

Jumat, 12 September 2025

Distribusi Muatan

≠ Medan ($\vec{E}$) oleh muatan diskrit

• Distribusi masa kontinu dirumuskan $dm = \rho dV$

• Analog dengan Persamaan tersebut distribusi muatan kontinu dirumuskan $dq = \rho dV$

• $dq = \sigma dA$

Untuk muatan yang terdistribusi pada luas Permukaan.

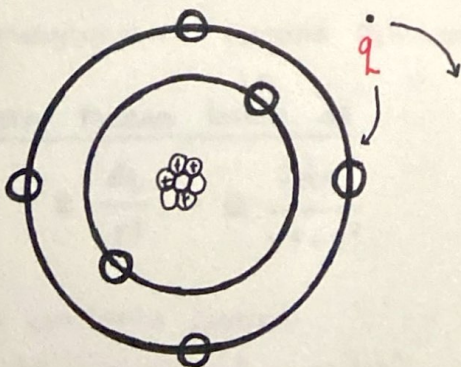
• $dq = \lambda dl$

Untuk muatan yang terdistribusi pada garis.

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

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

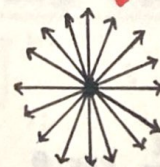
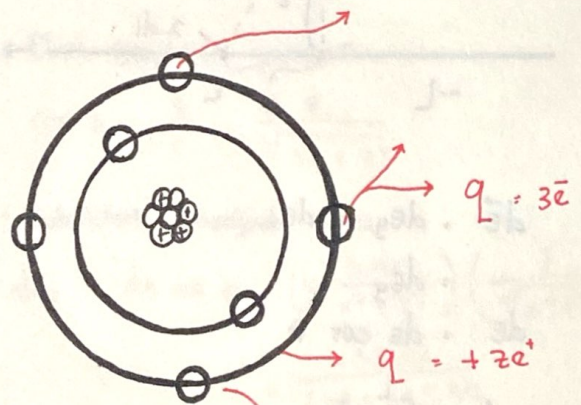
$$\vec{E} = k \int \frac{\hat{r}_0}{r^2} \lambda dl$$



$$q = \pm ne$$

$$= 2ne$$

≠ Muatan → Kata sifat dari sebuah atom



Medan yang kekurangan dua elektron

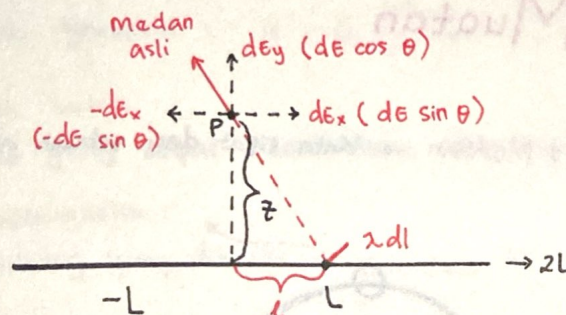
≠ $\vec{E}$ terdistribusi dalam bahan

→ terdistribusi dalam 1 dimensi

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\hat{r}_0}{r^2} \rightarrow \text{diskrit}$$

$$1. \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{q}{r^2} dl \rightarrow \text{berbentuk garis}$$

≠ Contoh :



$$d\vec{E} = dE_y + dE_x$$

$$= dE_y$$

$$dE = dE \cos \theta$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{-L}^L \frac{dq}{r^2}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{-L}^L \frac{\lambda dl}{r^2} \cos \theta$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2L} \frac{\lambda dl}{r^2} \cos \theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2L} \frac{\lambda dl}{r^3} \cos \theta$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2L} \frac{\lambda z}{r^3} dl$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2L} \frac{\lambda z dl}{(z^2 + l^2)^{3/2}}$$

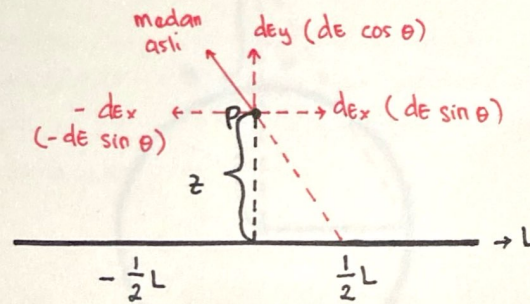
$$\hookrightarrow r = (z^2 + l^2)^{1/2}$$

$$= \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{dl}{z^2 (z^2 + l^2)^{3/2}} \right]$$

$$= \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{l}{z^2 (z^2 + l^2)^{1/2}} \right]_0^{2L}$$

$$\vec{E} = \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{2L}{z^2 (z^2 + (2L)^2)^{1/2}} \right]$$

Problem



→ Elemen muatan kecil (dq)
 tinjau garis yang sangat kecil dengan
 Panjang dx pada posisi x
 muatan → $dq = \lambda dx$

→ Medan Listrik dari dq
 • Jarak r dari dq ke P

$$r = \sqrt{x^2 + z^2}$$

→ menggunakan teorema Pythagoras

• Besar medan Listrik dE

$$dE = k \frac{dq}{r^2} = k \frac{\lambda dx}{x^2 + z^2}$$

k = konstanta Coulomb
 ($k \approx 8.99 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$)

→ Analisis Komponen Vektor

• Komponen vertikal → $dE = k \frac{dq}{r^2} = k \frac{\lambda dx}{x^2 + z^2}$

• Dari geometri gambar

$$\cos \theta = \frac{z}{r} = \frac{z}{\sqrt{x^2 + z^2}}$$

• Substitusi menjadi satu

$$dE_z = dE \cos \theta = \left(k \frac{\lambda dx}{x^2 + z^2} \right) \left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + z^2}} \right) \\ = \frac{k \lambda z dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

→ Integrasi untuk mendapatkan medan total

$$E = E_z = \int_{-L/2}^{L/2} dE_z = \int_{-L/2}^{L/2} \frac{k \lambda z}{(x^2 + z^2)^{3/2}} dx$$

• Keluarkan konstanta dari integral

$$E = k \lambda z \int_{-L/2}^{L/2} \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$\int \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{x}{z^2 \sqrt{x^2 + z^2}}$$

• Masukkan batas integrasinya

$$E = k \lambda z \left[\frac{x}{z^2 \sqrt{x^2 + z^2}} \right]_{-L/2}^{L/2}$$

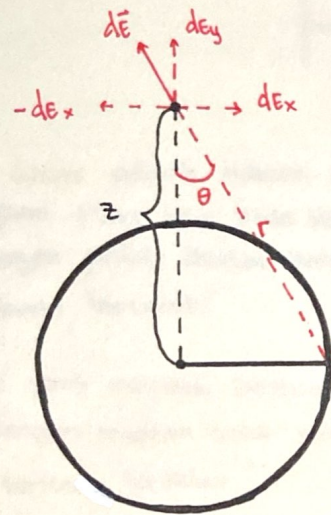
$$E = \frac{k\lambda}{z} \left[\frac{L/2}{\sqrt{(L/2)^2 + z^2}} - \frac{-L/2}{\sqrt{(-L/2)^2 + z^2}} \right]$$

$$E = \frac{k\lambda}{z} \left[\frac{L/2}{\sqrt{L^2/4 + z^2}} + \frac{L/2}{\sqrt{L^2/4 + z^2}} \right]$$

$$E = \frac{k\lambda}{z} \left[\frac{L}{\sqrt{z^2 + (L/2)^2}} \right]$$

• Hasil Akhir

$$E = \frac{k\lambda L}{z\sqrt{z^2 + (L/2)^2}}$$



Saling
meniadakan

$$\begin{aligned} d\vec{E} &= dE_x + dE_y \\ &= dE_y \\ d\vec{E} &= d\vec{E} \cos \theta \end{aligned}$$

$$\vec{E} = dE \cos \theta$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2\pi a} \frac{\lambda dl \cos \theta}{r^2} = \frac{1}{4} \int_0^{2\pi a} \frac{\lambda z}{r^3} dl$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2\pi a} \frac{z}{(z^2 + a^2)^{3/2}} dl$$

$$= \frac{z}{4\pi\epsilon_0 (z^2 + a^2)^{3/2}} l \Big|_0^{2\pi a}$$

$$= \frac{\lambda z \cdot 2\pi a}{4\pi\epsilon_0 (z^2 + a^2)^{3/2}}$$

$$\vec{E} = \frac{\lambda z a}{2\epsilon_0 (z^2 + a^2)^{3/2}}$$