

Nama: Suci Awalayah.
 NPM: 2313022047.
 Mtk = kelistrikan dan kemagnetan
 kelas = 23 A.

2. Diket: Panjang batang = L .
 rapat muatan linier = λ
 Titik P berjarak z dari : a) ujung kawat.
 b) Tengah - tengah kawat.

Ditanya: a. kuat medan listrik di titik P yang berjarak z diatas ujung kawat.
 b. kuat medan listrik di titik P yang berjarak z diatas tengah - tengah kawat.

Penyelesaian:

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2}$$

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

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

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

Integrasi dari $x=0$ hingga $x=L$

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

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

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

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

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

* gambar b.

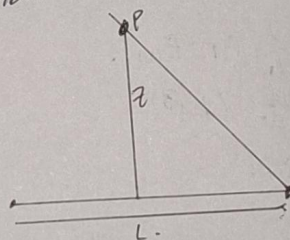
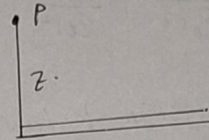
Integrasi dari $-\frac{L}{2}$ sampai $\frac{L}{2}$.

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

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

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

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



3. Diket: Bola konduktor Pejal (Penuh) bermuatan.

rapat muatan permukaan = σ

Jari-jari bola = R

Ditanya: kuat medan listrik E di berbagai posisi (terutama di luar dan di dalam bola)

Penyelesaian:

Untuk konduktor, muatan hanya berada di permukaan, sehingga.

- Didalam bola ($r < R$): $E = 0$
- Diluar bola ($r \geq R$): medan listrik seperti muatan titik

total muatan bola: $Q = \sigma \cdot 4\pi R^2$

medan listrik didalam bola konduktor ($r < R$): $E = 0$.

Karena muatan hanya berada dipermukaan konduktor, tidak ada medan listrik didalam.

- Medan listrik diluar bola ($r \geq R$)

Hk. Gauss.

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Substitusi: $Q = \sigma \cdot 4\pi R^2$

$$E = \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2} \quad \text{jadi, untuk } r < R = E = 0$$

▶ Untuk $r \geq R = E = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^2}$

4. Diket: $\vec{E} = kr^2 \hat{r}$, keferngn = $k = \text{konstan}$
 $\hat{r}$ = 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)

▶ $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ Medan listrik bergkap radial (hanya bergantung pada r)

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

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

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

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

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

* Integrasikan rapat muatan terhadap Vol bola.

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

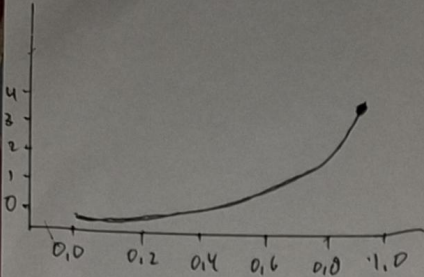
$$Q = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \int_0^R 5k\epsilon_0 r^2 \cdot r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$$

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

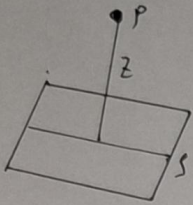
$$Q = 5k\epsilon_0 \cdot 2\pi \cdot 2 \cdot \frac{R^5}{5}$$

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

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



5. Hitung medan listrik di titik P berjarak z diatas pusat kawat yang membentuk segit empat beraturan.



Medan listrik vertikal E_z yaitu.

$$E_z = \frac{2ke\lambda}{z} \sin \theta \quad \text{dimana: } ke = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$\lambda = \text{muatan}$
 $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{s/2}{z} \right)$

Medan Yari

$$E_{\text{total}}, z = 4 \sin \theta, z = 4 \frac{2ke\lambda}{z} \sin \theta; \frac{8ke\lambda}{z} \sin \theta$$

$$\text{dengan } \sin \theta = \frac{s/2}{\sqrt{z^2 + (s/2)^2}} = \frac{s}{2\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4}}}$$

Sehingga

$$E_z = \frac{8ke\lambda}{z} \frac{s}{2\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4}}} = \frac{4ke\lambda s}{z\sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4}}}$$

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

$$E_z = \frac{\lambda s}{\epsilon_0 z \sqrt{z^2 + \frac{s^2}{4}}}$$