

Muatan dan Gaya Listrik

Nama : Ratna Arianty Sutrisno
NPM : 2213022034

23/2
24

Muatan, Gaya, dan Medan Listrik

- Muatan Listrik
- Gaya Listrik
- Medan Listrik: ~ Distribusi Muatan Diskrit (data bilangan bulat)
~ Distribusi Muatan Kontinu (bilangan desimal)

Diskrit $\rightarrow$ Bil. Bulat, nilai tetap, dapat dihitung dan tidak bisa diukur, umumnya berbentuk grafik

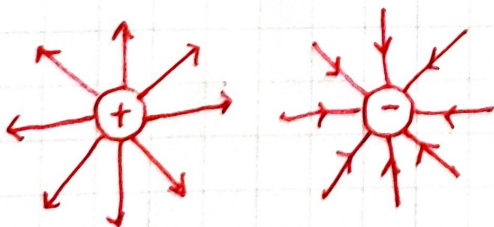
Kontinu $\rightarrow$ Bil. Pecahan atau Desimal, nilai tidak tetap dan lebih luas, tidak dapat dihitung dan bisa diukur, umumnya berbentuk histogram.

jumlah elektron yang dihasilkan benda yang digosokkan ke benda lain:

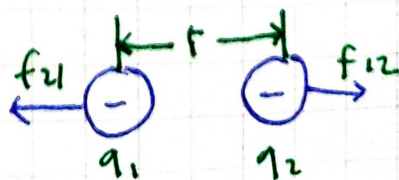
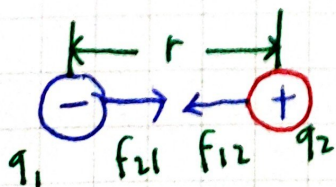
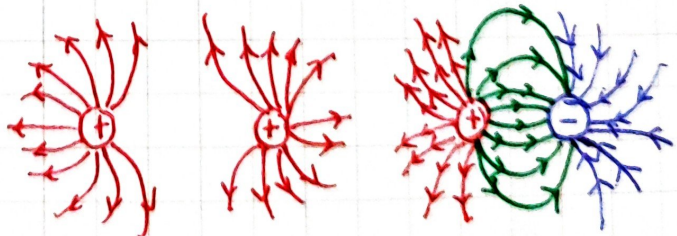
$Q = 10 \text{ nC} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, dimana $1 \text{ C} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ elektron, jadi jumlah elektron yang terkuantisasi setelah bersentuhan dengan benda lainnya adalah

$$N = \frac{10 \cdot 10^{-9}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,25 \cdot 10^{10} \text{ elektron sampai } N = \frac{0,1 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,25 \cdot 10^7 \text{ elektron.}$$

Gaya Listrik



muatan positif muatan negatif



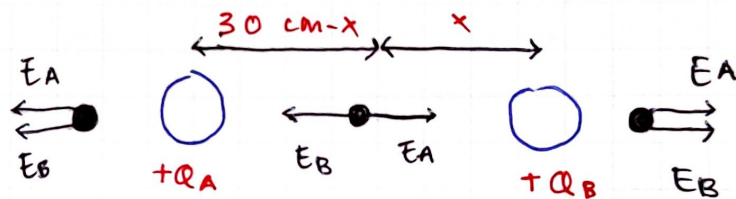
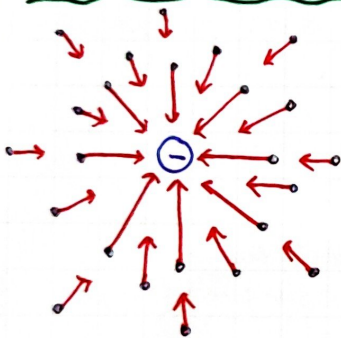
Hukum Coulomb

- Gaya yang dilakukan oleh satu muatan titik pada muatan titik lainnya bekerja sepanjang garis yang menghubungkan kedua muatan tersebut. Besar gaya berbanding terbalik kuadrat jarak keduanya, berbanding lurus dengan perkalian kedua muatan.
- Gaya tolak menolak $\rightarrow$ muatan sama
- Gaya tarik menarik $\rightarrow$ muatan beda

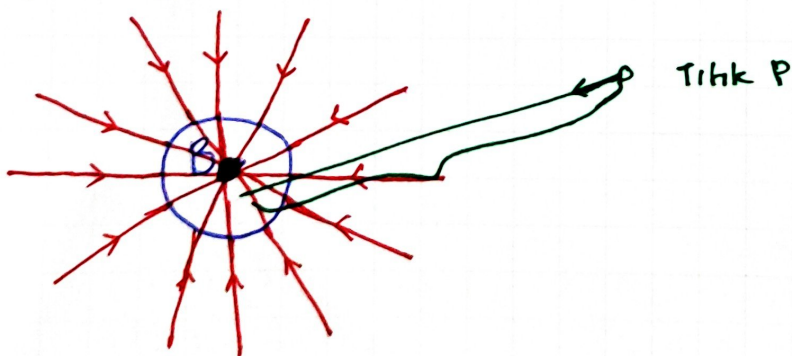
$$F_{12} = \frac{k q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

- Dengan $k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

Medan Listrik



Secara fiktorial medan gravitasi dapat direpresentasikan seperti pada gambar



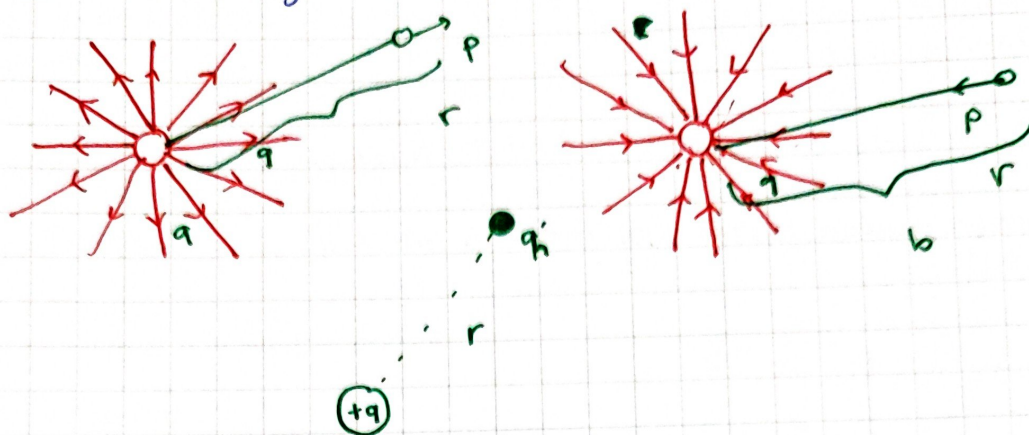
Besarnya medan gravitasi pada titik P adalah

$$g = G \frac{M}{r^2} \hat{r} \text{ dengan } g : \text{kuat medan gravitasi pada suatu titik}$$

G = konstanta gravitasi ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

M = massa benda / bumi (kg), dan r : jarak sebuah titik terhadap massa (m)

Analog dari medan gravitasi, maka medan listrik di-representasikan sebagai berikut.



$$\vec{E} = k \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

$\vec{E}$ = kuat medan listrik (C/m^2)

k = konstanta Coulomb ($k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

Q = muatan listrik (C)

r = jarak antara suatu titik dan muatan listrik (m)

Jika kuat medan gravitasi ditimbulkan oleh sejumlah masa, maka kuat medan gravitasi pada titik tertentu dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\vec{g} = G \frac{M_1}{r_1^2} \hat{r}_1 + G \frac{M_2}{r_2^2} \hat{r}_2 + \dots = \sum_{i=1}^N G \frac{M_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

Analog dari kuat medan gravitasi, maka kuat medan listrik dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\vec{E} = k \frac{q_1}{r_1^2} \hat{r}_1 + k \frac{q_2}{r_2^2} \hat{r}_2 + \dots = \sum_{i=1}^N k \frac{Q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

Distribusi Muatan

Distribusi muatan kontinu dianalogikan dengan distribusi masa kontinu. Distribusi masa kontinu dirumuskan $dm = \rho dV$. Analog dengan persamaan tersebut distribusi muatan kontinu dirumuskan $dq = \rho dV$ untuk muatan yang terdistribusi pada volume, $dq = \sigma dA$ untuk muatan yang terdistribusi pada luas permukaan, $dq = \lambda dl$ untuk muatan yang terdistribusi pada garis (Griffiths, 1989).

Hukum Coulomb untuk muatan kontinu pada benda yang berbentuk garis, luas, dan volume. Maka dari itu q_i diberikan oleh $dq = \lambda dl$, σda , or $\rho d\tau$. Dan selanjutnya ditulis dalam bentuk

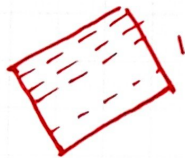
$$\sum_{i=1}^n () q_i \sim \int_{\text{line}} () \lambda dl \sim \int_{\text{surface}} () \sigma da \sim \int_{\text{volume}} () \rho d\tau$$

Besarnya medan listrik oleh muatan garis dengan rapat muatan $dq = \lambda dl$

$$\vec{E} = k \int \frac{\hat{r}_0}{r^2} dq$$

$$\vec{E} = k \int \frac{\hat{r}_0}{r^2} \lambda dl$$

Muatan kontinu pada bidang atau permukaan dapat dianalogikan susunan bola-bola kecil pada suatu bidang, seperti dibawah ini.



$$\vec{E} = k \int_S \int_L \left(\frac{\hat{r}_0}{r^2} \right) dq \quad \vec{E} = k \int_S \int_L \left(\frac{\hat{r}_0}{r^2} \right) \sigma dS$$

Muatan kontinu pada volume dapat dianalogikan biji di dalam buah jambu biji. Medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan kontinu pada volume dapat dihitung dengan mengintegrasikan seluruh muatan di dalam volume tersebut.

$$\vec{E} = k \int \int \int \left(\frac{\hat{r}_0}{r^2} \right) \rho d\tau$$