

UTS Kalisma

(2) Diketahui : Panjang batang = L .

Rapat muatan linear = λ

Titik P berjarak z dari : a) ujung kawat

b) Tengah-tengah kawat

Ditanya : a. kuat medan listrik titik di P berjarak z

b. kuat medan listrik titik P berjarak z

a). koordinat dengan kawat dari $x=0$, $x=L$ dan titik P berada diatas titik $s=0$ sejauh z

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

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda dx}{x^2 + z^2} \cdot \frac{z}{\sqrt{x^2 + z^2}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda z \cdot dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$E = \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \int_0^L \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$= \int_0^L \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}} = \left[\frac{x}{z^2 \sqrt{x^2 + z^2}} \right]_0^L = \frac{L}{z^2 \sqrt{L^2 + z^2}}$$

$$E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{L}{2\sqrt{L^2 + z^2}}$$

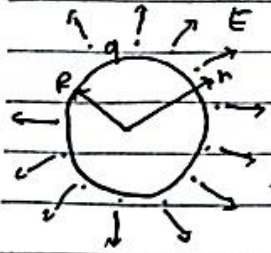
b.) kawat dari $x : -\frac{L}{2}$ hingga $x = \frac{L}{2}$ titik P diatas tengahnya

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \lambda z \cdot \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$dE = \frac{\lambda z}{4\pi\epsilon_0} \int_{-L/2}^{L/2} \frac{dx}{(x^2 + z^2)^{3/2}}$$

③ Hitung medan listrik q rapat muatan σ dengan jari-jari R

* Besar medan listrik di luar bola ($r > R$)



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

$$E = F/q$$

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

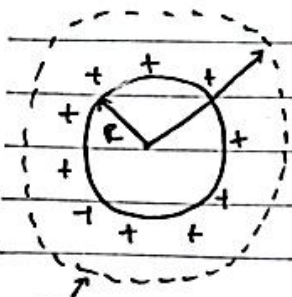
R = Jari-jari bola

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$

r = Jari-jari Permukaan Gauss

Q = Total muatan listrik

* Besar medan listrik di Permukaan bola ($r = R$)



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

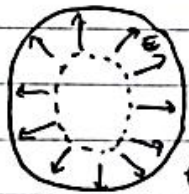
σ = rapat permukaan

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$

Gaussian surface

* Besar Medan listrik di dalam bola ($r < R$)

$E = 0$, karena muatan hanya berada di permukaan



eee (muatan dipermukaan konduktor).

9) Diketahui : $\vec{E} = kr^3 \hat{r}$, keterangan : k = konstanta

$\hat{r}$ = faktor satuan radial dalam koordinat bola.

Ditanya : a. Rapat muatan (ρ)

b. Muatan total dalam bola berjari-jari (R)

Jawab :

a) Rapat muatan (ρ)

* Hukum Gauss dalam bentuk diferensial (divergensi medan listrik)

$\rightarrow \nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ * medan listrik bersifat radial (hanya bergantung pada r)

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (r^2 E(r))$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (kr^3)$$

* Substitusikan : $\rho = \epsilon_0 (\nabla \cdot \vec{E})$

$$\rho(r) = 5 k \epsilon_0 r^2$$

//

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{r^2} 5kr^4$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = 5kr^2$$

b) Hitung muatan total dalam bola jari-jari (R)

* Integrasikan rapat muatan terhadap vol. bola :

$$Q = \int_V \rho(r) dv, dv = r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$$

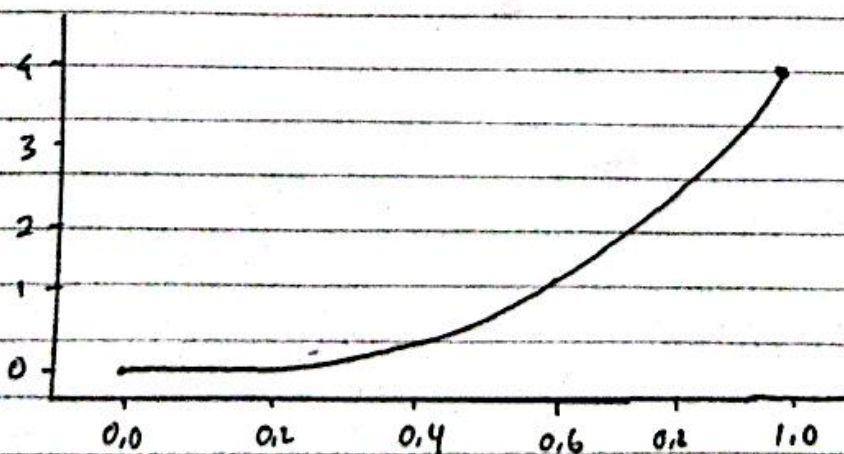
$$Q = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \int_0^R 5k\epsilon_0 r^2 \cdot r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$$

$$Q = 5k\epsilon_0 \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^\pi \sin \theta d\theta \int_0^R r^4 dr$$

$$Q = 5k\epsilon_0 \cdot 2\pi \cdot 2 \cdot \frac{R^5}{5}$$

$$Q = 4\pi \epsilon_0 k R^5$$

Grafik rapat muatan $\rho(r)$ terhadap jarak r



5) Diketahui : titik P berjarak z di atas Pusat persegi
 Panjang sisi : 5 cm
 Rapat muatan linear : λ
 Konstanta Coulumb ke $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

Ditanya : Medan listrik di titik P...?

Jawab : $E = \frac{4k\lambda z}{\pi \left(z^2 + \frac{5^2}{2} \right)^{3/2}}$

Arah medan listrik ke atas sejajar sumbu-z.