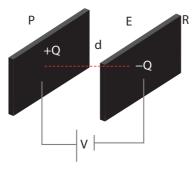


# **DUA KEPING SEJAJAR DAN KAPASITOR**

#### A. DUA KEPING SEJAJAR

Keping sejajar adalah dua keping konduktor yang mempunyai luas dan bahan yang sama. Jika dihubungkan dengan tegangan V maka akan menyimpan muatan listrik yang sama besar tapi berlainan jenis.



Bila ada muatan listrik +q atau yang dilepas di sekitar keping P, maka muatan tersebut akan mendapatkan gaya ke kanan sebesar:

$$(F = q.E)$$

Jika muatan telah pindah dari P ke R maka akan terjadi perubahan energi potensial listrik sebesar:

$$(W = \Delta Ep)$$

persamaan dapat dijabarkan sebagai berikut

$$F \cdot d = q \cdot V$$

$$q \cdot E \cdot d = q \cdot V$$

$$E \cdot d = V$$

$$E \cdot d = V$$

E = medan listrik (N/C)

V = beda potensial (volt)

d = jarak antara 2 keping (m)

Pada gerak muatan di antara dua keping sejajar akan berlaku hukum kekekalan energi mekanik. Kecepatan muatannya dirumuskan sebagai:

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

v = kecepatan partikel saat menumbuk keping (m/s)

q = muatan partikel (C)

V = potensial listrik (volt)

m = massa partikel (kg)

## **CONTOH SOAL**

Dua keping sejajar yang berjarak 5 cm, masing-masing memiliki luas permukaan sebesar 2 cm². Kedua keping dihubungkan pada beda potensial 450 volt. Jika sebuah elektron dilepaskan pada salah satu keping, maka tentukanlah besarnya medan listrik diantara dua keping sejajar serta berapakah kecepatan elektron saat menumbuk keping sejajar tersebut?

$$(q_e = -16 \times 10^{-19}, m_e = 9 \times 10^{-31})$$

#### **Pembahasan**

Diketahui:  $d = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$ ;  $A = 2 \text{ cm}^2$ ; V = 450 volt

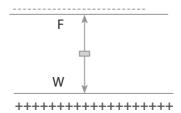
Ditanya:  $E = \dots$ ?

Jawab:

• 
$$E = \frac{V}{d} = \frac{450}{5 \times 10^{-2}} = 9000 \text{ N/C}$$

• 
$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \times 10^{-19} \cdot 450}{9 \times 10^{-31}}} = \sqrt{1,6 \times 10^{14}} = 1,26 \times 10^7 \,\text{m/s}$$

### 2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Sebuah benda kecil bermuatan  $+2~\mu\text{C}$  dalam keadaan setimbang berada di antara dua keping sejajar yang memiliki medan listrik sebesar 900 N/C. Jika percepatan gravitasi 10 m/s², maka massa benda tersebut adalah ....

#### **Pembahasan**

Dalam keadaan setimbang, maka

$$F = W$$

 $q \cdot E = m \cdot g$ 

sehingga

$$m = \frac{q \cdot E}{g} = \frac{2 \times 10^{-6} \cdot 900}{10} = 18 \times 10^{-5} \text{kg} = 18 \times 10^{-2} \text{gram} = 0,18 \text{ gram}$$

#### **B. KAPASITOR**

Kapasitor adalah salah satu komponen listrik (pengembangan konsep dua keping sejajar) yang berfungsi sebagai penyimpan muatan listrik. Muatan yang tersimpan itu berbanding lurus dengan beda potensialnya, dirumuskan sebagai:

$$Q = C.V$$

Q = muatan listrik (Coulomb)

V = beda potensial listrik (volt)

C = kapasitas kapasitor/pembanding (farad)

Nilai kapasitas kapasitor bergantung pada medium yang digunakannya. Jika medium antara dua keping sejajar adalah udara, maka:

$$C_o = \varepsilon_o \cdot \frac{A}{d}$$

C<sub>o</sub> = kapasitas kapasitor di dalam vakum/udara

 $\varepsilon_{o}$  = permitivitas vakum (8,85 × 10<sup>-12</sup> C<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>)

A = luas keping sejajar (m²)

d = jarak antara dua keping (m)

Jika mediumnya diisi bahan dielektrik, maka nilai kapasitasnya:

$$C = K \cdot C_o$$

 $C_{o}$  = kapasitas kapasitor di dalam vakum/udara.

K = konstanta dielektrikum (K ≥1)

Menyimpan muatan listrik hakikatnya menyimpan energi dalam bentuk energi potensial listrik, besarnya energi listrik yang disimpan oleh sebuah kapasitor dirumuskan sebagai:

$$W = \frac{1}{2}CV^{2}$$

$$W = \frac{1}{2}QV$$

$$W = \frac{Q^{2}}{2C}$$

W = energi kapasitor (joule)

C = kapasitas kapasitor (farad)

V = beda potensial (volt)

Q = muatan listrik (coulomb)

## **CONTOH SOAL**

1. Suatu kapasitor keping sejajar, luas tiap keping 2000 cm² dan terpisah 1 cm. Beda potensial di antara keping 3000 volt bila diisi udara, tapi beda potensialnya menjadi 1000 volt jika diisi bahan dielektrik. Tentukanlah konstanta dielektrik bahan tersebut ....

#### Pembahasan

Diketahui:

V<sub>1</sub> = 3000 volt

 $V_{2} = 1000 \text{ volt}$ 

 $K_1$  (udara) = 1

Ditanya:  $K_2 = \dots$ ?

Jawab:

$$C = K \cdot C_0$$

 $C \sim K \operatorname{di mana} C = \frac{q}{V} \operatorname{sehingga} C \sim \frac{1}{V} \sim K \operatorname{maka}$ 

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{K_1}{K_2}$$

$$\frac{1000}{3000} = \frac{1}{K_2}$$

$$K_2 = 3$$

2. Sebuah kapasitor memiliki kapasitas  $\frac{1}{5}$ C. Jika jarak dua keping sejajar pada kapasitor diubah menjadi  $\frac{1}{4}$  nya dan di antara keduanya disisipi bahan dengan konstanta dielektrik 2,5; maka kapasitas kapasitor sekarang adalah ....

### Pembahasan

Diketahui:

$$C_1 = \frac{1}{5}C$$
.

$$d_2 = \frac{1}{4} d_1$$

$$K_1 = 1$$
 (udara)

$$K_1 = 2.5$$

Ditanya: 
$$C_2 = \dots$$
?

Jawab:

Jika dianalisis  $C \sim \frac{k}{d}$  maka didapatlah

$$\frac{\mathsf{C}_1}{\mathsf{C}_2} = \frac{\mathsf{k}_1 \cdot \mathsf{d}_2}{\mathsf{k}_2 \cdot \mathsf{d}_1}$$

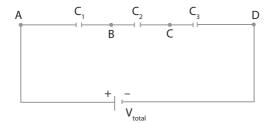
$$\frac{\frac{1}{5}C}{C_2} = \frac{1 \cdot \frac{1}{4}d_1}{2,5 \cdot d_1}$$

$$C_2 = 2C$$

### C. SUSUNAN KAPASITOR

Kapasitor dapat disusun secara seri, paralel, maupun campuran (seri-paralel)

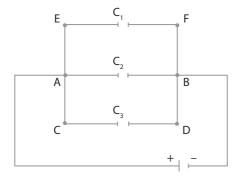
## a. Susunan Seri Kapasitor



Berlaku:

$$\begin{split} &\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \\ &V_{total} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} = V_1 + V_2 + V_3 \\ &Q_{total} = Q_1 = Q_2 = Q_3 \end{split}$$

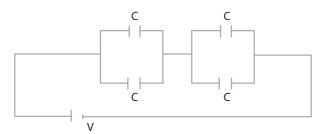
## b. Susunan Pararel Kapasitor



Berlaku:

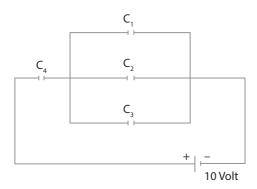
$$\begin{split} & \textbf{C}_{\text{total}} = \textbf{C}_1 + \textbf{C}_2 + \textbf{C}_3 \\ & \textbf{V}_{\text{total}} = \textbf{V}_{\text{AB}} = \textbf{V}_{\text{CD}} = \textbf{V}_{\text{EF}} \\ & \textbf{Q}_{\text{total}} = \textbf{Q}_1 + \textbf{Q}_2 + \textbf{Q}_3 \end{split}$$

## c. Susunan Campuran



## **CONTOH SOAL**

### 1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika nilai  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , dan  $C_4$  berturut-turut 2  $\mu$ F, 3  $\mu$ F, 1  $\mu$ F, dan 4  $\mu$ F. Tentukanlah besarnya energi listrik yang tersimpan dalam kapasitor 4  $\mu$ F!

#### Pembahasan:

Pada rangkaian paralel, didapat:

$$C_P = C_1 + C_2 + C_3$$
  
= 2 + 3 + 1  
= 6  $\mu$ F

Kemudian diserikan dengan  $C_{4'}$  sehingga:

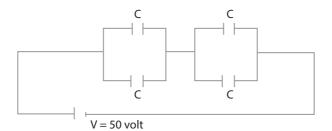
$$\begin{split} &\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{2+3}{12} \\ &C_{total} = \frac{12}{5} = 2,4 \; \mu F \end{split}$$

$$Q_{total} = C_{total} \times V_{total}$$
$$= 2,4 \times 10$$
$$= 24 \mu C$$

Karena  $Q_{total} = Q_{_{QP}} = 24~\mu\text{C}$ , maka energinya:

$$W = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_4^2}{C_4} = \frac{24^2}{2 \cdot 4} = 72 \text{ }\mu\text{J}$$

## 2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Keempat kapasitor memiliki nilai yang sama yaitu 1 mF. Tentukanlah besar energi kapasitor gabungannya!

### Pembahasan:

$$C_{p_2} = 1 + 1 = 2 \text{ mF}$$

$$C_{p_1} = 1 + 1 = 2 \text{ mF}$$

$$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_{p1}} + \frac{1}{C_{p2}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1 \text{ mF} = 1 \times 10^{-3} \text{ F}$$

Energi dirumuskan sebagai, 
$$W = \frac{1}{2}C_{tot} \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \times 10^{-3} \times 50^2 = 1,25 \text{ J}$$