

Fisika Dasar II

Listrik, Magnet, Gelombang dan Fisika Modern

Pokok Bahasan Kapasitor & Dielektrik

Abdul Waris
Rizal Kurniadi
Novitrian
Sparisoma Viridi

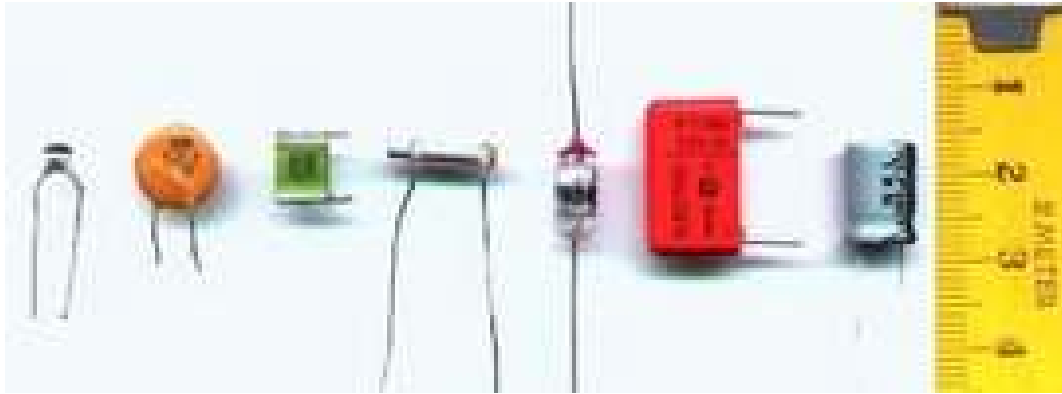
1

Cakupan materi

- Kapasitor
- Kapasitansi
- Menghitung kapasitansi
- Energi dalam kapasitor
- Energi dalam medan listrik
- Dielektrik

2

KAPASITOR



3

KAPASITOR

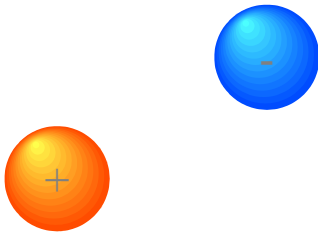
- Kapasitor terdiri dari susunan konduktor yang dapat menyimpan muatan / medan / energi potensial listrik.
- Kapasitor digunakan di banyak peralatan listrik seperti radio, komputer, sistem pengapian mobil, dst.
- Daya simpan muatan dalam kapasitor dinyatakan dengan KAPASITANSI
- Besarnya kapasitansi tergantung pada dimensi - geometri susunan konduktor

4

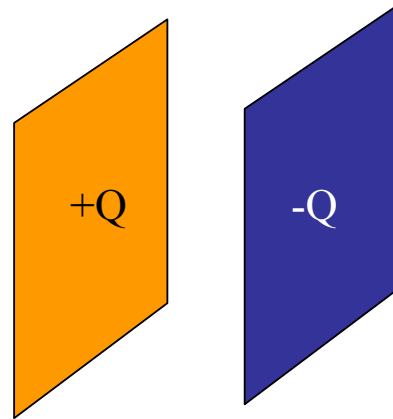
Kapasitor

Suatu sistem dua konduktor, yang masing-masing membawa muatan yang sama besarnya dikenal sebagai **kapasitor**

contoh. 1: dua bola logam



contoh 2: dua plat sejajar



5

Kapasitansi

6

Kapasitansi

Kapasitansi besaran untuk mengukur jumlah muatan yang tersimpan dalam kapasitor (kapasitasnya)

Eskperimen menunjukkan bahwa muatan dalam kapasitor sebanding dengan beda potensial (**voltage**) antara dua lempeng

dapat dituliskan

$$Q = C\Delta V$$

$$Q \propto \Delta V$$

Konstanta pembanding C disebut **kapasitansi** yang merupakan sifat dari kapasitor

rumusan dari kapasitansi

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

yang menyatakan jumlah muatan yang tersimpan tiap satuan tegangan

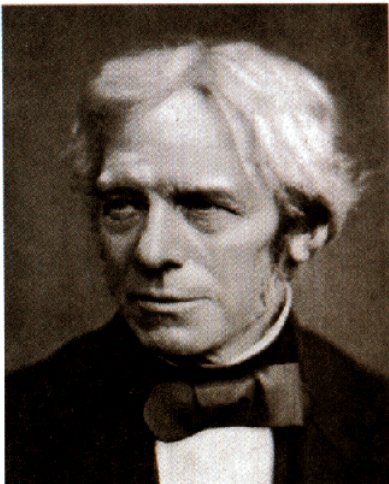
Satuan

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

Satuan SI untuk kapsitansi adalah:

$$CV^{-1}$$

Ingat bahwa satuan V juga JC^{-1} sehingga C^2J^{-1}



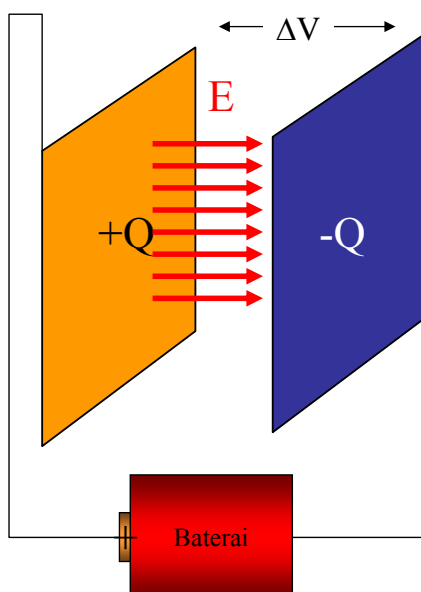
Satuan ini juga dikenal sebagai **farad** (Michael Faraday)

$$1F = 1CV^{-1} (= 1C^2J^{-1})$$

Menghitung Kapasitansi

9

Kapasitansi Kapasitor keping (parallel plated)

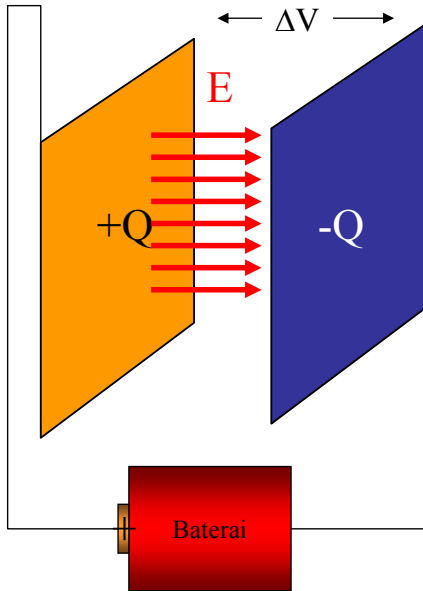


Logika

Semakin luas lempeng pelat yang digunakan, maka akan semakin banyak muatan yang dapat disimpan $C \propto A$

Mendekatkan kedua plat
E pada awalnya konstan (tidak ada muatan yang berpindah) sehingga $\Delta V = Ed$ berkurang, muatan akan mengalir dari baterai untuk meningkatkan $\Delta V \Rightarrow C \propto 1/d$

Kapasitansi Kapasitor keping



Secara Fisika

Sifat konduktor

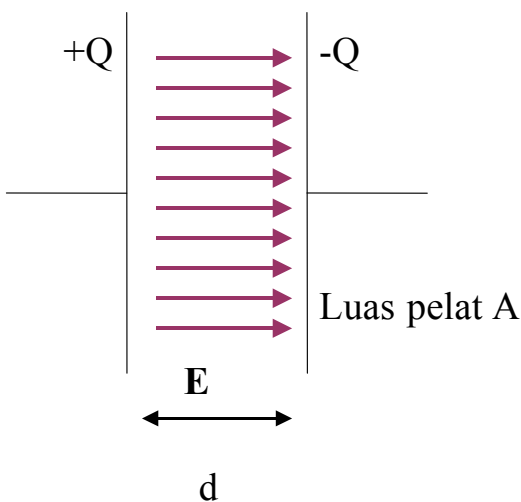
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \sigma = \frac{Q}{A} \quad \rightarrow \quad E = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

$$\Delta V = Ed \quad \rightarrow \quad \Delta V = \frac{Q}{A\epsilon_0} d$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad \rightarrow \quad C = \frac{A\epsilon_0}{d}$$

11

KAPASITOR KEPING



Gunakan hukum Gauss untuk menghitung besar medan di ruang antar keping

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

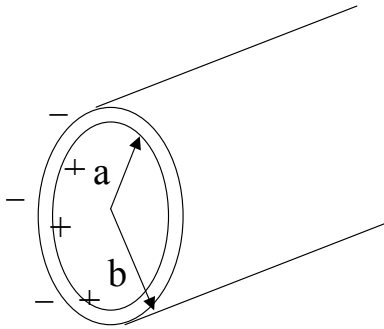
$$V_a - V_b = -\int_b^a E \cdot dl = Ed$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{\sigma A}{\sigma d / \epsilon_0} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$Q = C\Delta V$$

$$\Delta V = V_{positif} - V_{negatif}$$

KAPASITOR SILINDER



Gunakan hukum Gauss untuk menghitung besar medan di daerah $a < r < b$

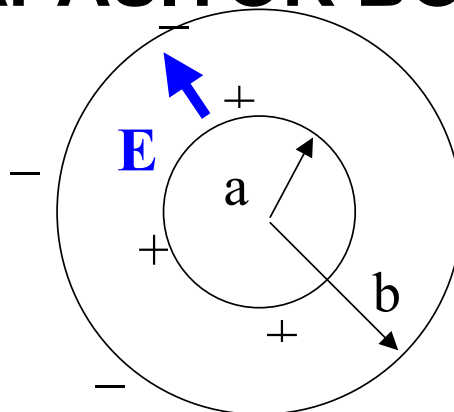
$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

$$V_a - V_b = -\int_b^a E \cdot dr = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_b^a \frac{1}{r} dr = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{2\pi\epsilon_0 l}{\ln(b/a)}$$

13

KAPASITOR BOLA



Gunakan hukum Gauss untuk mendapatkan E

Di $r < a$ $E=0$

Di daerah $a < r < b$



$$E = \frac{k_e Q}{r^2}$$

Di $r > b$ $E = 0$

14

$$V_a - V_b = -\int_b^a E \cdot dr = -k_e Q \int_b^a \frac{1}{r^2} dr = k_e Q \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

Kapasitansi kapasitor bola

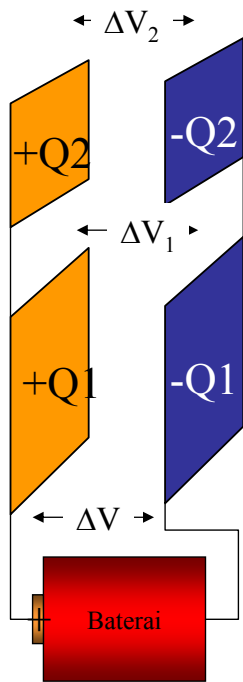
$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{1}{k_e} \frac{ab}{(b-a)}$$

15

Susunan beberapa kapasitor

16

Kapasitor susunan paralel



Kapasitor susunan paralel

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{\text{Baterai}}$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V_1 \quad Q_2 = C_2 \Delta V_2$$

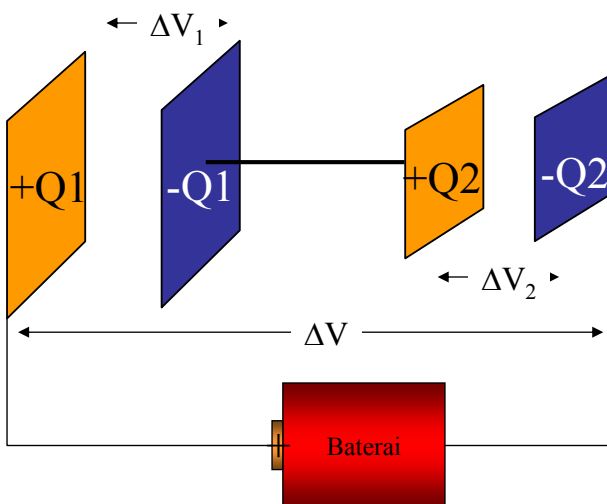
$$Q = Q_1 + Q_2 = (C_1 + C_2) \Delta V$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

$$C = C_1 + C_2$$

17

Kapasitor susunan Seri



Kapasitor susunan seri

$$Q = Q_1 = Q_2$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\Delta V_1 + \Delta V_2}$$

$$= \left(\frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{Q} \right)^{-1}$$

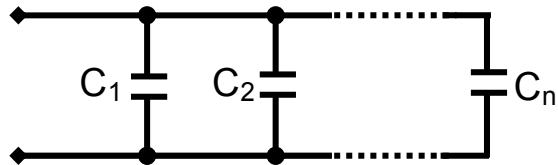
$$C = [C_1^{-1} + C_2^{-1}]^{-1}$$

18

Susunan Kapasitor (Summary)

1. SUSUNAN PARALEL

Beda potensial SAMA



$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

2. SUSUNAN SERI

Arus SAMA

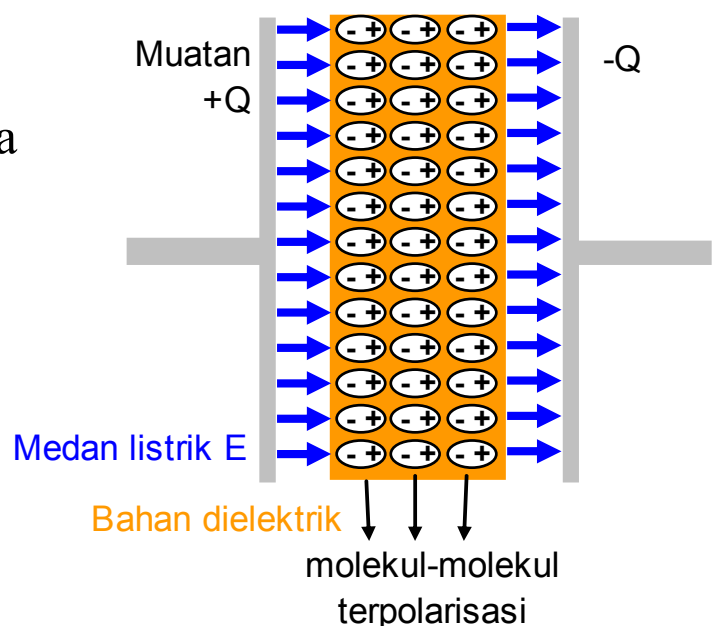


$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

19

DIELEKTRIK

Dielektrik adalah suatu lempengan tipis yang diletakkan di antara kedua pelat kapasitor. Jika di antara keping + dan keping – diisi dengan bahan dielektrik (isolator), kuat medan listrik di antara keping akan menurun dan kapasitansi akan naik.



20

Alasan Penggunaan Dielektrik

- Memungkinkan untuk aplikasi tegangan yang lebih tinggi (sehingga lebih banyak muatan).
- Memungkinkan untuk memasang pelat menjadi lebih dekat (membuat d lebih kecil).
- •Memperbesar nilai kapasitansi C karena $K > 1$.

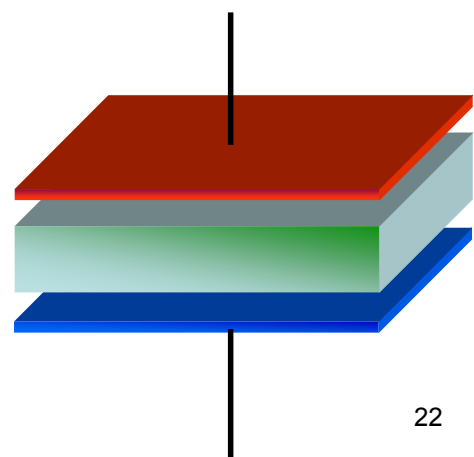
$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} = \kappa C_0$$

21

Dengan adanya suatu lembaran isolator (“dielectric”) yang ditempatkan di antara kedua pelat, kapasitansi akan meningkat dengan faktor K , yang bergantung pada material di dalam lembaran. K disebut sebagai *konstanta dielektrik dari material*.

Karenanya $C = \kappa \epsilon_0 A / d$ secara umum adalah benar karena K bernilai 1 untuk vakum, dan mendekati 1 untuk udara. Kita juga dapat mendefinisikan $\epsilon = \kappa \epsilon_0$ dan menuliskan $C = \epsilon A / d$. ϵ disebut sebagai *permitivitas dari material*

$$C = \kappa \epsilon_0 A / d$$



22