

Rangkuman Materi: Muatan & Gaya Listrik Statis

1. MUATAN LISTRIK DAN STRUKTUR ATOM

- **Atom** terdiri dari partikel subatomik:
 - **Proton** (bermuatan positif, berada di inti atom).
 - **Neutron** (tidak bermuatan/netral, berada di inti atom).
 - **Elektron** (bermuatan negatif, mengelilingi inti atom).
- **Kondisi Muatan Benda:**
 - **Netral:** Jumlah proton sama dengan jumlah elektron.
 - **Bermuatan Positif:** Kehilangan/kekurangan elektron (jumlah proton > elektron).
 - **Bermuatan Negatif:** Menerima/kelebihan elektron (jumlah elektron > proton).

Catatan Penting: Hanya elektron yang dapat berpindah dari satu benda ke benda lain. Proton tetap berada di dalam inti atom.

2. CARA MEMBERI MUATAN LISTRIK

1. **Penggosokan:** Memindahkan elektron akibat gesekan.
 - *Mistar plastik digosok kain wol* → Plastik bermuatan **negatif** (elektron berpindah dari wol ke plastik).
 - *Kaca digosok kain sutra* → Kaca bermuatan **positif** (elektron berpindah dari kaca ke sutra).
2. **Induksi:** Pemisahan muatan pada benda netral ketika didekatkan dengan benda bermuatan listrik tanpa menyentuh.
3. **Konduksi:** Pemindahan muatan melalui sentuhan langsung antar benda.

3. INTERAKSI ANTARMUATAN LISTRIK

- Muatan **sejenis** (positif-positif atau negatif-negatif) akan **tolak-menolak**.
- Muatan **berlawanan jenis** (positif-negatif) akan **tarik-menarik**.

4. HUKUM COULOMB (GAYA LISTRIK STATIS)

Hukum Coulomb menyatakan bahwa *gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua benda bermuatan listrik berbanding lurus dengan hasil kali kedua muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antarkeduanya*.

Persamaan Hukum Coulomb:

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

- F = Gaya Coulomb (N)
- k = Konstanta pembanding ($9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$)
- q_1, q_2 = Besar muatan listrik (C)
- r = Jarak antara kedua muatan (m)

Hubungan Antarvariabel:

- Jika salah satu muatan diperbesar 2 kali, gaya F menjadi **2 kali** lebih besar.
- Jika jarak r dijauhkan menjadi 2 kali lipat, gaya F menjadi $\frac{1}{4}$ **kali** semula (r dikuadratkan di penyebut).

Soal Latihan

Bagian A: Pilihan Ganda

1. Bagian dari atom yang dapat berpindah ketika dua benda netral digosokkan adalah ...
 - a. Proton
 - b. Elektron
 - c. Neutron
 - d. Inti atom
2. Kaca yang telah digosok dengan kain sutra akan bermuatan positif karena ...
 - a. Menerima proton dari kain sutra
 - b. Melepas proton ke kain sutra
 - c. Menerima elektron dari kain sutra
 - d. Melepas elektron ke kain sutra
3. Dua muatan listrik q_1 dan q_2 terpisah pada jarak r dan saling tolak-menolak dengan gaya sebesar F . Jika jarak antara kedua muatan dijadikan 2 kali semula, maka gaya tolak-menolaknya menjadi ...
 - a. $4F$
 - b. $2F$
 - c. $\frac{1}{2}F$
 - d. $\frac{1}{4}F$
4. Dua muatan titik sebesar $+2\ \mu\text{C}$ dan $+4\ \mu\text{C}$ terpisah sejauh 3 cm. Jika nilai $k = 9 \times 10^9\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, besar gaya Coulomb di antara kedua muatan tersebut adalah ... ($1\ \mu\text{C} = 10^{-6}\ \text{C}$)
 - a. 80 N
 - b. 180 N
 - c. 800 N
 - d. 1800 N

Bagian B: Esai / Uraian

1. Jelaskan mengapa balon yang digosokkan ke rambut dapat menempel di dinding! Sertakan skema pemindahan muatannya.
2. Dua buah muatan listrik bermuatan $q_1 = +3 \times 10^{-6}\ \text{C}$ dan $q_2 = -6 \times 10^{-6}\ \text{C}$ terpisah pada jarak 3 cm (0,03 m).
 - a. Tentukan sifat interaksi kedua muatan tersebut (tarik-menarik atau tolak-menolak).
 - b. Hitunglah besar gaya Coulomb antara kedua muatan tersebut! ($k = 9 \times 10^9\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$)

Kunci Jawaban & Pembahasan

Bagian A: Pilihan Ganda

1. Jawaban: B

- **Pembahasan:**

Proton dan neutron terikat kuat di dalam inti atom, sehingga tidak dapat berpindah. Partikel subatomik yang berada di kulit atom dan dapat berpindah dari satu benda ke benda lain adalah **elektron**.

2. Jawaban: D

- **Pembahasan:**

Ketika kaca digosok dengan kain sutra, ikatan elektron pada kaca lebih lemah daripada pada kain sutra. Akibatnya, **elektron dari kaca berpindah (lepas) ke kain sutra**. Karena kaca kehilangan elektron (kelebihan proton), maka kaca menjadi bermuatan **positif**.

3. Jawaban: D

- **Pembahasan:**

Berdasarkan Hukum Coulomb, besar gaya F berbanding terbalik dengan kuadrat jarak (r^2):

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

Jika jarak baru $r' = 2r$, maka gaya baru F' menjadi:

$$F' = \frac{1}{(2)^2} F = \frac{1}{4} F$$

Jadi, gayanya berkurang menjadi $\frac{1}{4}$ **kali semula**.

4. Jawaban: A

- **Pembahasan:**

- **Diketahui:**

- $q_1 = +2 \mu\text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$
- $q_2 = +4 \mu\text{C} = 4 \times 10^{-6} \text{ C}$
- $r = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

- **Perhitungan:**

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

$$F = (9 \times 10^9) \times \frac{(2 \times 10^{-6}) \times (4 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$F = (9 \times 10^9) \times \frac{8 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-4}}$$

$$F = \frac{72 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-4}} = 8 \times 10^1 = 80 \text{ N}$$

Bagian B: Esai / Uraian

Soal 1

- **Jawaban & Pembahasan:**

- **Penyebab:** Ketika balon digosokkan ke rambut dry/kering, terjadi pemindahan **elektron dari rambut ke balon**. Hal ini membuat balon menjadi **bermuatan negatif**.
- **Proses menempel (Induksi):** Saat balon bermuatan negatif mendekati dinding (netral), elektron-elektron pada permukaan dinding akan terdorong menjauh. Akibatnya, permukaan dinding dekat balon menjadi **bermuatan positif secara lokal**. Muatan negatif balon dan muatan positif dinding memicu **interaksi tarik-menarik**, sehingga balon dapat menempel pada dinding.

Soal 2

- **Jawaban & Pembahasan:**

a. Sifat Interaksi:

Karena muatan q_1 bernilai positif (+) dan q_2 bernilai negatif (−), kedua muatan memiliki **jenis yang berlawanan**. Oleh karena itu, interaksi antara kedua muatan adalah **tarik-menarik**.

b. Perhitungan Gaya Coulomb:

- **Diketahui:**
 - $q_1 = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$
 - $q_2 = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$ (*tanda minus disisihkan dalam perhitungan besar gaya*)
 - $r = 0,03 \text{ m} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$
 - $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$
- **Langkah Penyelesaian:**

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

$$F = (9 \times 10^9) \times \frac{(3 \times 10^{-6}) \times (6 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$F = (9 \times 10^9) \times \frac{18 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-4}}$$

$$F = \frac{162 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-4}}$$

$$F = 18 \times 10^1 = 180 \text{ N}$$

- **Kesimpulan:** Besar gaya Coulomb antara kedua muatan tersebut adalah 180 N.