

Pendalaman Materi IPA Fisika SMP/MTs

**MUATAN LISTRIK DAN
GEJALA LISTRIK STATIK**

Disusun dan disajikan sebagai materi PLPG tahun 2008

Oleh :

Drs. Sutrisno, M.Pd.

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMJU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2008**

BAB I

MUATAN LISTRIK DAN GEJALA LISTRIK STATIK

1. Standar Kompetensi

3. Memahami konsep kelistrikan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

2. Kompetensi Dasar

- 3.1 Mendeskripsikan muatan listrik untuk memahami gejala-gejala listrik statis serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari

3. Analisis Kompetensi dan Pengembangan Indikator

- a. Kompetensi/kata kerja operasional dalam standar kompetensi

Kompetensi/kata kerja operasional yang terdapat dalam standar kompetensi di atas adalah :

- 1 memahami
- 2 menerapkan

- b. Kompetensi/kata kerja operasional dalam kompetensi dasar

Kompetensi/kata kerja operasional yang terdapat dalam kompetensi dasar di atas adalah :

1. Mendeskripsikan
2. memahami

- c. Kompetensi/kata kerja operasional untuk indikator

Berdasarkan kompetensi/kata kerja operasional yang terdapat dalam standar kompetensi dan kompetensi dasar di atas, dan dengan menggunakan taksonomi Anderson, maka kompetensi/kata kerja operasional yang dapat digunakan untuk membuat indikator adalah kompetensi/kata kerja operasional yang termasuk ke dalam kompetensi-kompetensi tersebut di atas seperti yang dikemukakan berikut ini.

Memahami	Menerapkan
Menggolongkan	Menerapkan
Mempertahankan	Menentukan
Mendemonstrasikan	Mendramatisasikan
Membedakan	Menjelaskan
Menerangkan	Menggeneralisasikan
Mengekspresikan	Memperkirakan
Mengemukakan	Mengelola
Memperluas	Mengatur
Memberi contoh	Menyiapkan
Menggambarkan	Menghasilkan
Menunjukkan	Memproduksi
Mengaitkan	Memilih
Menafsirkan	Menunjukkan
Menaksir	Membuat sketsa
Mempertimbangkan	Menyelesaikan
Memadankan	Menggunakan
Membuat ungkapan	
Mewakili	
Menyatakan kembali	
Menulias kembali	
Menentukan	
Merangkum	
Mengatakan	
Menerjemahkan	
Menjabarkan	

d. Pengembangan indikator

Pengembangan indikator didasarkan kepada hasil analisis standar kompetensi dan kompetensi dasar. Hasil analisis standar kompetensi dan kompetensi dasar itu, yang pertama adalah kompetensi yang terkandung dan tercakup dalam standar kompetensi dan kompetensi dasar serta kompetensi/kata kerja operasional yang bersesuaian untuk indikator seperti yang telah dikemukakan di atas, dan yang kedua adalah analisis materi ajar seperti yang akan dikemukakan segera setelah ini.

1 Beberapa contoh indikator

- Mendeskripsikan muatan listrik
- Menyebutkan dua jenis muatan listrik
- Menjelaskan macam-macam proses elektrifikasi
- Menyebutkan kembali hukum Coulomb.
- Menggunakan persamaan hukum Coulomb.

2 Tugas membuat indikator

Buatlah sebanyak-banyaknya indikator yang sesuai dengan kompetensi dan materi ajar yang terkandung dalam standar kompetensi 3 dan kompetensi dasar 3.1!

4. Analisis Materi Ajar

a. Konsep Prasyarat

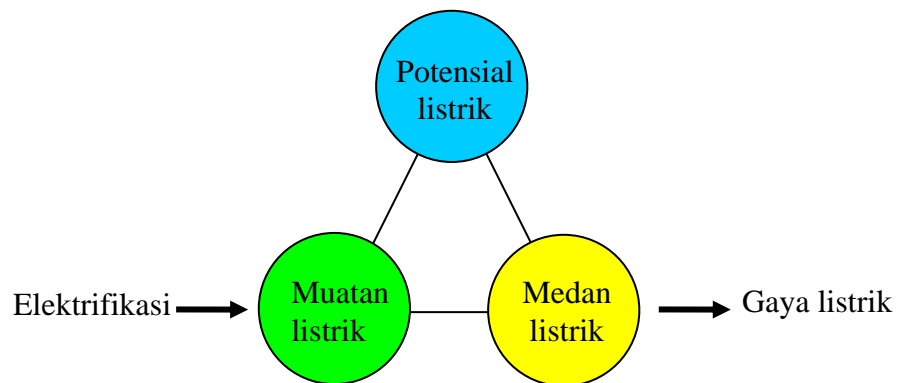
Konsep prasyarat materi ajar muatan listrik dan gejala listrik statis ini adalah :

- 1 Besaran dan satuan
- 2 Operasi matematik : penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, pangkat dua, dan persamaan kudrat.

b. Konsep Esensial Materi Ajar

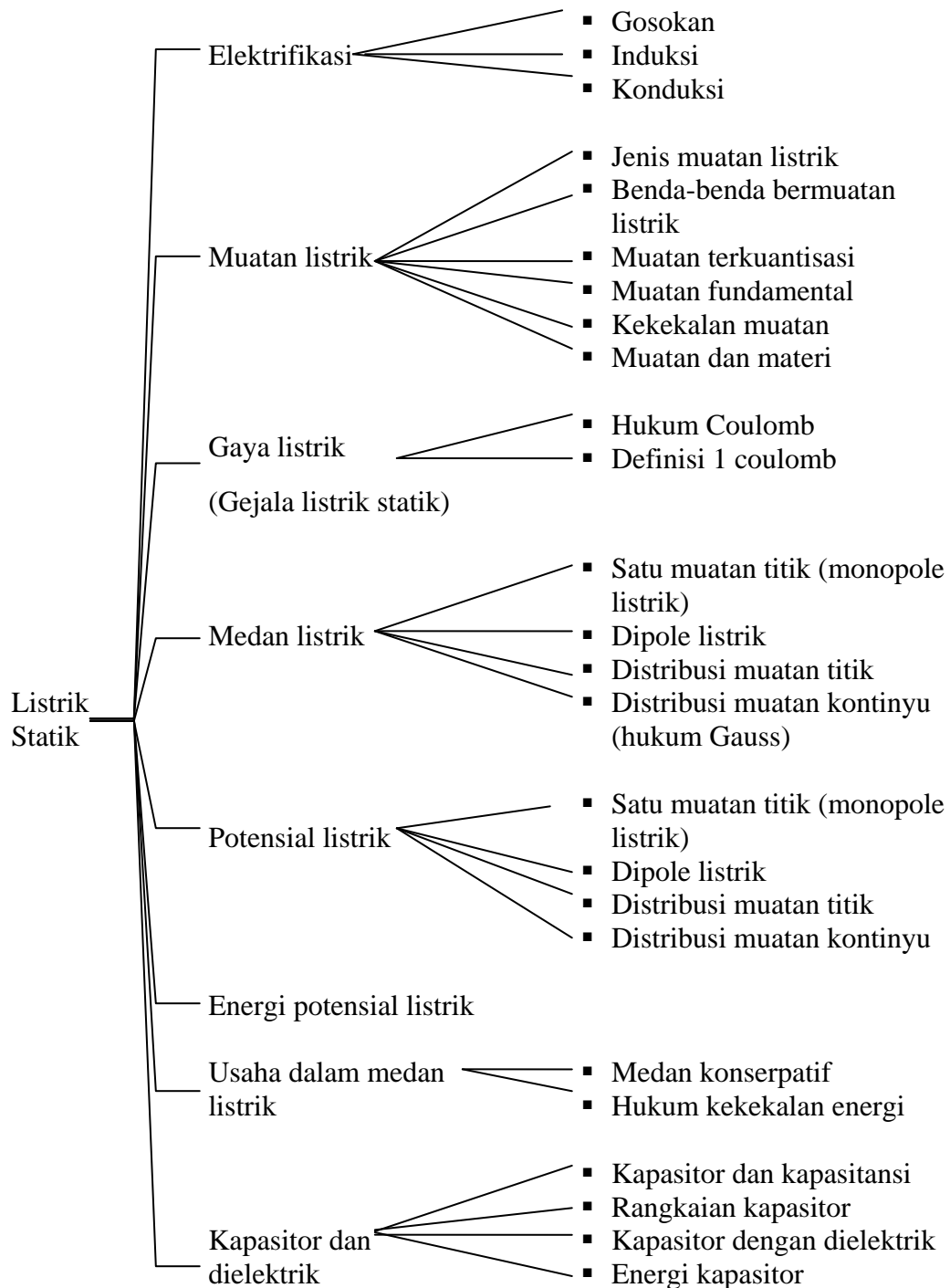
- 1 Muatan listrik
- 2 Muatan fundamental
- 3 Muatan terkuantisasi
- 4 Elektrifikasi
- 5 Induksi
- 6 Medan listrik
- 7 Gaya listrik

d. Peta Konsep Materi Ajar



Gambar 1. Peta konsep listrik statis

e. Bagan Materi Ajar



Catatan : Yang diarsir adalah materi pengayaan untu guru.

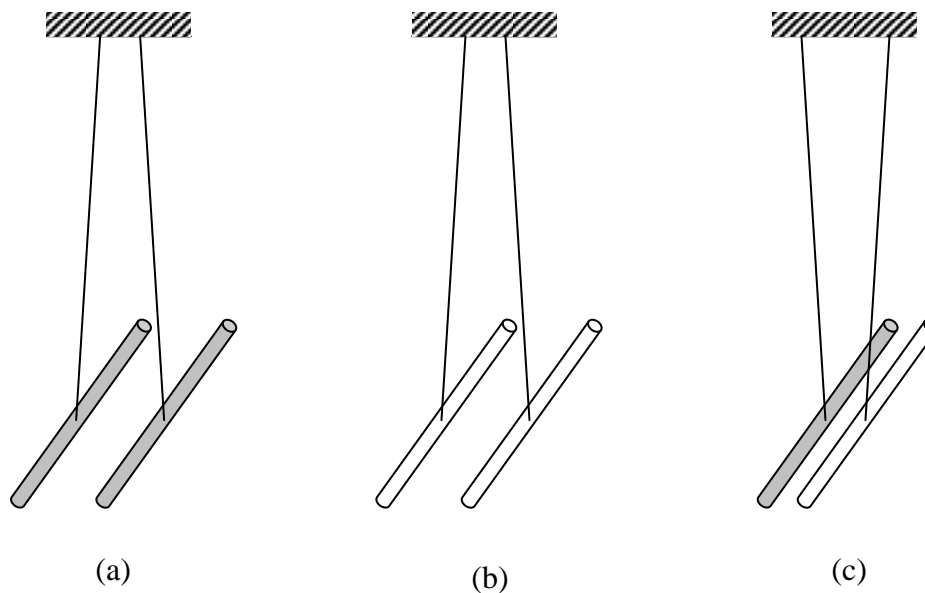
e. **Aspek Kognitif, Aspek Afektif dan Aspek psikomotorik Materi Ajar**

Materi ajar		Kognitif	Afektif	Psiko motorik
ELEktrifikasi	Gosokan	v	v	v
	Konduksi	v	v	v
	Induksi	v	v	v
Muatan listrik	Jenis muatan listrik	v	v	v
	Benda-benda bermuatan listrik	v	v	v
	Muatan fundamental	v		
	Kekekalan muatan	v	v	v
	Muatan dan materi	v	v	
Gaya listrik – hukum Coulomb	Hukum Coulomb	v	v	v
	Definisi 1 coulomb	v	v	

f. Uraian Materi Ajar

MUATAN LISTRIK DAN GEJALA LISTRIK STATIK

Pengetahuan kelistrikan berawal ketika **Thales** dan **Melitus** tahun 600 sebelum masehi, mengamati bahwa sepotong batu ambar jika digosok dapat menarik potongan jerami yang kering, kecil, ringan dan berada didekatnya. Pada perkembangan selanjutnya ditemukan bahwa banyak benda-benda lain yang bersifat seperti batu ambar, misalnya plastik yang digosok dengan kain wool atau bulu dan kaca yang digosok dengan kain sutera.

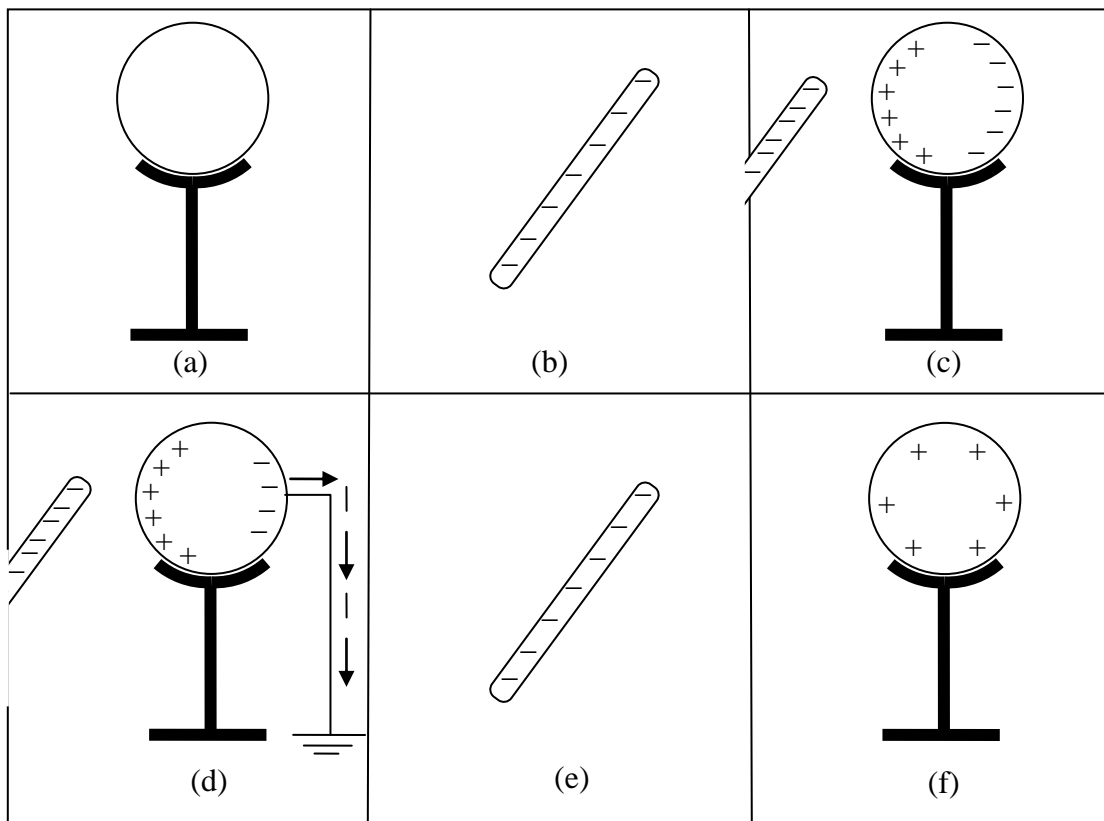


Gambar 2. Gejala listrik statik

Gambar (a) dua batang plastik yang masing-masing telah digosok dengan kain wool atau bulu, saling tolak menolak. Gambar (b) dua batang kaca yang masing-masing telah digosok dengan kain sutera, saling tolak menolak. Gambar (c) batang plastik yang telah digosok dengan kain wool atau bulu dan batang kaca yang telah digosok dengan kain sutera, saling tarik menarik.

Dari gejala-gejala di atas dapat diambil tiga konsep penting yaitu **elektrifikasi**, **muatan listrik**, dan **gejala listrik statis**. Elektrifikasi adalah proses yang menyebabkan benda menjadi bermuatan listrik. Benda-benda yang telah mengalami elektrifikasi atau benda-benda yang bermuatan listrik dapat menunjukkan gejala listrik statis berupa gaya listrik statis. Ada dan hanya ada dua macam gaya listrik statis, yaitu gaya tarik menarik atau gaya tolak menolak. Dari hanya ada dua macam kemungkinan gaya listrik statis itu, maka dapat dipastikan bahwa di alam ini ada dan hanya ada dua macam muatan listrik, yaitu muatan-muatan listrik yang saling tarik menarik, dan muatan-muatan listrik yang saling tolak menolak. Muatan-muatan listrik yang sejenis saling tolak menolak dan muatan-muatan listrik tak sejenis saling tarik menarik. Kedua jenis muatan listrik itu diberi nama muatan listrik positif dan muatan listrik negatif.

Ada tiga macam proses **elektrifikasi** yang dapat menyebabkan benda menjadi bermuatan listrik yaitu **gesekan**, **induksi**, dan **konduksi** (aliran arus listrik).



Gambar 3. Induksi listrik

Gambar 2 di atas melukiskan sebuah bola konduktor yang diinduksi oleh sebuah batang bermuatan listrik negatif. Gambar (a) sebuah bola konduktor di tempatkan pada sebuah penyangga yang terbuat dari bahan isolator. Gambar (b) sebuah batang isolator bermuatan negatif. Gambar (c) batang bermuatan negatif didekatkan pada sebuah bola konduktor tak bermuatan (netral). Batang mengalami induksi sehingga muatan positifnya mendekati muatan negatif batang, dan muatan negatifnya menjauhi muatan negatif batang. Gambar (d) Bola konduktor yang sedang terinduksi dihubungkan ke bumi dengan kawat konduktor (**dibumikan = grounding**), sehingga muatan negatifnya bergerak ke bumi. Gambar (e) Setelah mengalami induksi dan dibumikan, konduktor bola menjadi bermuatan positif. Gambar (f) batang yang menginduksi tetap bermuatan negatif.

Muatan Listrik

Telah dikemukakan di atas bahwa, ada dan hanya ada dua macam gaya listrik statik, yaitu gaya tarik menarik atau gaya tolak menolak. Dari hanya ada dua macam kemungkinan gaya listrik statik itu, maka dapat dipastikan bahwa di alam ini ada dan hanya ada dua macam muatan listrik, yaitu muatan-muatan listrik yang saling tarik menarik, dan muatan-muatan listrik yang saling tolak menolak. Muatan-muatan listrik yang sejenis saling tolak menolak dan muatan-muatan listrik tak sejenis saling tarik menarik. Kedua jenis muatan listrik itu diberi nama muatan listrik positif dan muatan listrik negatif.

Benjamin Franklin (1706 – 1790) seorang sarjana fisika Amerika menamakan jenis muatan listrik yang muncul pada kaca yang digosok dengan kain sutera sebagai muatan positif, sedangkan muatan yang muncul pada plastik yang digosok kain wool (bulu) sebagai muatan negatif. Nama jenis muatan listrik positif dan muatan listrik negatif yang diberikannya itu digunakan sampai sekarang ini. Beberapa hal penting yang berkaitan dengan muatan listrik adalah seperti yang dikemukakan berikut ini.

- 1 Di alam ini ada dan hanya ada **dua macam muatan listrik** yaitu **muatan listrik positif** dan **muatan listrik negatif** atau disingkat **muatan positif** dan **muatan negatif**.
- 2 **Muatan-muatan sejenis tolak menolak, dan muatan-muatan tak sejenis tarik menarik.** Muatan listrik positif dan muatan listrik positif tolak menolak, muatan listrik negatif dan muatan listrik negatif tolak menolak, muatan listrik positif dan muatan listrik negatif tarik menarik.

- 3 Muatan-muatan listrik dapat berinteraksi satu dengan yang lain sebab setiap **muatan listrik menimbulkan medan listrik**.
- 4 **Muatan listrik terkuantisasi**. Besar muatan listrik adalah kelipatan bulat dari besar muatan fundamental atau muatan elementer. Jadi, besar muatan listrik tidak dapat memiliki harga sembarang.
- 5 Besar **muatan fundamental** atau muatan elementer adalah $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb.
- 6 **Elektron** adalah partikel sub atomik (bagian dari atom, kulit atom) bermuatan listrik negatif yang besarnya sama dengan besar muatan fundamental. **Muatan elektron** adalah $-1,6 \times 10^{-19}$ coulomb.
- 7 **Proton** adalah partikel sub atomik (bagian dari atom, inti atom) bermuatan listrik positif yang besarnya sama dengan besar muatan fundamental. **Muatan proton** adalah $+1,6 \times 10^{-19}$ coulomb.
- 8 Setiap benda terdiri atas banyak **molekul**, setiap molekul terdiri atas banyak **atom**, dan setiap atom terdiri atas proton, elektron dan mungkin juga **neutron**.
- 9 **Benda bermuatan listrik positif** adalah benda yang **kekurangan elektron**. **Ion positif** adalah molekul yang kekurangan atau kehilangan satu atau lebih elektron.
- 10 **Benda bermuatan listrik negatif** adalah benda yang **kelebihan elektron**. **Ion negatif** adalah molekul yang kelebihan satu atau lebih elektron.
- 11 **Benda netral** adalah benda yang jumlah besar muatan listrik positifnya sama dengan jumlah besar muatan listrik negatifnya. Benda seperti itu sering disebut sebagai **benda tidak bermuatan listrik**. Neutron adalah partikel sub atomik yang tidak bermuatan listrik.
- 12 **Elektroskop** adalah alat untuk menguji apakah suatu benda bermuatan listrik atau tidak bermuatan listrik.

Konduktor dan Isolator

Pengetahuan dan percobaan-percobaan listrik statik sering sekali berkaitan dengan konsep-konsep konduktor dan isolator. Pada elektrifikasi dengan gesekan, benda yang digesek dapat menjadi bermuatan listrik jika benda itu adalah isolator. Percobaan elektrifikasi dengan gesekan dan induksi sering gagal bila dilakukan di tempat lembab,

karena udara yang lembab mengandung banyak molekul-molekul air, dan molekul-molekul air menghantarkan muatan listrik.

- **Isolator** adalah benda yang tidak memiliki elektron yang dapat bergerak bebas. Elektron tidak dapat bergerak di dalam bahan isolator. Isolator tidak dapat menghantarkan arus listrik.
- **Konduktor** adalah benda yang memiliki elektron yang dapat bergerak bebas. Ada cukup banyak elektron dapat bergerak (konduksi) di dalam bahan konduktor. Konduktor dapat menghantarkan arus listrik.
- **Semikonduktor** adalah isolator yang pada suhu tinggi bersifat sebagai konduktor.

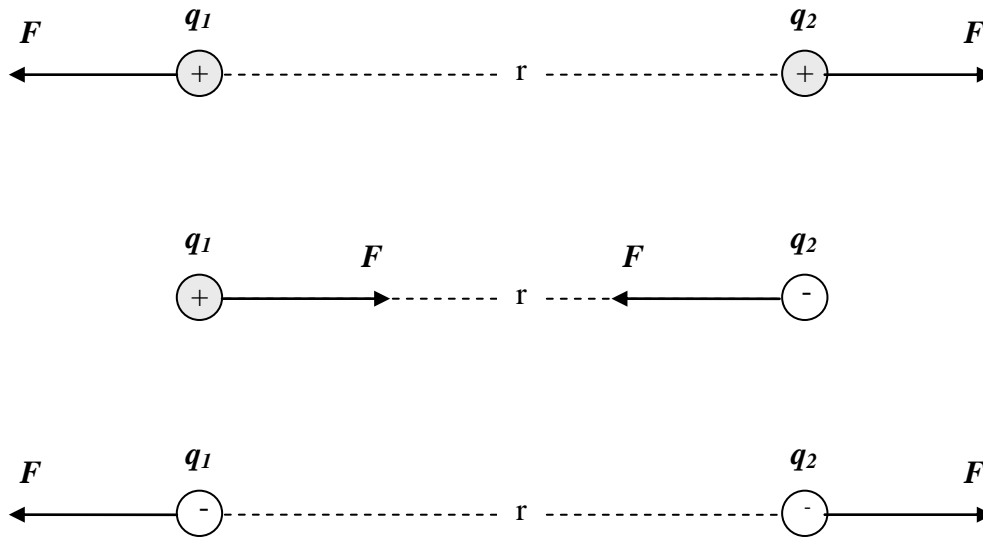
GAYA LISTRIK – HUKUM COULOMB

Gaya listrik merupakan salah satu bentuk gejala listrik statik. Gaya listrik adalah **interaksi** listrik berupa gaya tarik menarik antara benda-benda bermuatan listrik tak sejenis atau gaya tolak menolak antara benda-benda bermuatan listrik sejenis. Jika benda-benda bermuatan listrik yang berinteraksi dengan gaya listrik berada pada jarak satu sama lain yang jauh lebih besar dari ukuran (geometri) benda-benda itu, maka benda-benda bermuatan listrik itu masing-masing disebut sebagai **muatan titik**.

Mengenai gaya listrik antara muatan-muatan listrik ini, Charles Augustin Coulomb (1736 – 1806) dengan alat yang disebut neraca puntir (*torsion balance*) mengukur secara kuantitatif besar gaya tarik dan gaya tolak itu dan memberikan kesimpulan berupa hukum yang mengatur mengenai gaya tarik dan gaya tolak itu. Kesimpulannya adalah bahwa, besar gaya tolak menolak atau gaya tarik menarik antara dua muatan listrik besarnya sebanding dengan besar hasil perkalian muatan-muatan itu dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan itu. Secara matematik kesimpulan itu dapat dinyatakan dengan hubungan di bawah ini.

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Hubungan di atas kemudian disebut sebagai hukum Coulomb, hanya berlaku untuk muatan-muatan titik (*point charges*) yaitu benda-benda bermuatan listrik yang ukurannya jauh lebih kecil dari jarak antara benda-benda bermuatan listrik itu.



Gambar 4. Gaya listrik

Jika gaya listrik antara muatan-muatan titik itu terjadi di udara atau ruang hampa, maka hubungan di atas dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan dengan cara menyisipkan sebuah konstanta pembanding $k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ sehingga diperoleh persamaan di bawah ini.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Pada persamaan di atas :

F adalah gaya listrik, dalam SI dinyatakan dengan satuan N

q_1 adalah besar muatan titik pertama, dalam SI dinyatakan dengan satuan C

q_2 adalah besar muatan titik kedua, dalam SI dinyatakan dengan satuan C

r adalah jarak antara muatan-muatan titik, dalam SI dinyatakan dengan satuan m

Berdasarkan pada persamaan di atas, maka definisi 1 coulomb atau 1 C adalah sebagai berikut ini.

Definisi 1 C :

Jika dua muatan listrik yang sama besar berada di udara pada jarak 1 m satu sama lain dan berinteraksi dengan gaya tarik menarik atau gaya tolak menolak sebesar 1 N, maka kedua muatan listrik itu masing-masing besarnya disebut

sebagai 1 C.

Jika sebuah muatan titik mengalami lebih dari satu buah gaya listrik, maka gaya listrik pada muata titik itu adalah jumlah vektor dari semua gaya listrik yang bekerja pada muatan titik itu. (Untuk SMP/MTs pembahasan gaya listrik hanya sampai kepada jumlah dua buah gaya listrik yang segaris, yaitu dua gaya listrik yang searah atau berlawanan arah).