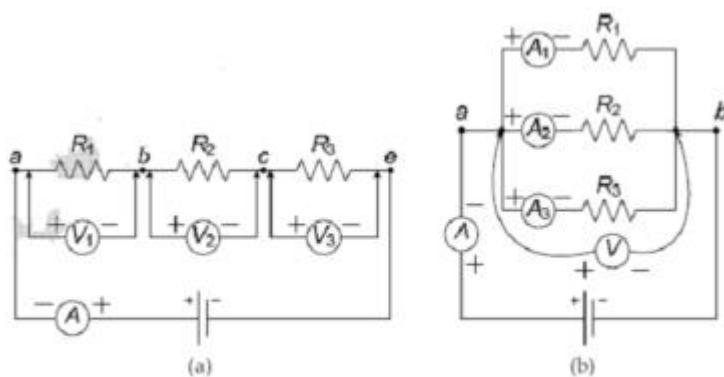
Untuk mengukur tegangan kita harus menggunakan voltmeter yang dipasang paralel terhadap komponen yang kita ukur beda potensialnya. Jadi tidak perlu dilakukan pemutusan penghantar seperti pada amperemeter. Pada rangkaian arus searah pemasangan kutub-kutub voltmeter harus sesuai. Kutub positif dengan potensial tinggi dan kutub negatif dengan potensial rendah. Biasanya ditandai

dengan kabel yang berwarna hitam dan merah atau biru. Bila pemasangan terbalik akan terlihat penyimpangan yang arahnya ke kiri. Sedangkan pada rangkaian arus bolak balik tidak menjadi masalah. Setelah voltmeter terpasang dengan benar maka hasil pengukuran harus memperhatikan bagaimana menuliskan hasil pengukuran yang benar.

Tegangan yang terukur (V) adalah:

$$V = \frac{\text{angka yang ditunjuk}}{\text{skala maksimum}} \times \text{batas ukur}$$

Cara pengukuran menggunakan Amperemeter dan Voltmeter ditunjukkan dalam rangkaian.



Gambar 6 Amperemeter dan Voltmeter pada Rangkaian (a) Seri, dan (b) Paralel

C. Alat dan Bahan

1. Resistor (3 buah)
2. Amperemeter (2 buah)
3. Voltmeter (1 buah)
4. Catu daya (1 buah)
5. Kabel penghubung

D. Langkah Percobaan

1. Rangkaian Seri Resistor

- a. Susun rangkaian seperti Gambar 6 a.
- b. Catat nilai resistor yang digunakan.
- c. Atur tegangan sumber sebesar 3 V.
- d. Catat arus yang terbaca pada amperemeter (Arus total).
- e. Ukur tegangan pada setiap resistor R_1 , R_2 dan R_3 .

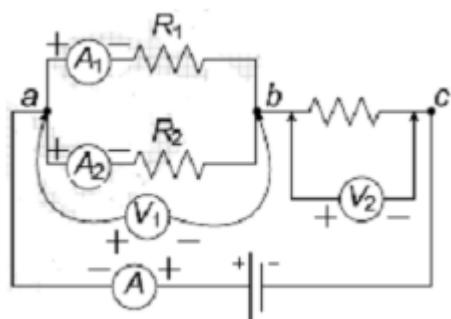
- f. Ulangi langkah 4 dan 5 untuk tegangan 4,5 V; 6V, 7,5 V

2. Rangkaian Paralel Resistor

- Susun rangkaian seperti Gambar 6 b.
- Catat nilai resistor yang digunakan.
- Atur tegangan sumber sebesar 3 Volt.
- Catat arus yang terbaca pada amperemeter (Arus total).
- Ukur tegangan pada ujung-ujung resistor (V).
- Ukur arus pada setiap resistor R_1 dan R_2 dan R_3 dan R_4
- Ulangi langkah 4 dan 5 untuk tegangan 4,5 V; 6V, 7,5 V

3. Rangkaian Kombinasi Resistor

- Susun rangkaian seperti dibawah ini.



- Catat nilai resistor yang digunakan.
- Atur tegangan sumber sebesar 3 Volt.
- Catat arus yang terbaca pada amperemeter (Arus total).
- Ukur tegangan pada titik (ab) dan (bc) .
- Ukur arus pada setiap resistor R_1 dan R_2
- Ulangi langkah 4 s/d 6 untuk tegangan 4,5 V; 6V, 7,5 V

E. Data

1. Rangkaian Seri

No.	V sumber ()	Arus ()	Tegangan V ()				
			I	V_{ae}	V_1	V_2	V_3

2. Rangkaian Paralel

No.	V sumber ()	Arus ()				Tegangan ()
		I	I_1	I_2	I_3	

3. Rangkaian Campuran

No.	V sumber ()	Arus ()			Tegangan ()	
		I	I_1	I_2	V_{ab}	V_{bc}

Pertanyaan membantu analisis:

1. Hitunglah besar masing-masing hambatan dan juga hambatan pengganti dengan menggunakan hukum Ohm.
2. Hitunglah besar arus dan tegangan pada rangkaian Gambar 6 a dan Gambar 6 b dengan persamaan yang ada. Bandingkan hasilnya dengan percobaan!
3. Buatlah grafik hubungan antara tegangan dan arus berdasarkan percobaan Anda!
4. Tuliskan kesimpulan dan analisa dari percobaan yang anda lakukan!

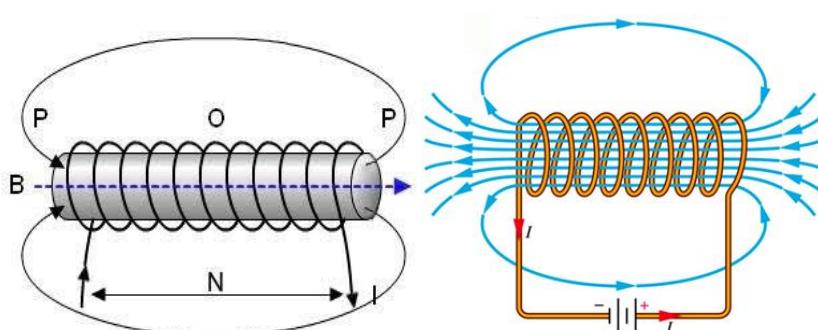
Percobaan 5: Medan Magnet

A. Tujuan

- Untuk mengamati efek dari medan magnet pada sebuah solenoida
- Membuat motor sederhana

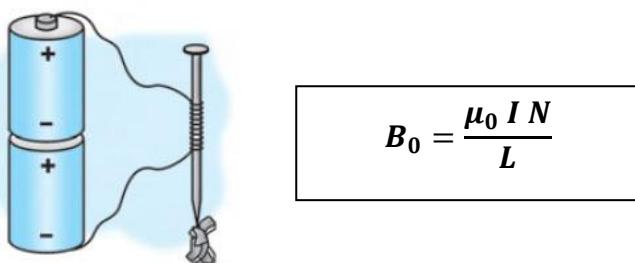
B. Teori

Medan magnet adalah daerah yang ada di sekitar magnet dimana objek-objek magnetik lain dapat terpengaruh oleh gaya magnetismenya. Benda magnetik selalu mencoba untuk mengarahkan diri selaras dengan pengaruh medan magnet disekitarnya.



Gambar 1. Medan magnet pada solenoida

Medan magnet tidak hanya bisa ditimbulkan oleh magnet batang melainkan juga dapat ditimbulkan oleh kumparan yang di aliri arus listrik atau yang biasa disebut dengan solenoida. Solenoida adalah kawat yang dibentuk seperti spiral (kumparan) yang apabila dialiri arus listrik maka akan berfungsi seperti magnet batang. Besarnya medan magnet disumbu pusat (titik O) Solenoida dapat dihitung:



Gambar 2. Elektromagnet

Dimana:

B_0 = medan magnet pada pusat solenoida dalam tesla (T)

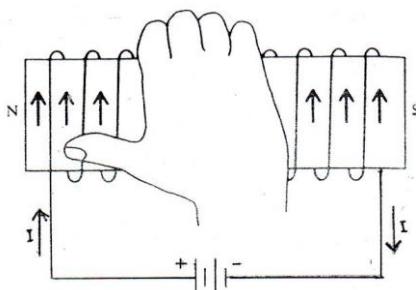
μ_0 = permeabilitas ruang hampa = $4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/amp. M

I = kuat arus listrik dalam ampere (A)

N = jumlah lilitan dalam solenoida

L = panjang solenoida dalam meter (m)

Dengan arah medan magnet ditentukan dengan kaidah tangan kanan. Arah arus menentukan arah medan magnet pada Solenoida.



Gambar 3. kaidah tangan kanan

Besarnya medan magnet di ujung Solenida (titik P) dapat dihitung:

$$B_P = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I N}{L}$$

Dimana:

BP = Medan magnet diujung Solenoida dalam tesla (T)

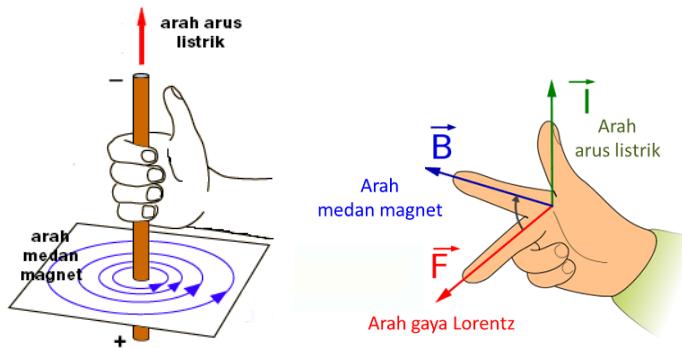
N = jumlah lilitan pada Solenoida dalam lilitan

I = kuat arus listrik dalam ampere (A)

L = Panjang Solenoida dalam meter (m)

Prinsip pembangkitan magnet dengan menggunakan kumparan yang di aliri arus listrik disebut elektromagnet. Aplikasi praktisnya dapat di temukan pada motor listrik, speaker, relay dan sebagainya. Sebatang kawat yang diberikan listrik DC arahnya meninggalkan kita (tanda silang), maka disekeliling kawat timbul garis gaya magnet melingkar, lihat gambar 1. Sedangkan gambar visual garis gaya magnet didapatkan dari serbuk besi yang ditaburkan disekeliling kawat beraliran listrik, “prinsip kemagnetan”.

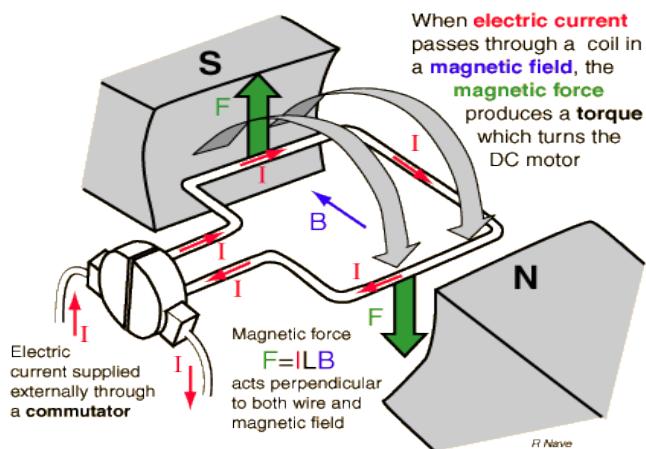
Arah medan elektromagnet dapat ditentukan dengan mudah menggunakan kaidah tangan kanan. Arah ibu jari kanan selalu menunjukkan arah arus listrik dan arah keempat jari sisanya menunjukkan arah medan elektromagnet. Perhatikan gambar di bawah ini



Gambar 4. kaidah tangan kanan

Dari gambar di atas terlihat bahwa kawat berarus listrik memiliki garis-garis medan elektromagnet yang bentuknya berupa lingkaran-lingkaran yang bertitik pusat pada kawat. Jika arah arus ke atas (ibu jari ke atas) maka arah medan elektromagnet berlawanan dengan arah jarum jam. Sebaliknya saat arah arus listrik ke bawah, arah medan elektromagnet searah dengan arah jarum jam.

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.



Gambar 5. Bagian atau komponen utama motor DC

Bagian Atau Komponen Utama Motor DC

1. Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.

2. Current Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke atas penggerak untuk menggerakan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
3. Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

1. Tegangan dinamo, meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
2. Arus medan, menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan dinamo ditunjukkan dalam persamaan berikut:

Gaya Elektromagnetik (E)

$$E = K \Phi N$$

Torque (T)

$$T = K \Phi Ia$$

Dimana:

E = gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal dinamo (V)

Φ = flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

N = kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = torque electromagnetik

Ia = arus dinamo (A)

K = konstanta persamaan

Gaya dorong pada kawat angker motor listrik DC merupakan salah satu bentu gaya Lorentz. Gaya Lorentz adala gaya yang ditimbulkan oleh adanya arus listrik yang berada di dalam sebuah medan magnet. Perhitungan besar gaya Lorentz adalah sesuai dengan rumus berikut:

$$F = B \times I \times L$$

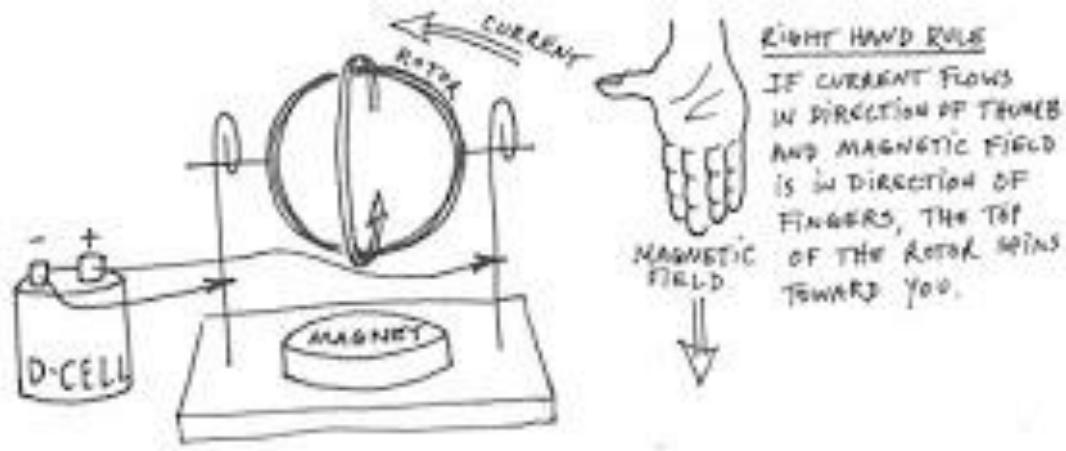
Dimana:

F = Gaya Lorentz (N)

B = Medan magnet (T)

I = arus listrik (a)

L = panjang kawat yang dialiri listrik (m)



Gambar 6. Bagian atau komponen utama motor DC sederhana

Besar gaya Lotentz berpengaruh langsung terhadap kecepatan putaran serta gaya torsi motor listrik. sesuai dengan rumus di atas, maka kecepatan putaran serta torsi motor tergantung dari besar medan magnet, besar arus listrik, serta panjang kawat.

C. Alat dan Bahan

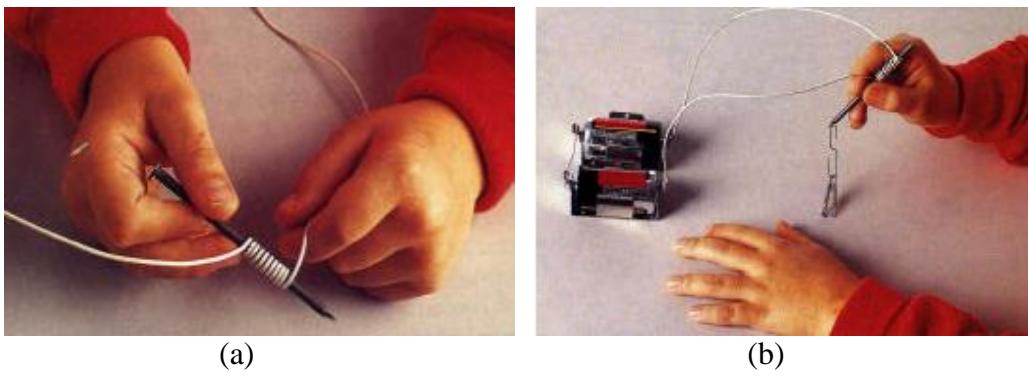
1. Kawat email/tembaga secukupnya
2. Paku 1 buah
3. Pensil 1 buah
4. Baterai 1,5 V, 3 buah
5. Penjepit kertas 10 buah
6. Sterofoem
7. Peniti 2 buah
8. Kabel buaya secukupnya
9. Selotip
10. Magnet batang 2 buah
11. Kompas
12. Kamera (Hp) untuk dokumentasi gerakan motor

D. Langkah Percobaan

Mengamati efek dari medan magnet pada sebuah solenoid

1. Lilitlah paku menggunakan kawat email seperti pada Gambar 7a, sebanyak 20 lilitan

2. Sisakan 15 cm pada tiap ujung kawat yang tidak dililitkan.

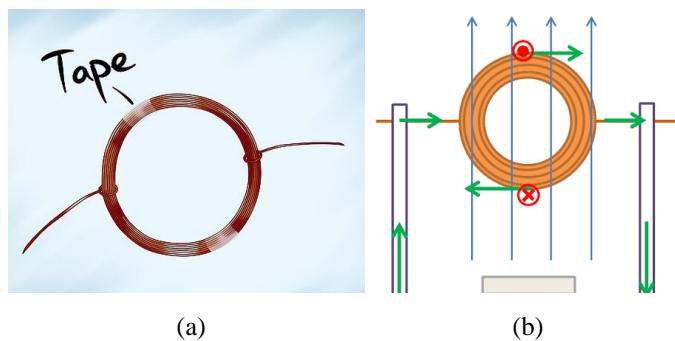


Gambar 7. Elektromagnet yang terbuat dari paku.

- (a). Paku dibelit kawat. (b) Elektromagnet ditempelkan ke penjepit kertas
2. Dengan sakelar masih terbuka, hubungkan ujung-ujung kawat ke baterai. Ujilah koil (lilitan kawat) tersebut dengan sebuah kompas. Amati pergerakan jarum kompas. Catatlah hasil pengamatanmu.
 3. Tutuplah sakelar tersebut. Ujilah koil (lilitan kawat) tersebut dengan kompas. Amati pergerakan jarum kompas. Catatlah hasil pengamatanmu.
 4. Tempelkan sebuah penjepit kertas ke ujung paku, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7b. Catatlah hasil pengamatanmu. Buka sakelar setelah menutup selama 5 detik.
 5. Tutup sakelar tersebut. Tempelkan beberapa penjepit satu persatu ke paku tersebut sampai paku tidak dapat menahan penjepit terakhir. Buka sakelar ketika paku menjatuhkan penjepit terakhir. Catatlah jumlah penjepit yang dapat melekat pada paku.
 6. Ulangi prosedur 4 dan 5 dengan jumlah lilitan kawat yang lebih banyak
 7. Lepaskan kawat dari paku. Ulangi prosedur 1 sampai 6.

Membuat motor sederhana

1. Buatlah lilitan kawat (kumparan) seperti gambar 8a



Gambar 8. Bagian atau komponen utama motor DC sederhana

2. Gosok kedua ujung kawat sampai lapisan kawat mengelupas
3. Rangkailah peniti diatas sterofoem sebagai penyangga dari kumparan
4. Letakkan lilitan kawat kumparan pada peniti yang telah terpasang di atas sterofoem seperti gambar 8b
5. Letakkan magnet di bawah (sekitar) lilitan kawat
6. Hubungkan lilitan kawat ke baterai secara langsung atau menggunakan kabel buaya
7. Berilah sedikit gerakan memutar pada kawat kumparan
8. Amati pergerakan kawat kumparan
9. Dokumentasikan dalam bentuk video jika percobaan telah berhasil

E. Data Hasil percobaan

Tabel I. Mengamati efek medan magnet pada solenoida dengan tegangan 1,5 volt

No	Menggunakan inti kumparan besi/paku		Tidak menggunakan inti kumparan	
	Jumlah lilitan	Jumlah penjepit kertas yang tertarik	Jumlah lilitan	Jumlah penjepit kertas yang tertarik
1				
2				
3				
4				
5				

Tabel II. Mengamati efek medan magnet pada solenoida dengan tegangan 3 volt

No	Menggunakan inti kumparan besi/paku		Tidak menggunakan inti kumparan	
	Jumlah lilitan	Jumlah penjepit kertas yang tertarik	Jumlah lilitan	Jumlah penjepit kertas yang tertarik
1				
2				
3				
4				
5				

Tabel III. Menentukan arah kutub medan magnet solenoida menggunakan kompas

No	Polaritas A	Polaritas B	Jumlah lilitan	Jenis inti kumparan	Sudut (simpangan)	Arah (simpangan)

1				Besi/paku		
2				Besi/paku		
3				Tidak ada		
4				Tidak ada		

Arah simpangan

Searah jarum jam : SJ

Berlawanan jarum jam : BJ

Percobaan 6: Elektromagnetik

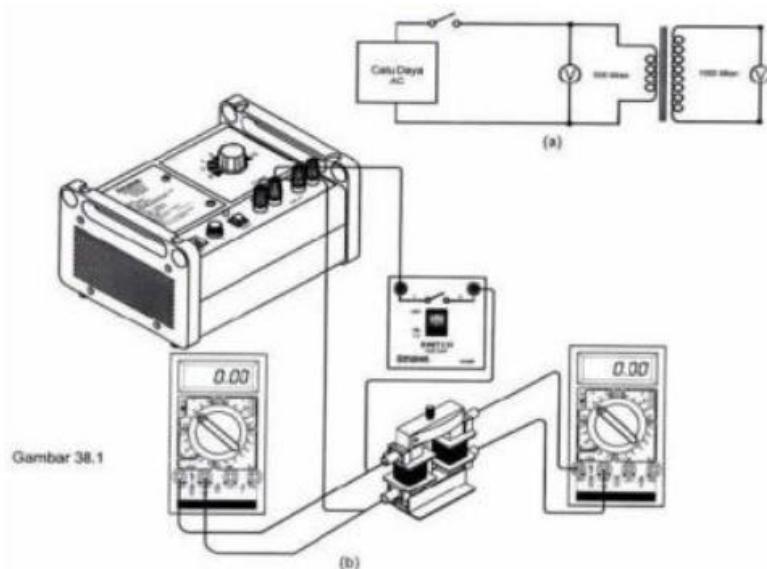
A. Tujuan

1. Memahami cara kerja sebuah trafo.
2. Membandingkan tegangan keluaran dan tegangan masukan trafo step-up dan trafo step-down.
3. Mengaplikasikan konsep elektromagnetik.

B. Teori

1. Transformator

Trafo adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi lebih besar atau lebih kecil. Trafo ini terdiri dari dua bagian kumparan dengan inti besi berlapis. Salah satu kumparan yang dihubungkan ke tegangan masukan disebut kumparan primer dan kumparan yang lain disebut kumparan sekunder. Dilihat dari fungsinya, ada dua jenis trafo: trafo yang dapat menaikkan tegangan disebut trafo step-up dan trafo yang dapat menurunkan tegangan disebut step-down.



Gambar 1 Percobaan Transformator

2. Generator

Generator listrik adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya digunakan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkitan energi listrik. Energi listrik tersebut dapat terbentuk akibat adanya garis gaya magnet yang dipotong oleh pengantar listrik yang bergerak diantara medan magnet, akan timbul gaya gerak listrik (tegangan

induksi) pada penghantar dan arus akan mengalir apabila penghantar tersebut merupakan bagian dari sirkuit lengkap. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 mengenai penghantar yang dihubungkan dengan galvanometer, digerakkan keluar masuk secara terus menerus ke dalam celah satu buah magnet permanen yang terbentuk U.



Gambar 2.1. generator

C. Alat dan Bahan

1. Catu daya
2. Kumparan lilitan 500 atau ...
3. Kumparan lilitan 1000 atau ...
4. Set inti U dan I
5. Multimeter digital
6. Saklar
7. Kabel penghubung
8. Botol bekas
9. Besi panjang
10. Kawat email
11. Magnet
12. Lampu LED (2 buah)
13. Tutup botol Mizone sebanyak (2 buah)
14. Solutip

D. Langkah Percobaan

1. Transformator

- a. Siapkan alat-alat sesuai daftar.
- b. Susun rangkaian seperti pada Gambar 1.
- c. Pasang kumparan 500 lilitan pada salah satu sisi inti U dan kumparan 1000 lilitan pada sisi lain. Kumparan 500 lilitan menjadi kumparan primer.
- d. Tutup inti U dengan inti I, kemudian kencangkan dengan baut pengencang yang tersedia.
- e. Hubungkan saklar dengan kumparan primer. Pastikan saklar tersebut dalam keadaan terbuka.
- f. Gunakan kedua buah multimeter digital sebagai voltmeter dengan batas ukur 20 Vac.
- g. Pilih tegangan keluaran catu daya $2 V_{AC}$.
- h. Periksa kembali rangkaian yang sudah anda buat.
- i. Nyalakan catu daya.
- j. Tutup saklar baca tegangan yang tertera pada kedua multimeter digital.
- k. Ulangi langkah 9 dan 10 dengan memvariasikan tegangan dari catu daya V_{AC} .
- l. Tukar posisi kumparan untuk menjadikan trafo step-down.
- m. Ulangi seperti sebelumnya dengan memvariasikan tegangan dari catu daya V_{AC} .

2. Dinamo

- a. Potong botol menjadi dua bagian secara horizontal.
- b. Lubangi botol secara horizontal sebesar diameter besi yang akan digunakan.
- c. Masukkan besi secara horizontal pada lubang botol yang sudah dibuat.
- d. Buatlah lilitan kawat email sebanyak 400 lilitan mengelilingi botol.
- e. Rekatkan tutup botol pada batang besi bagian dalam.
- f. Letakkan magnet pada kedua sisi tutup botol seperti gambar dibawah ini.

- g. Gosoklah ujung kawat email hingga lapisan luarnya terkelupas, kemudian hubungkan pada lampu LED.
- h. Putarlah besi tersebut hingga lampu menyala.

E. Data

Trafo Step-Up

Tegangan Catu Daya (V)	Jumlah Lilitan		V_p ()	V_s ()	$\frac{N_p}{N_s}$	$\frac{V_p}{V_s}$
	Kumparan Primer (N_p)	Kumparan Sekunder (N_s)				
2						
4						
6						
8						

Trafo Step-Down

Tegangan Catu Daya (V)	Jumlah Lilitan		V_p ()	V_s ()	$\frac{N_p}{N_s}$	$\frac{V_p}{V_s}$
	Kumparan Primer (N_p)	Kumparan Sekunder (N_s)				
2						
4						
6						
8						

Catatan:

Dokumentasikanlah proses percobaan dinamo.

L23. ELEKTROMAGNET

Standar Kompetensi

4. Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi dasar

- 4.1 Menyelidiki gejala kemagnetan dan cara membuat magnet.

Tujuan Percobaan

Menyelidiki hubungan antara besar arus listrik dengan kuat medan magnet.

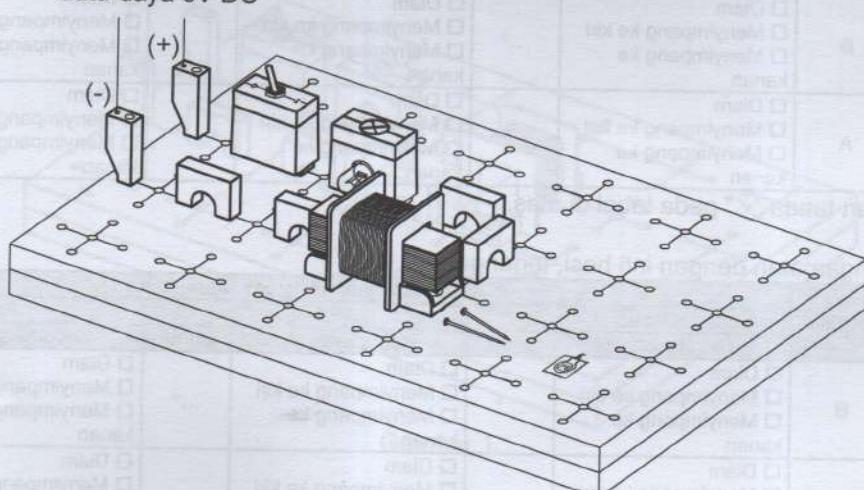
Alat/Bahan yang Digunakan

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
GSE 100	Catu daya	1
KAL 98/20-50	Kabel penghubung merah	1
KAL 98/10-50	Kabel penghubung hitam	1
FLS 20.08/10	Inti besi I	1
FLS 20.01/096	Papan rangkaian	1
FLS 20.02/97	Jembatan penghubung	4
FLS 20.07/103	Pemegang lampu	1

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
KAL 41	Meter dasar 90	1
FEM 21.01/500	Kumparan 500 lilitan	1
KAL 70/060	Bola lampu 6V, 3W	1
FLS 20.04/101	Saklar 1 kutub	1
FEM 21.01/102	Kumparan 1000 lilitan	1
-	Paku 1-2 inchi	2

Persiapan Percobaan

Catu-daya 3V DC



Gambar 1

Keterangan

1. Siapkan peralatan / komponen sesuai dengan daftar alat / bahan.

2. Susun alat seperti pada Gambar 1.

3. Saklar dalam posisi terbuka (posisi 0).

4. Meter dasar 90 berfungsi sebagai amperemeter dengan batas ukur 1 A.

5. Hubungkan catu daya ke sumber tegangan (alat masih dalam keadaan mati).

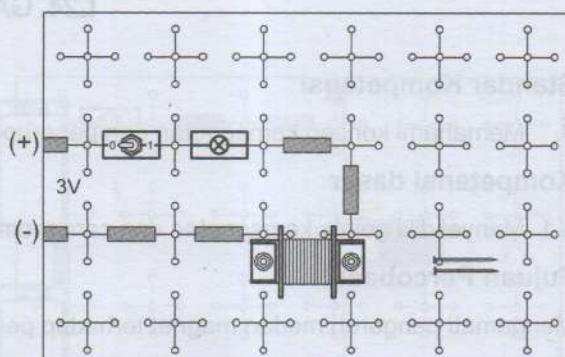
6. Pilih tegangan pada catu daya 3V DC.

7. Hubungkan rangkaian ke catu daya (gunakan kabel penghubung).

8. Periksa kembali rangkaian.

Langkah-Langkah Percobaan

- Letakkan 1 buah paku dengan jarak \pm 5 s/d 10 cm dari kumparan 500 lilitan.
 - Hidupkan catu daya.
 - Tutup saklar (posisi 1).
 - Amati apa yang terjadi pada paku. *Tertarikkah paku oleh kumparan?*
 - Jauhkan paku dari kumparan hingga jarak tertentu dimana paku masih dapat ditarik oleh kumparan. Ukur jarak tersebut, tulis hasilnya dalam Tabel 1 pada hasil pengamatan.
 - Perbesar arus dengan cara memperbesar tegangan menjadi 6 V.
 - Lakukan langkah 1 s/d langkah 5. Isilah Tabel 1 pada hasil pengamatan.
 - Matikan catu daya. Kemudian ganti kumparan 500 lilitan dengan kumparan 1000 lilitan.
 - Hidupkan catu daya, lakukan langkah 1 s/d 6, tuliskan hasilnya pada Tabel 2.



Gambar 2

Hasil Pengamatan

Tabel 1 Kumparan 500 lilitan

No.	Tegangan (V)	Kuat Arus (A)	Jarak Paku (cm)
1.	3
2.	6

Tabel 2 Kumparan 1000 lilitan

No.	Tegangan (V)	Kuat Arus (A)	Jarak Paku (cm)
1.	3
2.	6

Kesimpulan

Makin besar kuat arus makin besar pula

Makin banyak lilitan makin

Kemungkinan Penerapan Dalam Kehidupan Sehari-hari

L24. GAYA LORENTZ

Standar Kompetensi

4. Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi dasar

- 4.1 Menyelidiki gejala kemagnetan dan cara membuat magnet.

Tujuan Percobaan

Mengamati pengaruh medan magnet terhadap penghantar yang dialiri arus.

Alat/Bahan yang Digunakan

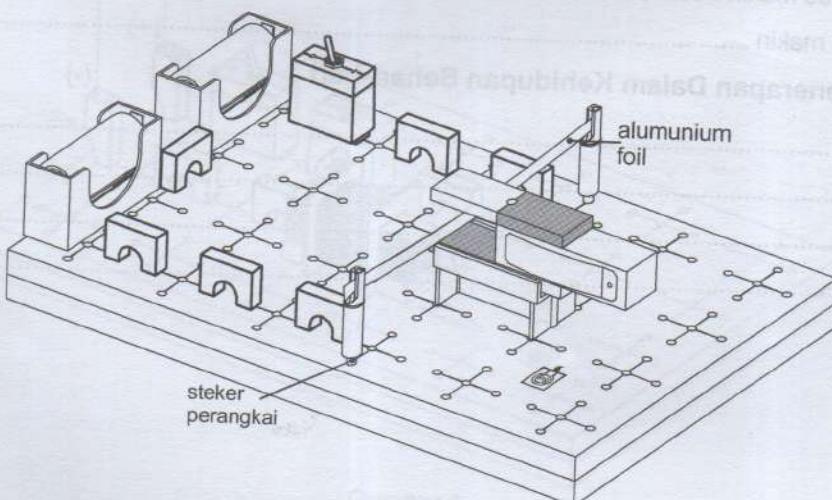
No.Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
FLS 20.14/112	Magnet Batang	2
-	Dudukan Magnet*)	1
FLS 20.31/27	Rumah Baterai	2
-	Baterai ukuran D	2
FLS 20.01/096	Papan perangkai	1
FLS 20.08/10	Inti besi I	1

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
FLS 20.02/97	Jembatan penghubung	6
FLS 20.04/101	Saklar 1 kutub	1
FLS 20.03/100	Jepit buaya	2
FME 51.23/35	Steker perangkai**)	2
-	Alumunium foil	

*) Terdapat pada set motor listrik/generator (PEI 200 02) atau benda lain untuk menyangga susunan magnet.

**) Terdapat pada Kit Mekanika

Persiapan Percobaan



Gambar 1

Keterangan

- Siapkan peralatan/komponen sesuai dengan daftar alat/bahan.
- Susun alat-alat seperti pada Gambar 1. Pastikan saklar dalam keadaan terbuka.
- Pasang steker perangkai masing-masing pada jepit buaya. Kemudian pasang pada papan rangkaian.
- Gunting alumunium foil sehingga berbentuk pita dengan ukuran sekitar $25 \times 0,5$ cm.
- Pasang pita alumunium pada kedua buah jepit buaya, atur sehingga tidak terlalu tegang.
- Kutub magnet yang berdekatan harus berbeda, misal kutub utara magnet berada di atas dan kutub selatannya di bagian bawah (lihat Gambar 1) dengan arah medan magnet dari atas ke bawah.
- Atur rangkaian sehingga apabila saklar ditutup arus akan mengalir dari utara ke selatan.
- Periksa kembali rangkaian.

Langkah-Langkah Percobaan

- Perhatikan kutub-kutub baterai dan arah arus yang akan mengalir pada saat saklar ditutup. Perhatikan juga arah medan magnet. Pada keadaan ini, arus akan mengalir dari utara ke selatan dan medan magnet dari atas ke bawah.
- Tutup saklar, pada saat yang sama perhatikan pita alumunium.
Bergerakkah pita alumunium? Jika ya, ke manakah arah geraknya?
- Buka saklar. Ulangi langkah 2 beberapa kali.

Tuliskan hasil pengamatan pada tabel **Hasil Pengamatan**.

Catatan: Jangan membiarkan saklar dalam keadaan tertutup terlalu lama karena baterai akan cepat habis!

- Buka saklar, kemudian balikkan polaritas baterai, sehingga arah arus akan mengalir dari Selatan ke Utara.
- Lakukan langkah 2 dan 3.
- Buka saklar, kemudian balikkan kembali polaritas baterai. Tukar posisi magnet sehingga kutub selatannya berada di atas.
- Lakukan langkah 2 sampai 5.
- Buka saklar.

Hasil Pengamatan

No.	Arah Arus	Arah Medan Magnet	Arah Gerakkan Alumunium foil
1.	Utara-Selatan	Atas-bawah	
2.	Selatan-Utara	Atas-bawah	
3.	Utara-Selatan	Bawah-atas	
4.	Selatan-Utara	Bawah-atas	

- Dari tabel di atas, arah gerak alumunium foil sama/berbeda (coret kata-kata dicetak miring yang tidak sesuai).
 - Arah gerak alumunium foil bergantung pada.....
 - Menurut kamu apa penyebab terjadinya gerakan alumunium foil tersebut?
-
-

Kesimpulan

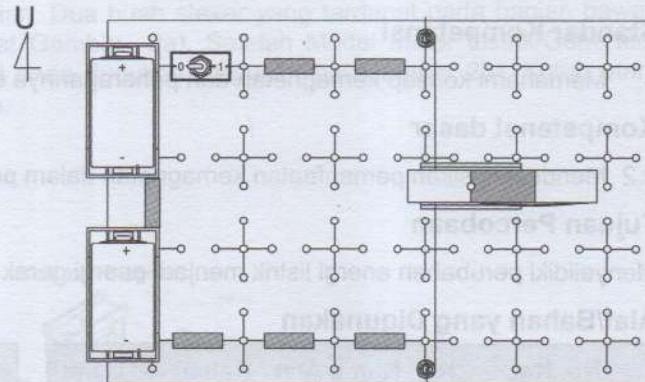
Sebuah penghantar yang berarus di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya yang arahnya tegak lurus terhadap arah arus dan medan magnet. Gaya tersebut dikenal sebagai

Kemungkinan Penerapan Dalam Kehidupan Sehari-hari

.....

.....

.....



Gambar 2

Hasil Pengamatan

Komponen-komponen motor listrik adalah.....

Berilah tandaan “√”!

No.	Magnet yang Terpasang	Berputarkah motor listrik?	
		Ya	Tidak
1.	Tanpa magnet
2.	1 buah
3.	2 buah, kutub yang berhadapan sama
4.	2 buah, kutub yang saling berlawanan

Coba kamu jelaskan bagaimana motor listrik bisa berputar!

Kesimpulan

Motor listrik akan berputar apabila

Kemungkinan Penerapan Dalam Kehidupan Sehari-hari

L26. GGL INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Standar Kompetensi

- Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi dasar

- Menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

Tujuan Percobaan

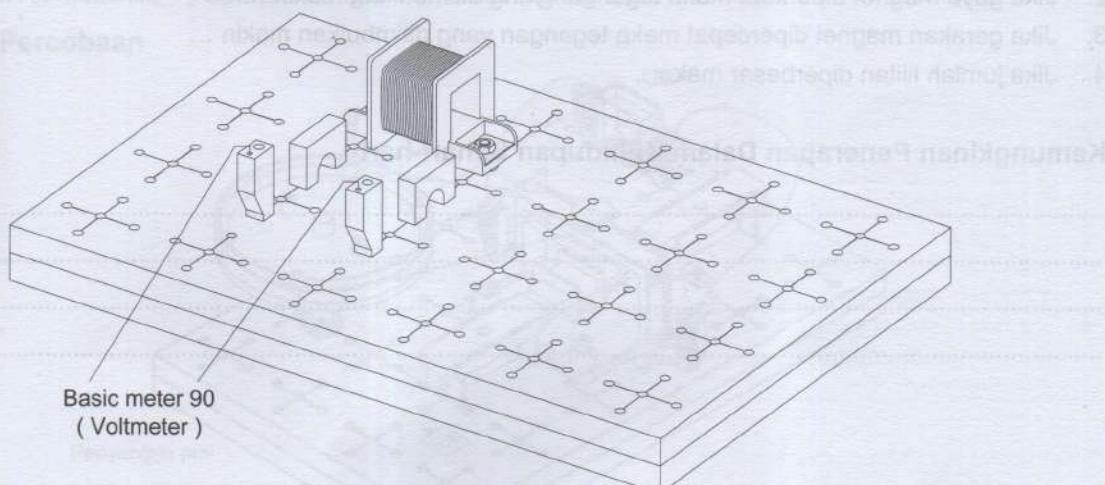
Menyelidiki gejala kelistrikan yang terjadi karena induksi.

Alat/Bahan yang Digunakan

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
KAL 98/20-50	Kabel penghubung merah	1
KAL 98/10-50	Kabel penghubung hitam	1
KAL 41	Meter dasar 90	1
FEM 21.01/500	Kumparan 500 lilitan	1

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
FEM 21.01/102	Kumparan 1000 lilitan	1
FLS 20.02/97	Jembatan penghubung	2
FLS 20.01/096	Papan rangkaian	1
FLS 20.14/112	Magnet batang	2

Persiapan Percobaan



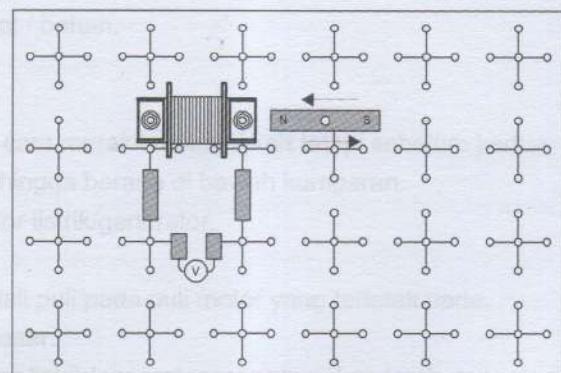
Gambar 1

Keterangan

- Siapkan peralatan / komponen sesuai dengan daftar alat/bahan.
- Susun alat seperti pada Gambar 1.
- Meter dasar 90 yang berfungsi sebagai voltmeter batas ukur 100 mV DC.
- Gunakan kumparan 500 lilitan.

Langkah-Langkah Percobaan

- Gerakkan magnet keluar masuk kumparan secara perlahan-lahan, amati simpangan jarum voltmeter. Catat hasilnya pada tabel hasil pengamatan.
- Lakukan percobaan dengan mempercepat gerakan keluar-masuk magnet batang, catat hasil pengamatan pada Tabel 1.
- Perbesar gaya magnet dengan cara menggabungkan 2 buah magnet batang.



Gambar 2

4. Ulangi langkah 1 dan langkah 2. Catat hasil pengamatan pada Tabel 1.
5. Ganti kumparan 500 lilitan dengan kumparan 1000 lilitan.
6. Lakukan langkah 1 s/d 4 dan catat hasilnya pada Tabel 2.

Hasil Pengamatan

Tabel 1 Kumparan 500 lilitan

No.	Jumlah magnet batang	Gerakan keluar-masuk	Tegangan (maksimum)
1.	1 buah	Perlahan-lahan	... mV
		Cepat	... mV
2.	2 buah	Perlahan-lahan	... mV
		Cepat	... mV

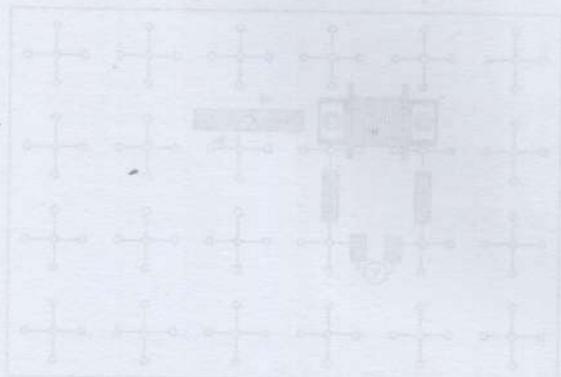
Tabel 2 Kumparan 1000 lilitan

No.	Jumlah magnet batang	Gerakan keluar-masuk	Tegangan (maksimum)
1.	1 buah	Perlahan-lahan	... mV
		Cepat	... mV
2.	2 buah	Perlahan-lahan	... mV
		Cepat	... mV

Kesimpulan

1. Apabila sebuah magnet digerakan keluar masuk kumparan, maka akan menimbulkan ... Arus listrik yang ditimbulkan disebut ...
2. Jika gaya magnet diperkuat maka tegangan yang ditimbulkan makin ...
3. Jika gerakan magnet dipercepat maka tegangan yang ditimbulkan makin ...
4. Jika jumlah lilitan diperbesar maka...

Kemungkinan Penerapan Dalam Kehidupan Sehari-hari



L27. GENERATOR LISTRIK

Standar Kompetensi

4. Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi dasar

- 4.3 Menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

Tujuan Percobaan

Menyelidiki perubahan energi gerak menjadi energi listrik pada generator listrik.

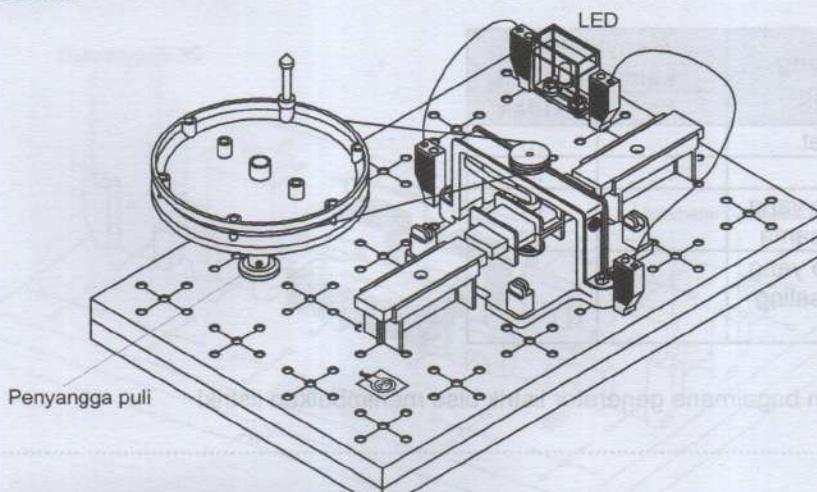
Alat/Bahan yang Digunakan

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
FLS 20.14/112	Magnet batang	2
PEO 372 01	Lampu LED	1
FLS 20.01/096	Papan rangkaian	1
FLS 20.02/97	Jembatan penghubung	7
PEI 200 02	Motor listrik/generator DC	1set
KAL 98/20-50	Kabel penghubung merah	1

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
KAL 98/10-50	Kabel penghubung hitam	1
FME 51.16/25	Puli Ø 100 mm*)	1
-	Tali puli**)	1
-	Penyangga Puli**)	1
FME 51.17/26	Steker poros*)	1

*) Terdapat di Kit Mekanik; **) Satu set dengan motor listrik/generator

Persiapan Percobaan



Gambar 1

Keterangan

- Siapkan peralatan / komponen sesuai dengan daftar alat / bahan.
- Susun alat seperti pada Gambar 1.
- Pasang motor listrik/generator pada papan rangkaian.

- Catatan:** Cara merakit generator hampir sama dengan cara merakit motor. Akan tetapi sebelum kedua buah sikat dipasang, pasang terlebih dahulu tali puli sehingga berada di bawah kumparan.
- Pasang dudukan magnet di sebelah kiri dan kanan motor listrik/generator.
 - Pasang steker poros sebagai engkol pada puli.
 - Pasang puli pada papan rangkaian, kemudian pasang tali puli pada puli motor yang terletak pada bagian bawah kumparan kemudian pasang pada puli besar.
 - Pasang lampu LED, kemudian hubungkan dengan motor listrik/generator menggunakan jembatan penghubung atau kabel penghubung.
 - Periksa kembali rangkaian.

Langkah-Langkah Percobaan

1. Putar engkol secara perlahan, kemudian amati LED.
Menyalakah LED?
2. Bila LED belum menyala, tambah kecepatan putaran engkol sampai LED terlihat menyala.
3. Hentikan memutar generator, kemudian amati bagian-bagian dari generator listrik.
4. Cabut kedua buah magnet batang.
5. Putar engkol, kemudian perhatikan LED.
Menyalakah LED?
6. Pasang satu buah batang magnet pada dudukannya.
7. Putar engkol, kemudian perhatikan LED.
Menyalakah LED?
8. Pasang satu buah magnet lagi pada dudukannya dengan kutub yang berhadapan sama.
9. Putar engkol, kemudian perhatikan LED.
Sekarang, menyalaakah LED?
10. Balikkan salah satu magnet batang sehingga kutub yang berhadapan saling berlawanan.
11. Putar engkol, kemudian perhatikan LED.

Sekarang, menyalaakah LED?

Hasil Pengamatan

Komponen-komponen generator listrik adalah.....

Berilah tanda "✓"!

No.	Magnet yang Terpasang	Menyalakah Lampu LED?	
		Ya	Tidak
1.	Tanpa magnet
2.	1 buah
3.	2 buah, kutub yang berhadapan sama
4.	2 buah, kutub yang berhadapan saling berlawanan

Coba kamu jelaskan bagaimana generator listrik bisa menimbulkan listrik!

Berdasarkan hasil percobaan **L25 Motor Listrik** dan percobaan ini, sebutkan perbedaan motor listrik dan generator listrik!

Kesimpulan

Generator listrik akan menimbulkan listrik apabila.....

Kemungkinan Penerapan Dalam Kehidupan Sehari-hari

L28. TRANSFORMATOR (TRAFO)

Standar Kompetensi

4. Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kompetensi dasar

- 4.3 Menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

Tujuan Percobaan

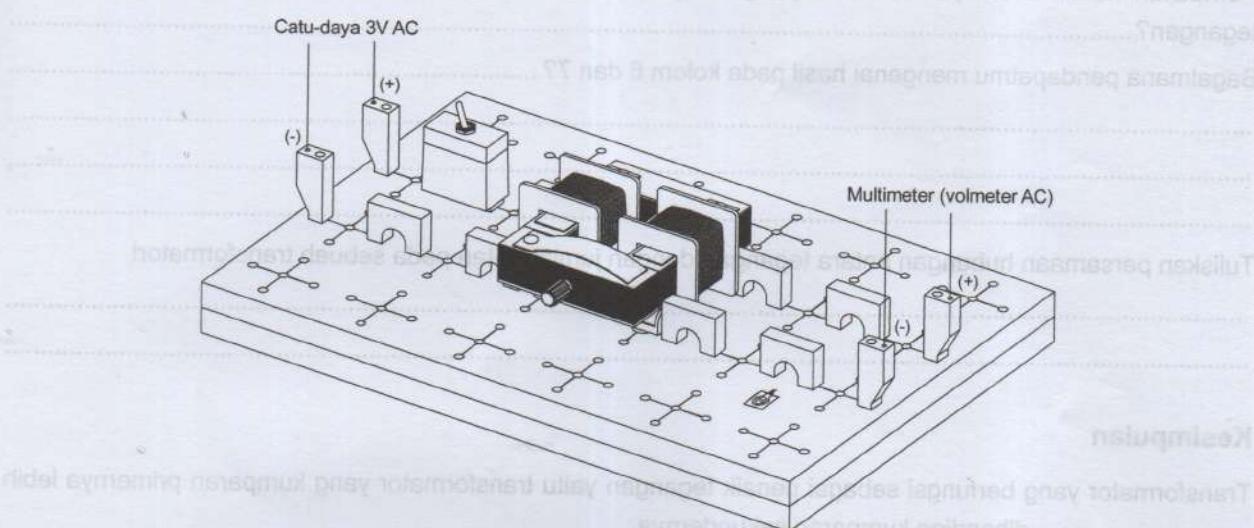
Mempelajari prinsip kerja sebuah transformator.

Alat/Bahan yang Digunakan

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
FEM 21.01/102	Kumparan 1000 lilitan	1
FEM 21.01/500	Kumparan 500 lilitan	1
FEM 21.01/250	Kumparan 250 lilitan	1
FEM 21.09	Inti Besi U	1
FLS 20.08/10	Inti Besi I	1
FLS 20.01/096	Papan rangkaian	1

No. Kat	Nama Alat / Bahan	Jml
KAL 98/20-50	Kabel penghubung merah	2
KAL 98/10-50	Kabel penghubung hitam	2
FLS 20.02/97	Jembatan penghubung	7
FLS 20.04/101	Saklar 1 kutub	1
GSE 100	Catu daya	1
GME 230 02	Multimeter	1

Persiapan Percobaan



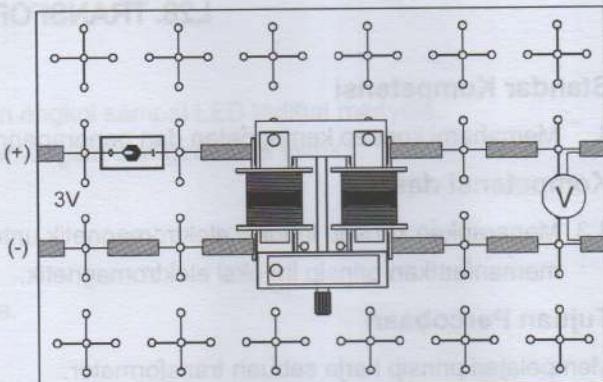
Gambar 1

Keterangan

- Siapkan peralatan/komponen sesuai dengan daftar alat/bahan.
- Buat rangkaian seperti Gambar 1.
- Kumparan 500 lilitan dipasang sebagai kumparan primer (input).
- Kumparan 1000 lilitan dipasang sebagai kumparan sekunder (output).
- Saklar dalam keadaan terbuka (posisi 0) dipasang pada rangkaian primer.
- Multimeter digunakan sebagai voltmeter dengan batas ukur 50 volt AC.
- Hubungkan catu daya ke sumber tegangan PLN (alat masih dalam keadaan mati/off).
- Pilih tombol tegangan keluaran catu daya 3 volt AC.
- Hubungkan rangkaian ke catu daya (gunakan kabel penghubung).
- Periksa kembali rangkaian.

Langkah-Langkah Percobaan

1. Hidupkan catu daya (ON).
2. Tutup saklar (posisi 1), kemudian ukur tegangan pada kumparan primer dan sekunder dengan menggunakan multimeter. Catat hasilnya ke dalam tabel hasil pengamatan.
3. Buka saklar (posisi 0), kemudian ubah tombol tegangan keluaran catu daya menjadi 6 volt AC.
4. Lakukan seperti langkah 2, dan catat hasilnya ke dalam tabel hasil pengamatan.
5. Tukar tempat kumparan 1000 lilitan dengan kumparan 250 lilitan.
6. Ulangi langkah 3 dan 4 dengan mengubah tombol tegangan keluaran catu daya pada 9 dan 12 volt AC.



Gambar 2

Hasil Pengamatan

Tegangan catu daya	N primer (N _p)	N sekunder (N _s)	V _p (V)	V _s (V)	N _p /N _s	V _p /V _s
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3 volt	500	1000
6 volt	500	1000
9 volt	500	250
12 volt	500	250

Perhatikan kolom 2 sampai 5, mana yang menjadi penaik tegangan dan mana yang menjadi penurun tegangan?

Bagaimana pendapatmu mengenai hasil pada kolom 6 dan 7?

Tuliskan persamaan hubungan antara tegangan dengan jumlah lilitan pada sebuah transformator!

Kesimpulan

Transformator yang berfungsi sebagai penaik tegangan yaitu transformator yang kumparan primernya lebih dibanding kumparan sekundernya.

Transformator yang berfungsi sebagai penurun tegangan yaitu transformator yang kumparan primernya lebih dibanding kumparan sekundernya.

Perbandingan tegangan primer dan sekunder sama dengan perbandingan

Kemungkinan Penerapan Dalam Kehidupan Sehari-hari