

# Teorema Gauss

- ❖ Garis Gaya Listrik
- ❖ Konsep fluks
- ❖ Teorema Gauss
- ❖ Penggunaan Teorema Gauss

Medan oleh muatan titik

Medan oleh kawat panjang tak berhingga

Medan listrik oleh plat luas tak berhingga

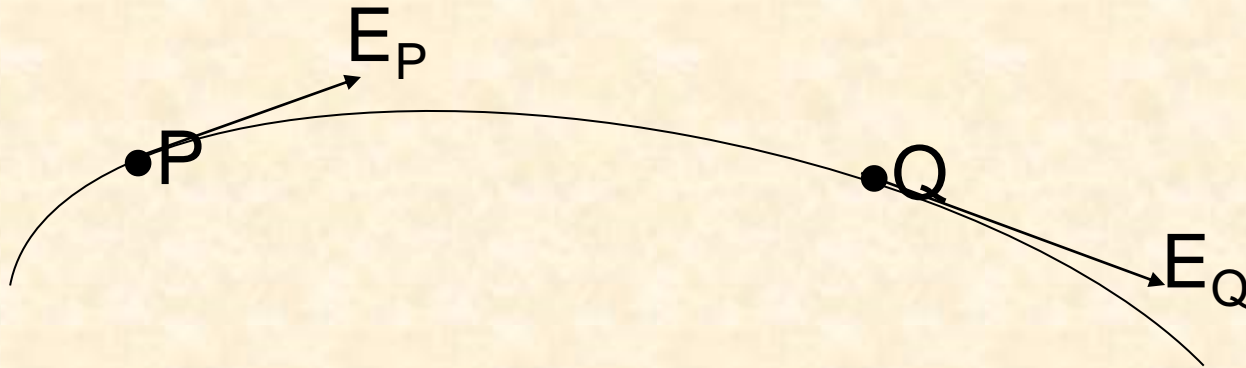
Medan listrik oleh bola isolator dan konduktor

Medan listrik oleh silinder isolator dan konduktor

Muatan induksi

# Garis gaya listrik

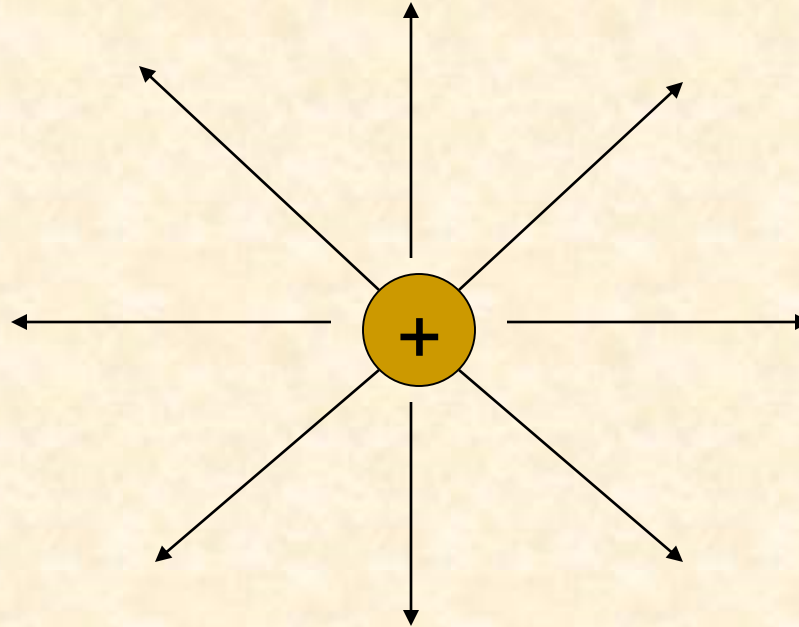
- Garis gaya listrik digunakan untuk menggambarkan medan listrik
- Arah medan listrik menyinggung garis gaya



- Rapat garis gaya  $\rightarrow$  kuat medan listrik

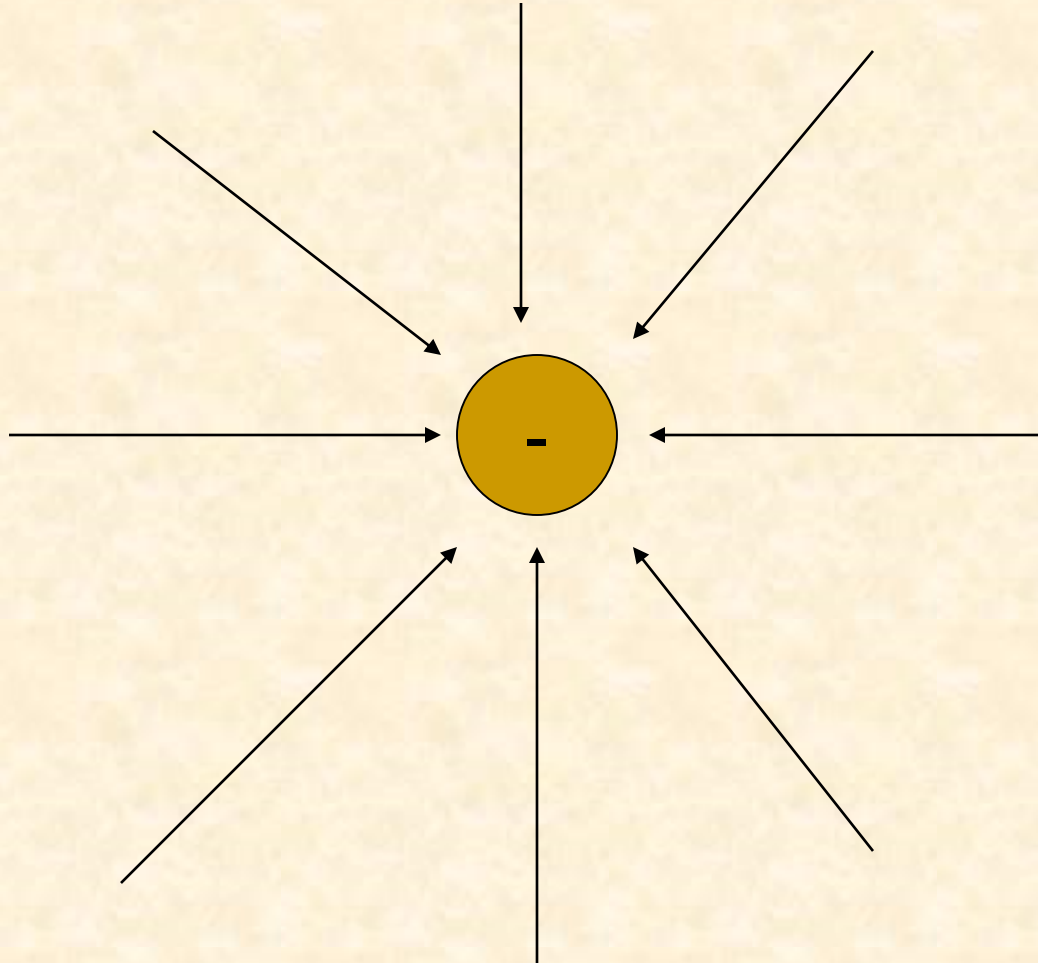
# Garis gaya oleh sebuah muatan titik

- Oleh muatan titik positif



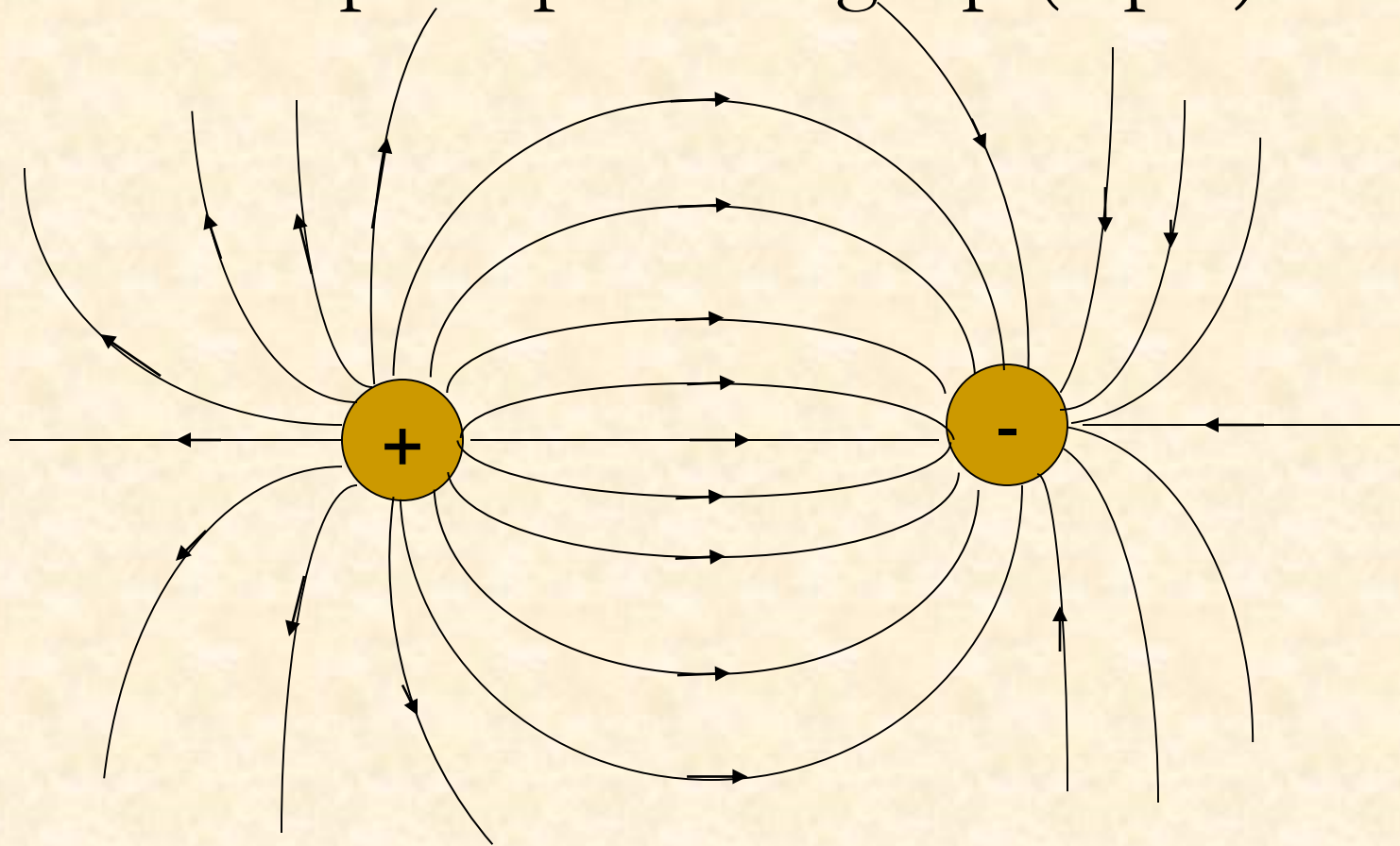
# Garis Gaya oleh muatan negatif

- Sebuah muatan negatif



# Garis gaya akibat dipol

- Muatan positif dan negatif (dipol)



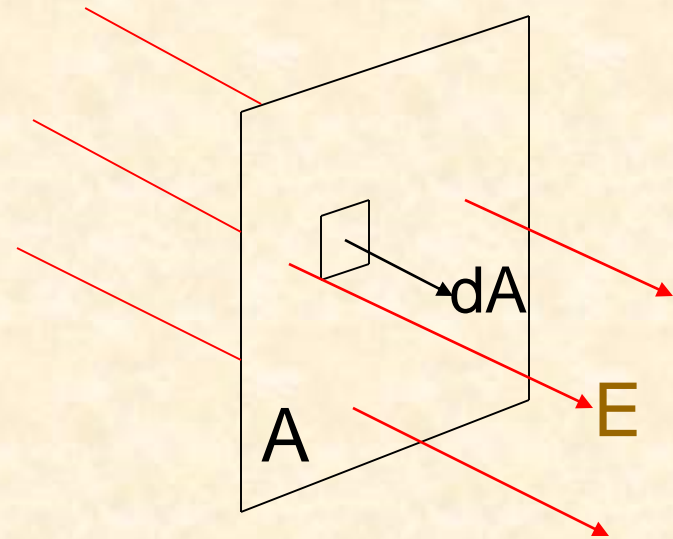
# Fluks Listrik

- Definisi: banyaknya garis gaya listrik yang menembus suatu permukaan
- Untuk permukaan  $dA$  yang tegak lurus dengan arah medan, jumlah garis gaya yang menembus permukaan itu adalah

$$d\Phi = EdA$$

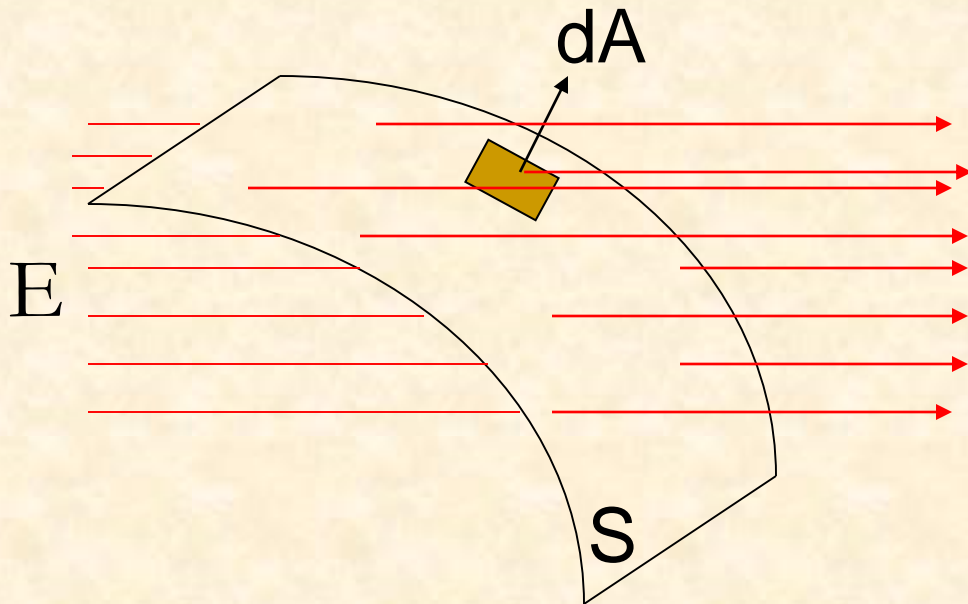
- Total garis gaya yang menembus permukaan  $A$

$$\begin{aligned}\Phi &= \int_A d\Phi = \int_A EdA \\ &= E \int_A dA = EA\end{aligned}$$



# Fluks untuk sembarang permukaan

- Untuk sembarang permukaan  $dA$  dengan arah tidak tegak lurus medan



$$d\Phi = \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Fluks total untuk permukaan  $S$

$$\begin{aligned}\Phi &= \int_S d\Phi \\ &= \int_S \vec{E} \cdot d\vec{A}\end{aligned}$$

# Contoh soal

- Sebuah medan listrik dinyatakan dalam persamaan .

$\vec{E} = 2\hat{i} + 4\hat{j}$  Tentukan fluks yang menembus permukaan

a.  $\vec{S} = 10\hat{k}$

b.  $\vec{S} = -10\hat{k}$

c.  $\vec{S} = 10\hat{j}$

d.  $\vec{S} = -10\hat{j}$

d.  $\vec{S} = 10\hat{i}$

e.  $\vec{S} = -10\hat{i}$

- Solusi

Karena medan homogen di seluruh permukaan yang ditinjau, maka fluks dapat dituliskan dalam bentuk

$$\int_S \vec{E} \cdot d\vec{A} \rightarrow \vec{E} \cdot \vec{S}$$



# Solusi contoh soal

a.  $\Phi = \vec{E} \bullet \vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \bullet 10\hat{k} = 0$

b.  $\Phi = \vec{E} \bullet \vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \bullet -10\hat{k} = 0$

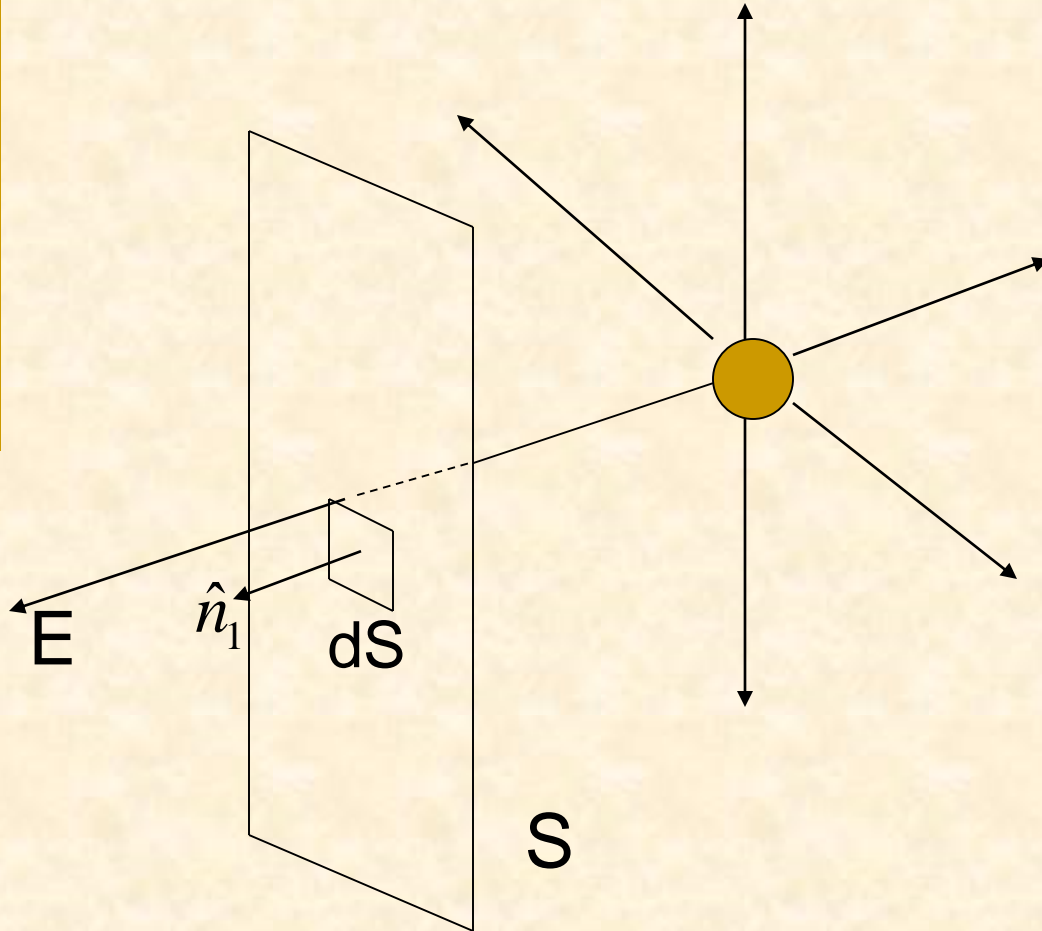
c.  $\Phi = \vec{E} \bullet \vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \bullet 10\hat{j} = 40$

d.  $\Phi = \vec{E} \bullet \vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \bullet -10\hat{j} = -40$

e.  $\Phi = \vec{E} \bullet \vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \bullet 10\hat{i} = 20$

f.  $\Phi = \vec{E} \bullet \vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \bullet -10\hat{i} = -20$

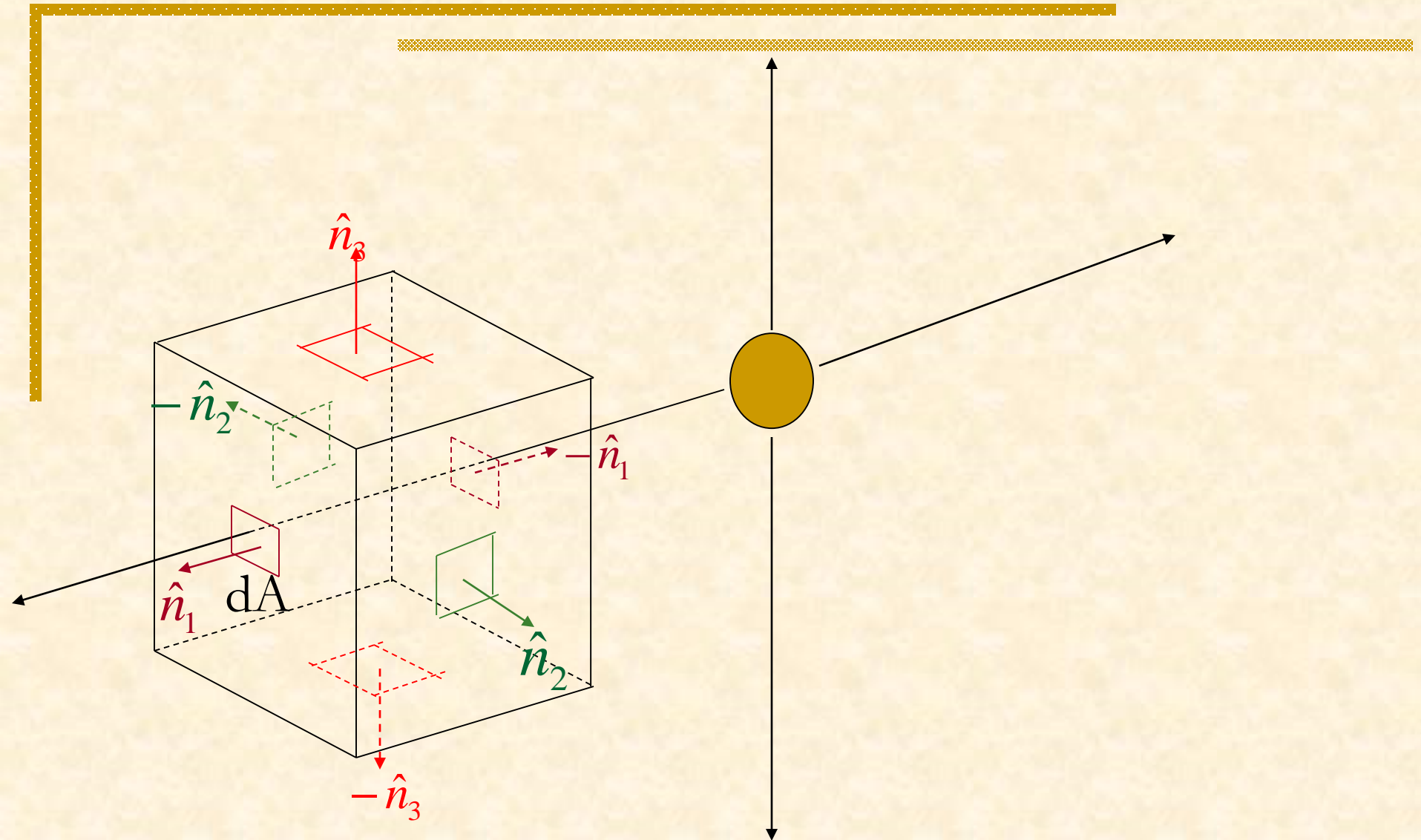
# Fluks, muatan Q, permukaan terbuka S



Fluks yang keluar dari permukaan S

$$\Phi = \int_S \vec{E} \cdot dS \hat{n}_1$$

# Permukaan tertutup, muatan Q diluar

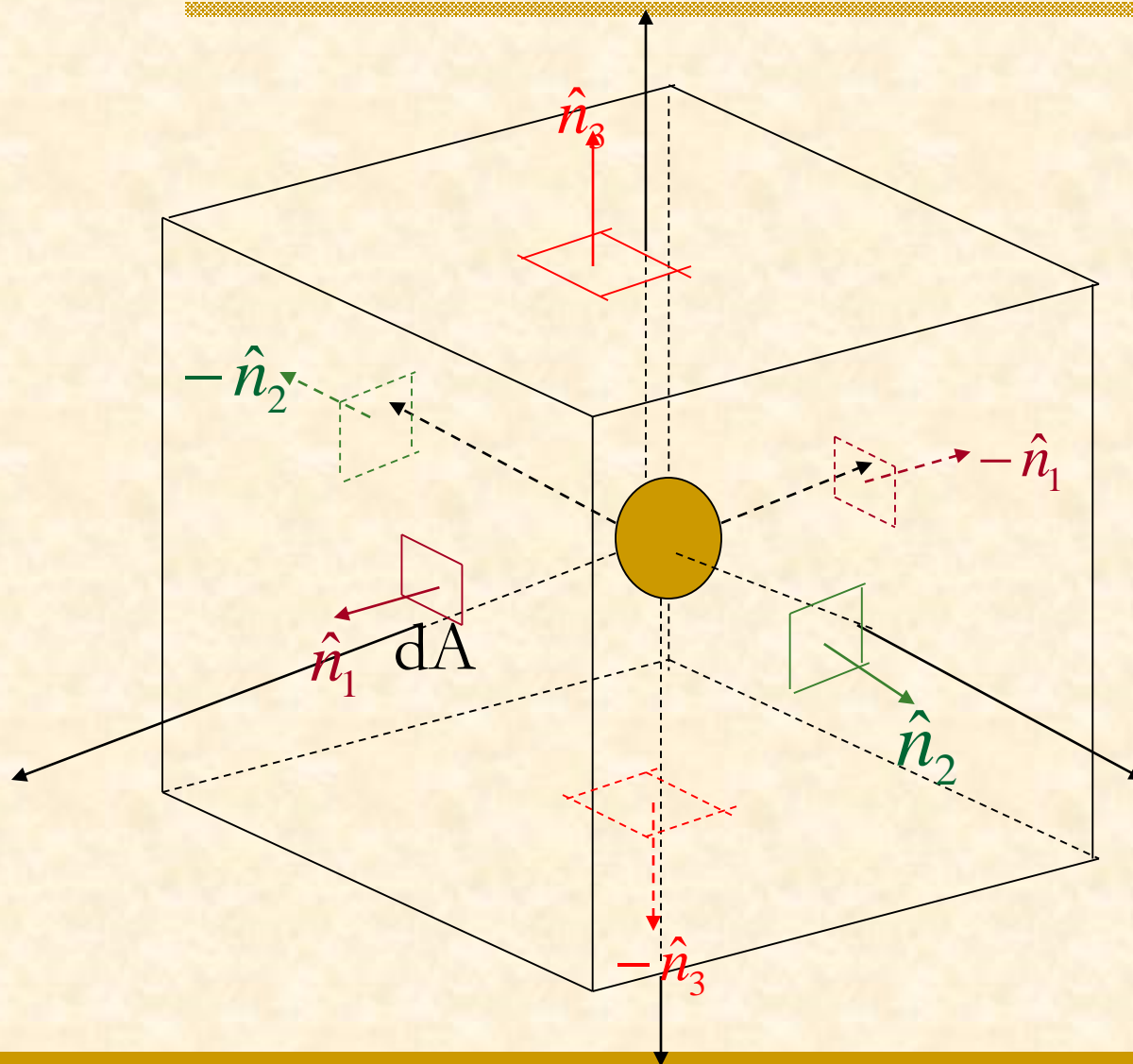


# Perhitungan fluks Q diluar permukaan

- Perhatikan arah normal permukaan dan arah medan listrik
- Fluks total pada kubus mempunyai nilai:

$$\begin{aligned}\Phi &= \int_S \vec{E} \cdot d\vec{A} \\ &= \int_S \vec{E} \cdot dA\hat{n}_1 + \int_S \vec{E} \cdot dA(-\hat{n}_1) + \\ &\quad \int_S \vec{E} \cdot dA\hat{n}_2 + \int_S \vec{E} \cdot dA(-\hat{n}_2) + \\ &\quad \int_S \vec{E} \cdot dA\hat{n}_3 + \int_S \vec{E} \cdot dA(-\hat{n}_3) \\ &= \Phi_1 - \Phi_1 + 0 - 0 + 0 - 0 \\ &= 0\end{aligned}$$

# Permukaan tertutup, Q di dalam



# Perhitungan fluks Q di dalam

- Perhatikan arah normal permukaan dan arah medan listrik
- Fluks total pada kubus mempunyai nilai:

$$\begin{aligned}\Phi &= \int_S \vec{E} \cdot d\vec{A} \\ &= \int_S \vec{E} \cdot dA\hat{n}_1 + \int_S \vec{E} \cdot dA(-\hat{n}_1) + \\ &\quad \int_S \vec{E} \cdot dA\hat{n}_2 + \int_S \vec{E} \cdot dA(-\hat{n}_2) + \\ &\quad \int_S \vec{E} \cdot dA\hat{n}_3 + \int_S \vec{E} \cdot dA(-\hat{n}_3) \\ &= \Phi_1 + \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_3 \\ &\neq 0\end{aligned}$$

# Hukum Gauss

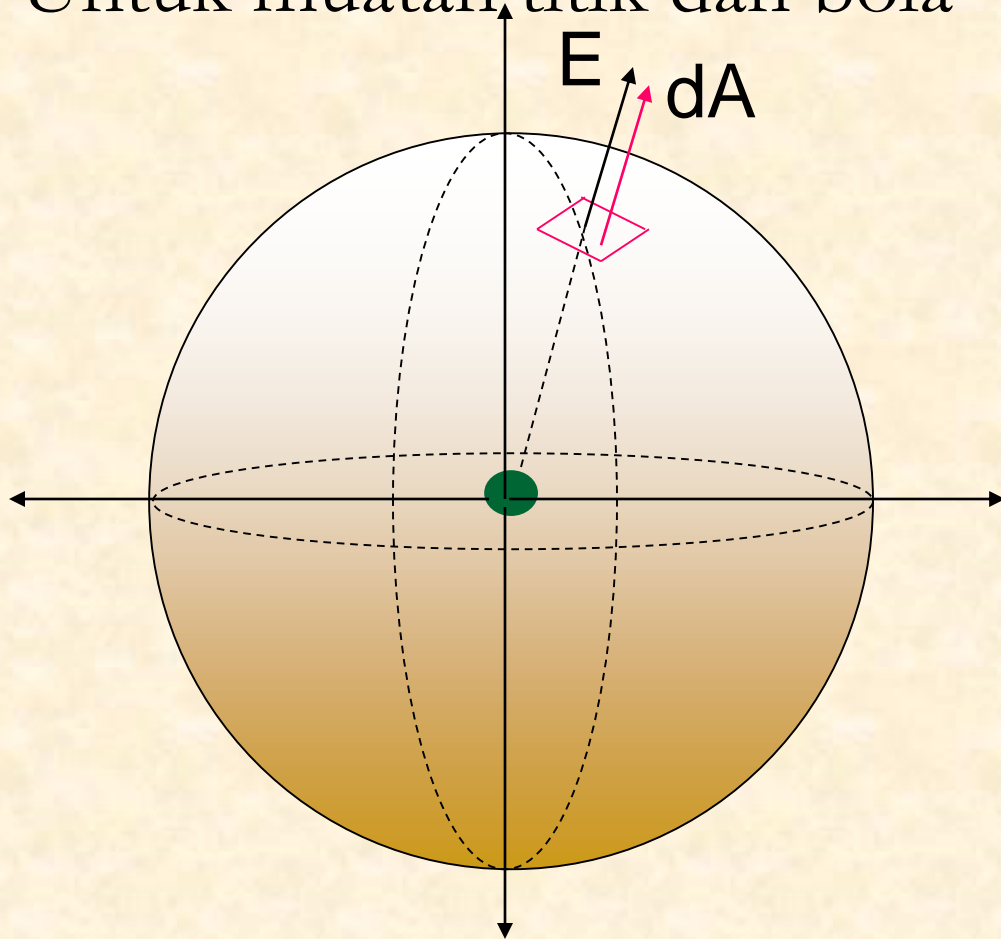
- Besar fluks atau garis gaya listrik yang keluar dari suatu permukaan tertutup tergantung muatan yang dilingkupi oleh luasan tertutup tersebut

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

- Prinsip untuk menggunakan teorema Gauss dengan mudah
  - Pilih permukaan yang medan listrik di permukaan tersebut homogen
  - Tentukan muatan yang dilingkupi permukaan tersebut
  - Tentukan arah medan terhadap arah normal permukaan.

# Permukaan Gauss Berbentuk Bola

- Untuk muatan titik dan bola

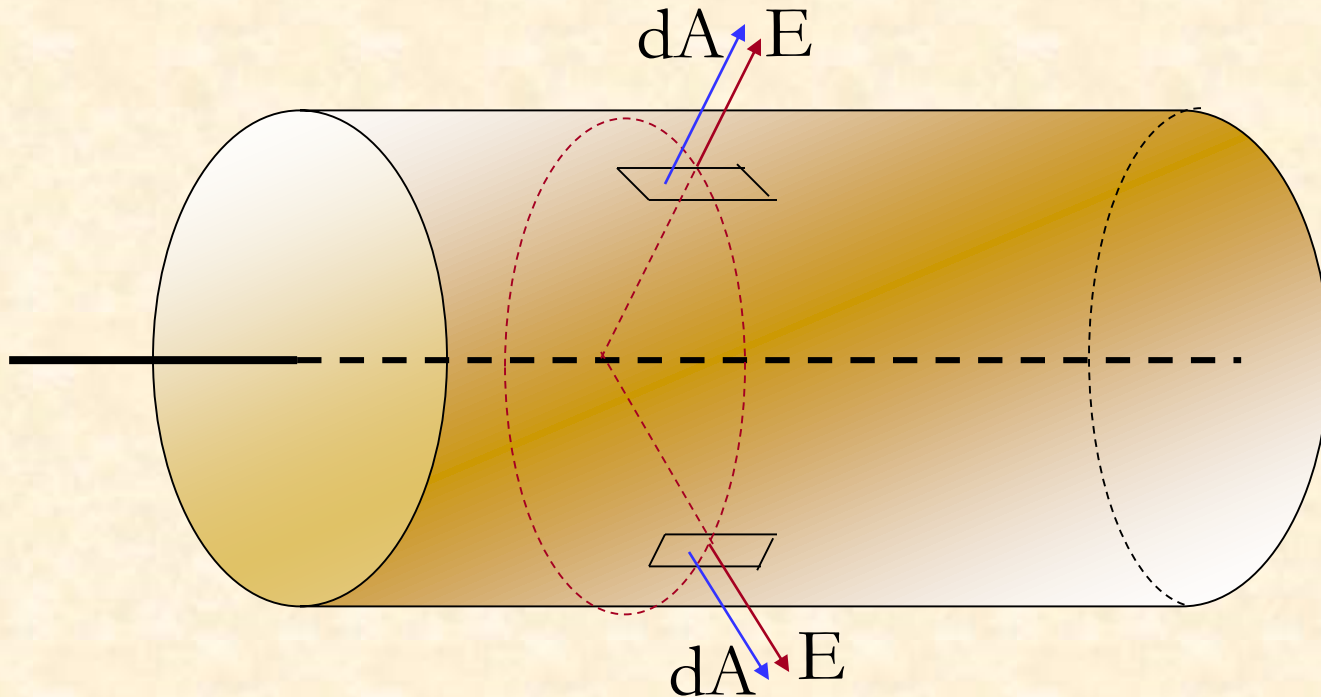


Medan dipermukaan bola homogen.  
Arah medan radial, searah dengan normal permukaan bola



# Permukaan Gauss Berbentuk Silinder

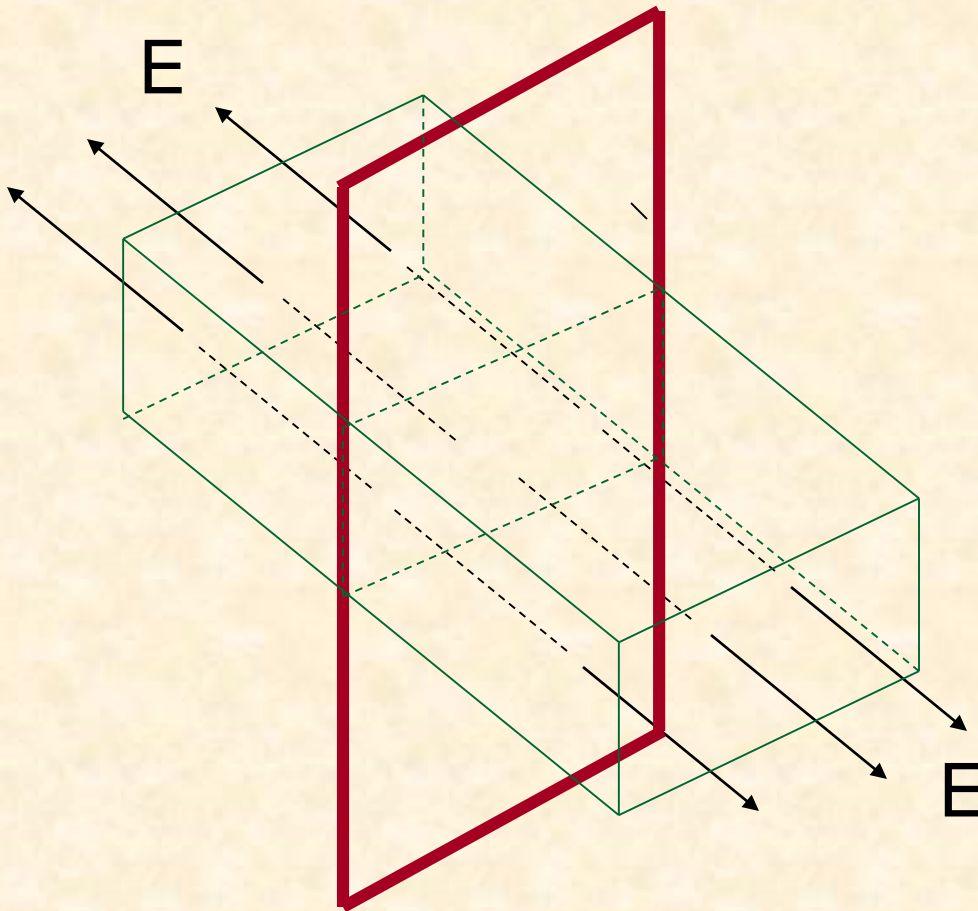
- Kawat dan silinder panjang tak berhingga



- Medan homogen di seluruh permukaan selimut silinder. Arah medan radial searah dengan normal permukaan selimut silinder

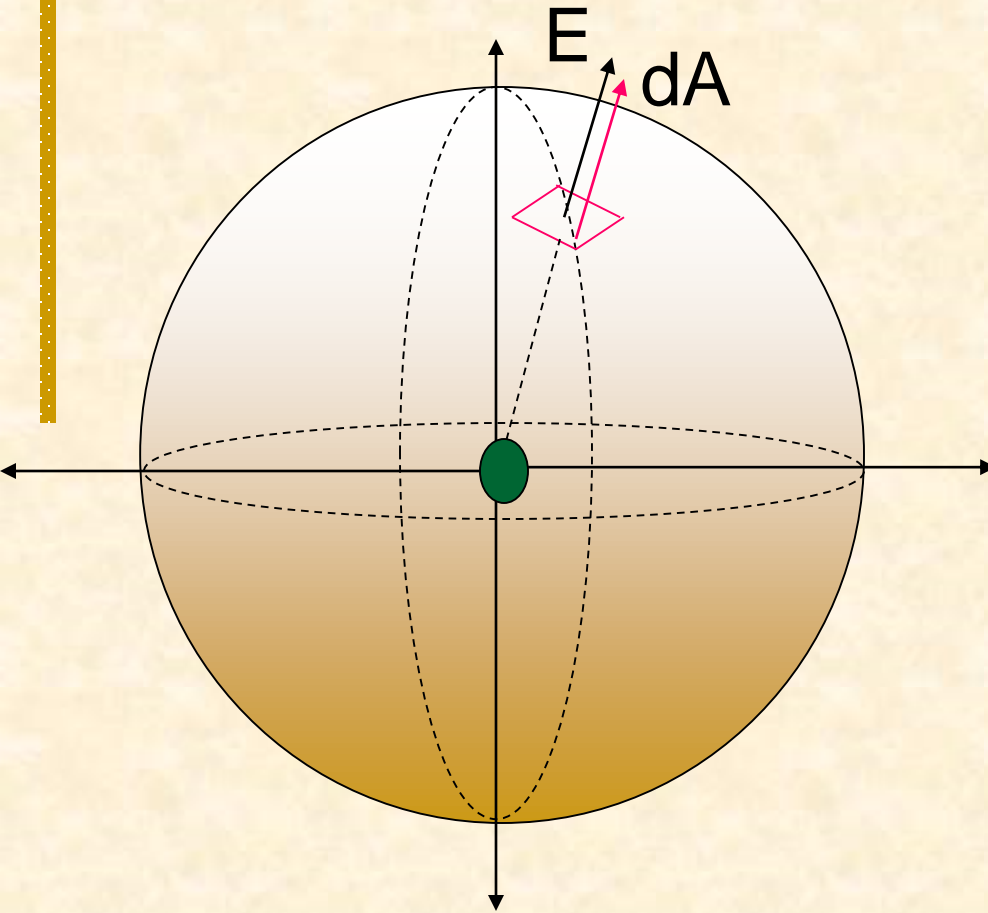
# Permukaan Gauss Berbentuk Silinder/Balok

- Plat tipis luas tak berhingga



Medan homogen pada tutup balok, arah sama dengan normal tutup balok

# Medan akibat sebuah muatan titik



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\oint E dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

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

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

# Konduktor

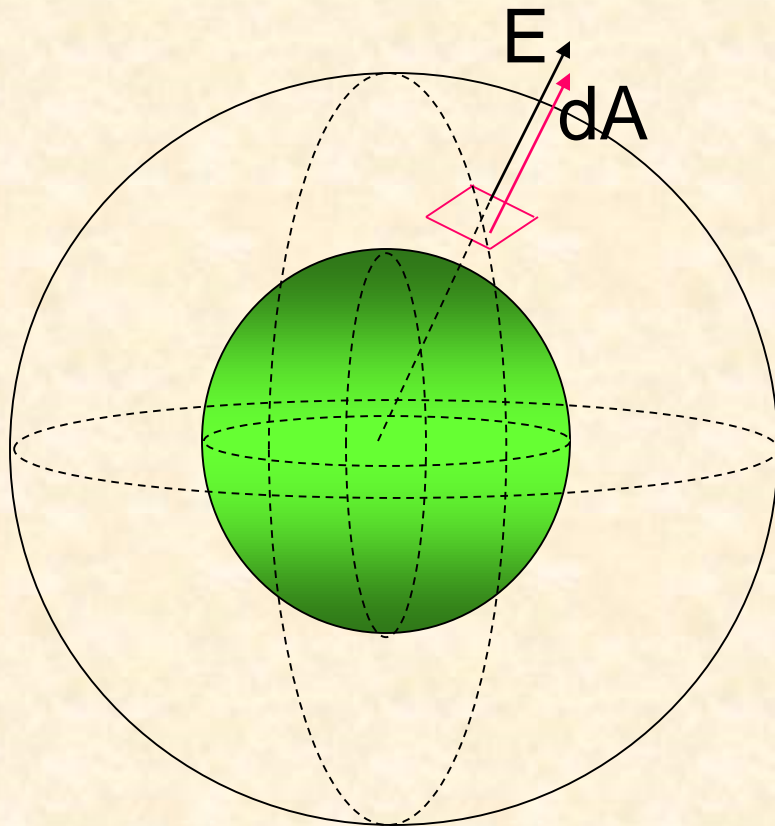
- Di dalam konduktor, muatan bebas bergerak
- Jika diberi muatan tambahan dari luar → muncul medan listrik → muatan bergerak menghasilkan arus internal → terjadi distribusi ulang muatan tambahan dari luar hingga tercapai keseimbangan elektrostatik → medan listrik di dalam konduktor menjadi nol → menurut hukum Gauss berarti muatan di dalam konduktor nol, muatan tambahan dari luar tersebar di permukaan konduktor
- Waktu yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan elektrostatik sangat cepat

# isolator

- Di dalam isolator muatan tidak bebas bergerak
- Muatan tambahan dari luar akan terdistribusi merata dalam isolator

# Bola konduktor pejal positif

- Tinjau suatu bola konduktor pejal dengan jari-jari  $R$  dan muatan  $Q$



- Muatan hanya tersebar di permukaan bola saja
- Medan listrik di dalam bola ( $r < R$ ) nol
- Medan di luar bola dapat dicari dengan cara berikut

# Medan listrik di luar bola konduktor

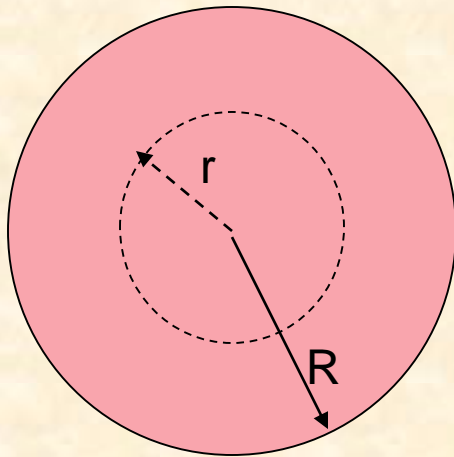
- Buat permukaan Gauss berbentuk bola dengan jari-jari  $r > R$
- Total muatan yang dilingkupi permukaan Gauss adalah  $Q$
- Hukum Gauss untuk kasus bola konduktor pejal:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0} \rightarrow E \oint dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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

# Bola isolator pejal

- Isolator: muatan tersebar merata di seluruh volum isolator
- Di dalam bola



$$q = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3}{\frac{4}{3} \pi R^3} Q = \frac{r^3}{R^3} Q$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint d\vec{S} = \frac{r^3}{\epsilon_0 R^3} Q$$

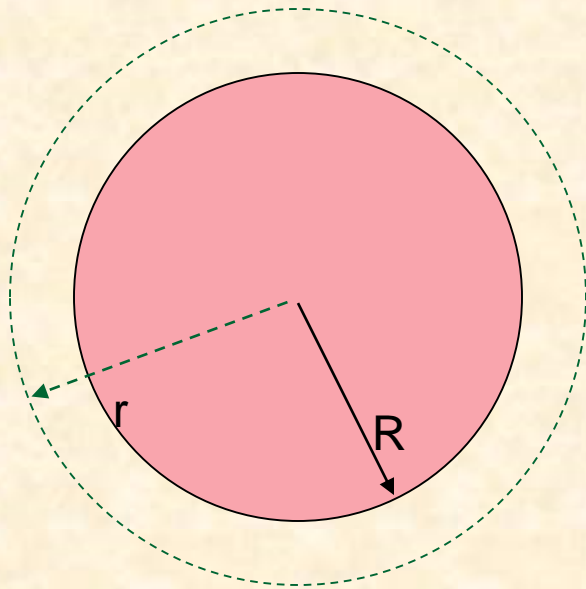
$$E 4\pi r^2 = \frac{r^3}{\epsilon_0 R^3} Q$$

$$E = \frac{r}{4\pi\epsilon_0 R^3} Q$$



# Bola isolator pejal (2)

## ■ Medan di luar



$$q=Q$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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

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

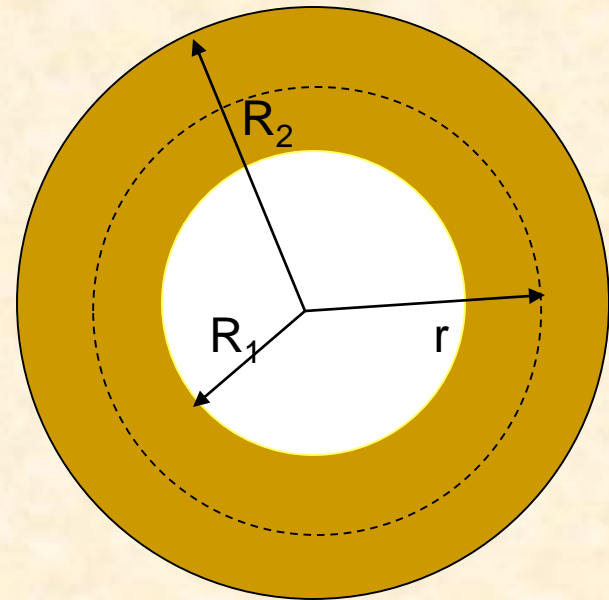
# Medan listrik pada bola isolator berongga

$$q = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 - \frac{4}{3} \pi R_1^3}{\frac{4}{3} \pi R_2^3 - \frac{4}{3} \pi R_1^3} Q$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

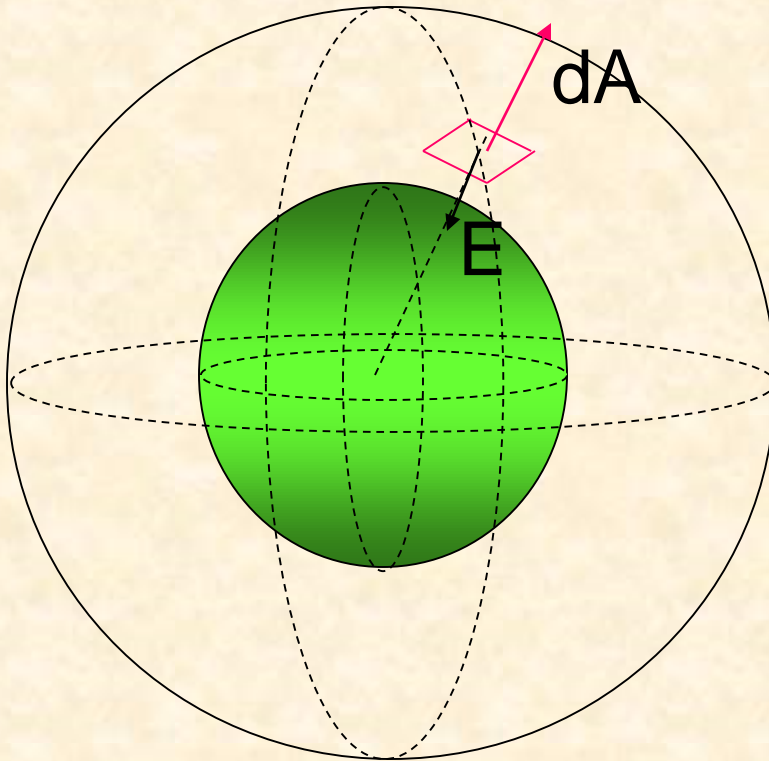
$$E \oint dS = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 - \frac{4}{3} \pi R_1^3}{\frac{4}{3} \pi R_2^3 - \frac{4}{3} \pi R_1^3} Q \frac{1}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{r^3 - R_1^3}{R_2^3 - R_1^3} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



# Bola bermuatan negatif

- Pada prinsipnya sama dengan bola bermuatan positif hanya arah medan listriknya masuk menuju pusat bola



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

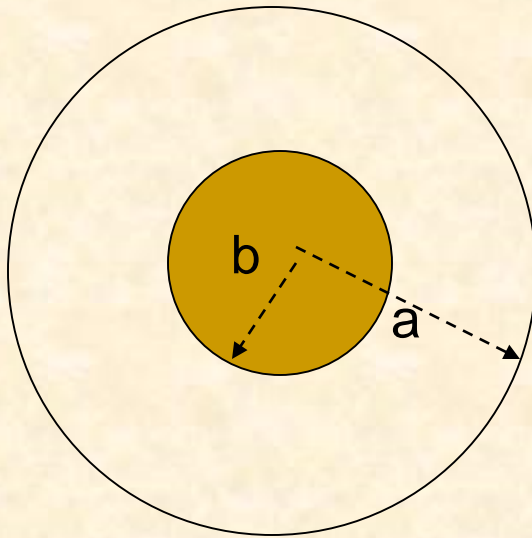
$$\oint E dS \cos 180 = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

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

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

# Dua bola, jenis muatan beda

- Sebuah bola tipis jari-jari  $a$  bermuatan  $2Q$ . Di dalam bola tipis diletakkan bola pejal konduktor berjari-jari  $b$  dan bermuatan  $-3Q$ .



Medan untuk daerah  $r < a$  ditentukan dengan cara yang sama dengan contoh di slide sebelumnya

Medan untuk  $r > a$

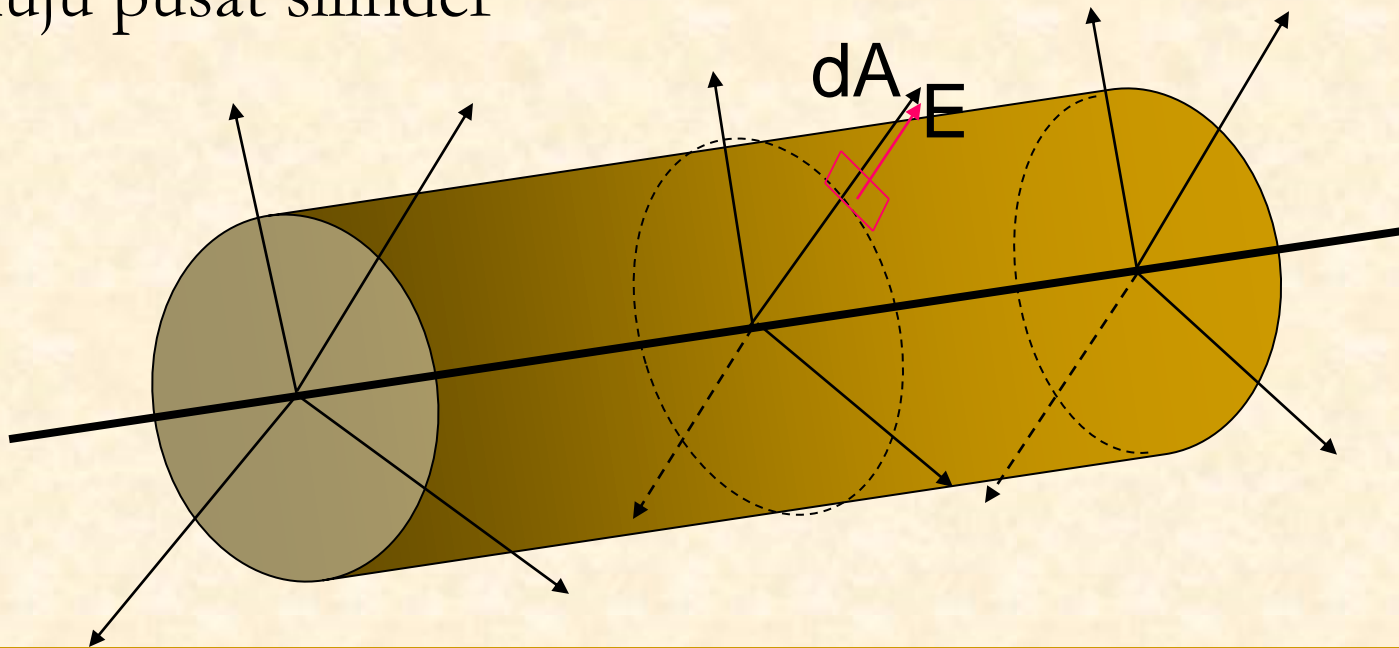
- Dibuat permukaan Gauss berbentuk bola dengan jari-jari  $r > a$
- Total muatan yang dilingkupi permukaan Gauss:  
 $q = 2Q + (-3Q) = -Q$
- Medan akibat muatan  $-Q$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0} \rightarrow \oint E dS \cos 180 = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

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

# Medan listrik akibat kawat lurus

- Permukaan Gauss berbentuk silinder,
- Untuk muatan positif arah medan listrik radial keluar dari pusat silinder
- Untuk muatan negatif arah medan listrik radial masuk menuju pusat silinder



# Medan akibat kawat tak berhingga

Fluks medan listrik yang menembus permukaan silinder

$$\begin{aligned}\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} &= \oint_{tutup} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \oint_{selubung} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \oint_{tutup} \vec{E} \cdot d\vec{S} \\ &= \oint_{tutup} EdS \cos 90 + \oint_{selubung} EdS \cos 0 + \oint_{tutup} EdS \cos 90 \\ &= E2\pi rl\end{aligned}$$

Jika panjang kawat  $L$ , muatan total  $Q$ , maka muatan yang dilingkupi oleh silinder:

$$q = \frac{Q}{L} l = \lambda l$$

# Hukum Gauss untuk kawat sangat panjang

- Penentuan medan listrik

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E 2\pi r l = \frac{Q}{\epsilon_0 L} l$$

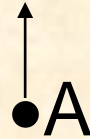
$$E = \frac{Q}{2\pi \epsilon_0 r L}$$

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



# Contoh soal untuk kawat panjang (1)

- Tentukan medan listrik dan gambarkan arahnya pada titik A dan B yang berjarak 20 cm dari kawat dengan rapat muatan  $\lambda=10 \text{ mC/m}$  seperti pada gambar.

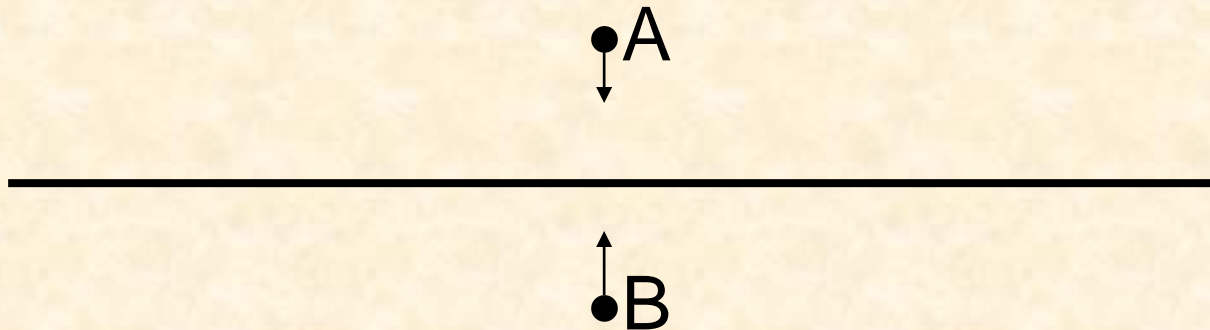


- Solusi :

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2\pi\epsilon_0 (0,2)} = \frac{0,1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{0,025}{\pi\epsilon_0} \quad \text{N/C}$$

## Contoh soal untuk kawat panjang (2)

- Tentukan medan listrik dan gambarkan arahnya pada titik A dan B yang berjarak 20 cm dari kawat dengan rapat muatan  $\lambda = -10 \text{ mC/m}$  seperti pada gambar.

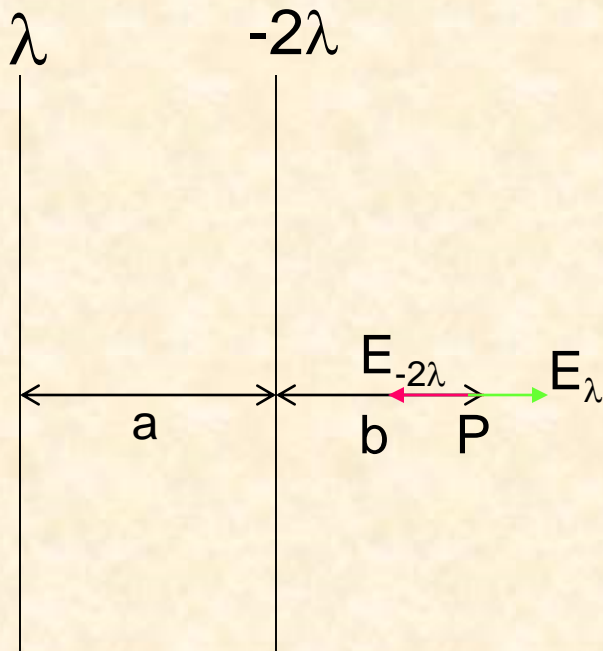


- Solusi :

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2\pi\epsilon_0 (0,2)} = \frac{0,1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{0,025}{\pi\epsilon_0} \text{ N/C}$$

# Medan listrik karena dua kawat sejajar

- Dua buah kawat panjang tak berhingga diberi muatan masing-masing dengan rapat muatan  $\lambda$  dan  $-2\lambda$ . Jarak kedua kawat  $a$ . Tentukan medan listrik pada titik P yang berjarak  $b$  dari kawat  $-2\lambda$ .



$$\vec{E}_{total} = \vec{E}_{-2\lambda} + \vec{E}_{\lambda}$$

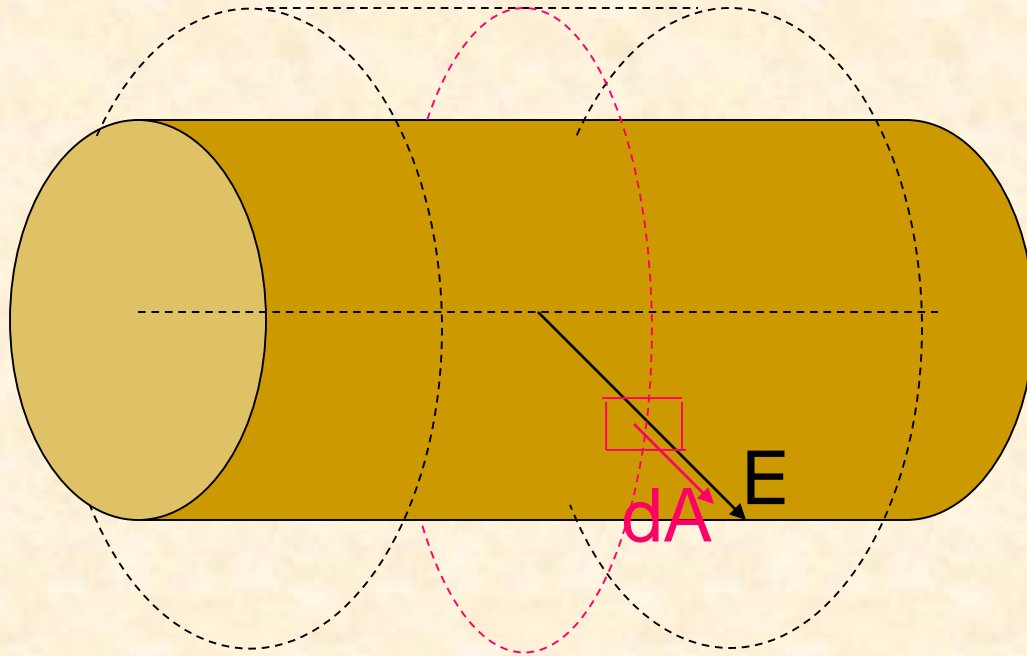
$$\begin{aligned} E_{total} &= E_{-2\lambda} - E_{\lambda} \\ &= \frac{2\lambda}{2\pi\epsilon_0(b)} - \frac{2\lambda}{2\pi\epsilon_0(a+b)} \end{aligned}$$

# Medan listrik akibat kawat berbentuk silinder

- Misalkan silinder konduktor berjari-jari  $R$  , panjangnya  $L$ , dan bermuatan  $Q$ .
- Permukaan Gauss berbentuk silinder dengan jari-jari  $r$  dan panjang  $L$  seperti kawat panjang tak berhingga
- Untuk muatan positif, medan listrik berarah radial meninggalkan sumbu pusat silinder
- Untuk muatan negatif, medan listrik berarah radial menuju sumbu pusat silinder

# Permukaan Gauss pada silinder

- Muatan positif



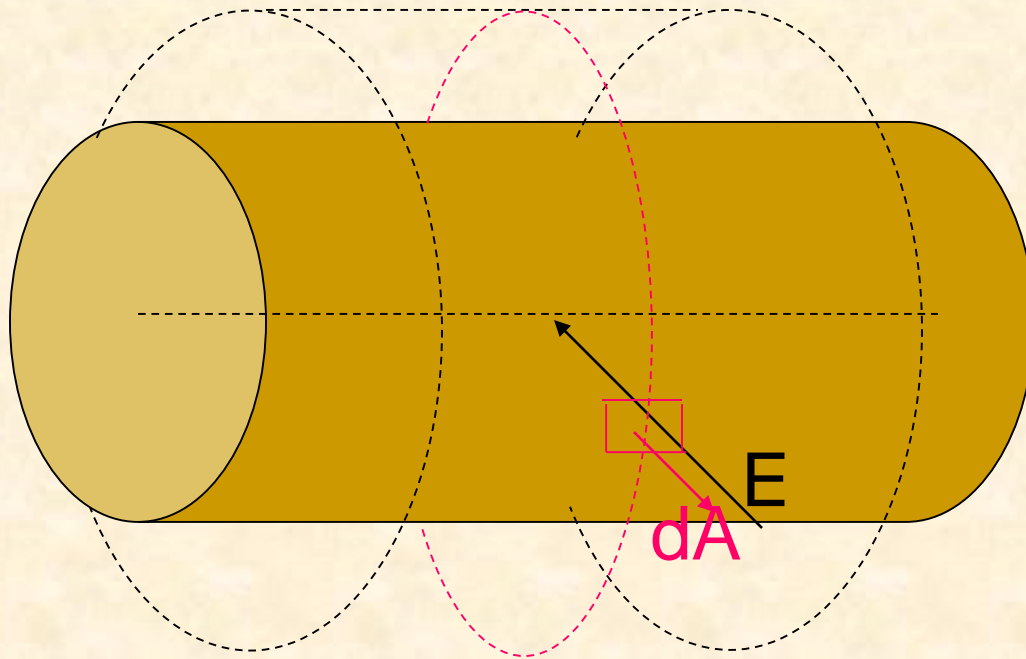
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\oint E dA \cos 0 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

# Permukaan Gauss pada silinder

- Muatan negatif



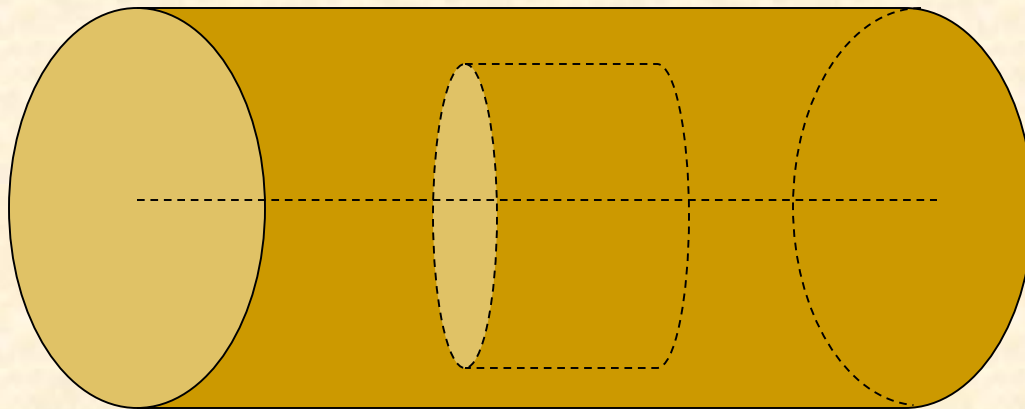
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\oint E dA \cos 180 = \frac{-q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{q}{\epsilon_0}$$

# Medan listrik akibat silinder konduktor pejal

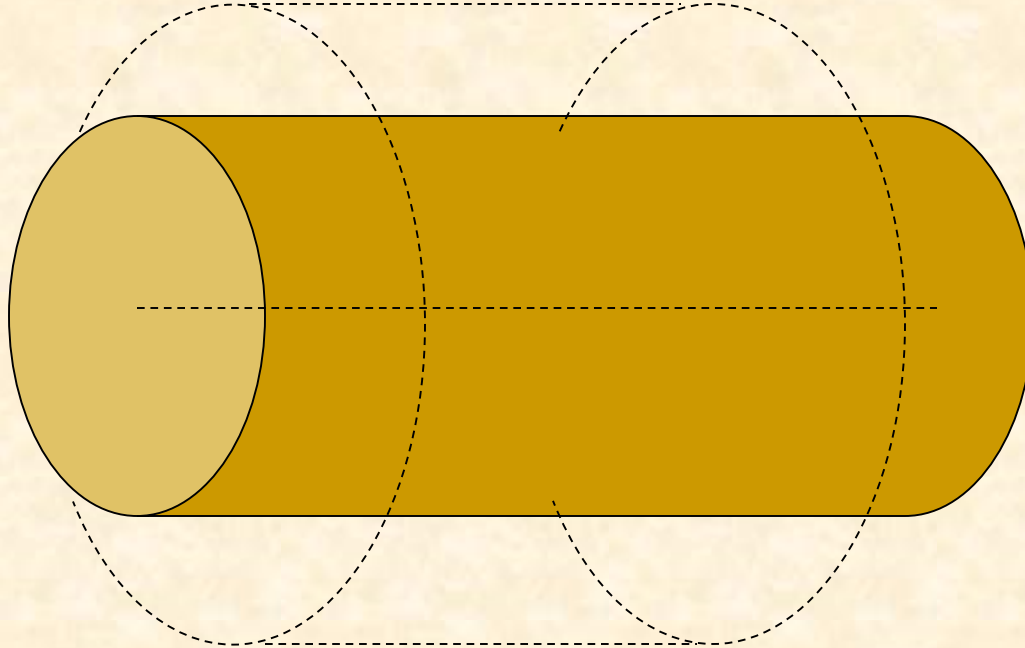
- Di dalam konduktor



- Muatan yang dilingkupi permukaan Gauss = 0 karena pada konduktor muatan hanya tersebar di permukaan konduktor saja. Dengan demikian, medan listrik di dalam konduktor  $E=0$

# Medan listrik akibat silinder konduktor pejal

- Di luar konduktor



- Muatan yang dilingkupi permukaan Gauss

$$q = \rho V = \frac{Q}{\pi R^2 L} \pi R^2 L = Q$$



# Medan akibat silinder konduktor

- Medan listrik di luar silinder konduktor

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

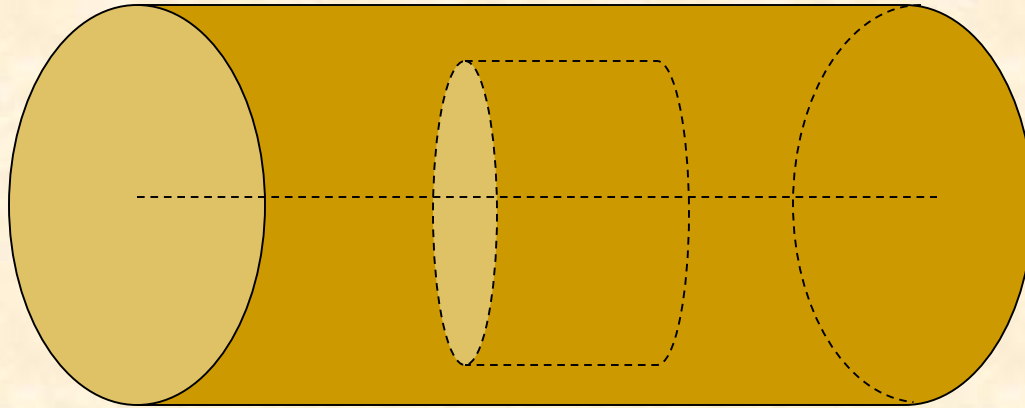
$$E \oint dA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E 2\pi r L = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L r}$$

# Medan listrik akibat silinder isolator pejal

- Di dalam isolator



- Muatan yang dilingkupi permukaan Gauss

$$q = \frac{\pi r^2 L}{\pi R^2 L} Q = \frac{r^2}{R^2} Q$$

# Silinder isolator pejal

- Medan listrik di dalam isolator ( $r < R$ )

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{r^2}{\epsilon_0 R^2} Q$$

$$E 2\pi r L = \frac{r^2}{\epsilon_0 R^2} Q$$

$$E = \frac{r}{2\pi \epsilon_0 R^2 L} Q$$

# Silinder isolator pejal (2)

- Medan di luar silinder ( $r > R$ )

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

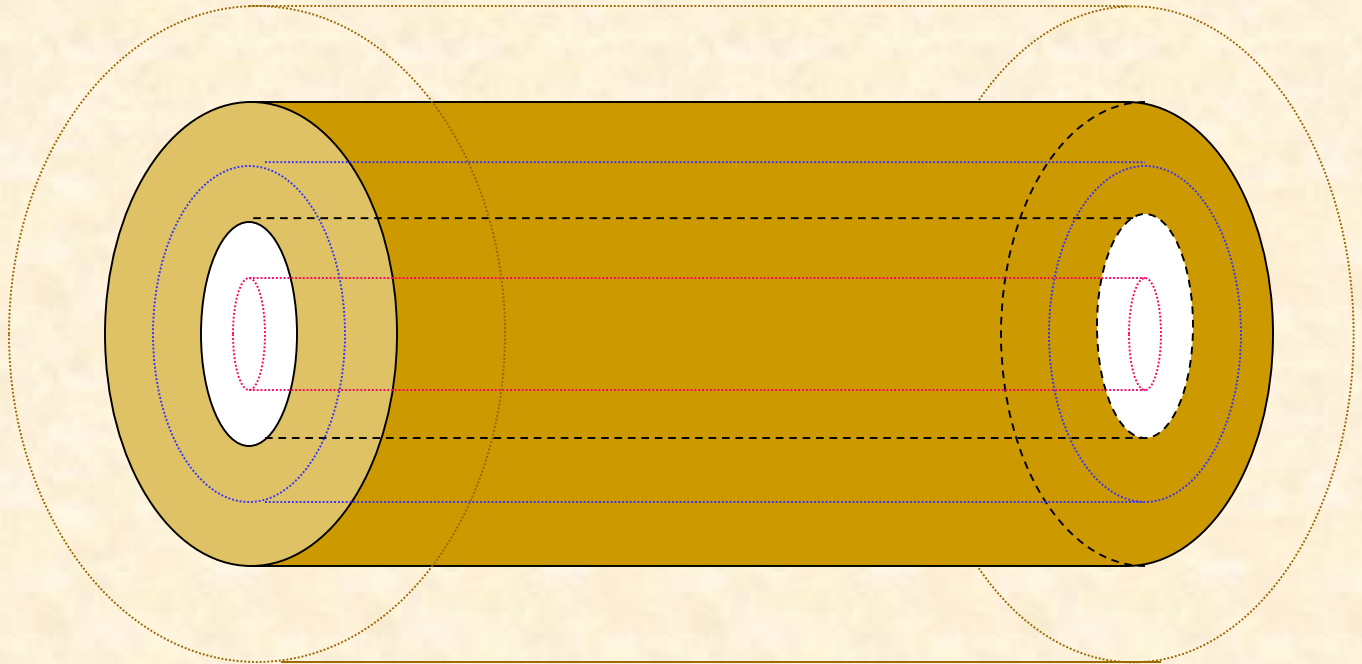
$$E \oint dA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E 2\pi r L = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L r}$$

# Silinder Isolator Berongga

- Jari-jari dalam silinder  $a$ , jari-jari luar  $b$ , muatan  $Q$ , dan panjang silinder  $L$



- Untuk  $r < a$ ,  $E = 0$ , karena  $q = 0$

# Silinder isolator berongga (2)

- Untuk  $r > b$ , semua muatan terlingkupi oleh permukaan Gauss ( $q = Q$ ), sehingga medan di luar silinder adalah:

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L r}$$

- Untuk  $a < r < b$ , dibuat permukaan Gauss berbentuk silinder dengan jari-jari  $a < r < b$  dan panjang  $L$ 
  - Muatan yang dilingkupi

$$q = \rho_{\text{silinder}} V_{\text{Gauss}} = \frac{Q}{\pi b^2 L - \pi a^2 L} \pi r^2 L - \pi a^2 L = \frac{(r^2 - a^2)}{(b^2 - a^2)} Q$$

# Bola isolator berongga

Medan listrik untuk  $a < r < b$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E \oint dA = \frac{(r^2 - a^2)Q}{\epsilon_0(b^2 - a^2)}$$

$$E 2\pi r L = \frac{(r^2 - a^2)Q}{\epsilon_0(b^2 - a^2)}$$

$$E = \frac{(r^2 - a^2)Q}{2\pi\epsilon_0(b^2 - a^2)Lr}$$

# Dua silinder dengan muatan berbeda

- Silinder pejal isolator berjari-jari  $a$ , panjang  $c$ , dan bermuatan  $3Q$  berada dalam suatu silinder berongga yang jari-jari dalamnya  $b$ , jari-jari luarnya  $d$ , panjangnya  $c$ , dan bermuatan  $-Q$ .
- Di dalam isolator ( $r < a$ )

$$q = \frac{\pi r^2 c}{\pi a^2 c} 3Q = \frac{r^2}{a^2} 3Q$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{(r^2 / a^2) 3Q}{\epsilon_0} \rightarrow E 2\pi r c = \frac{3Q r^2}{\epsilon_0 a^2} \rightarrow E = \frac{3Q r}{2\pi a^2 c \epsilon_0}$$



Di antara isolator dan konduktor ( $a < r < b$ )

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{3Q}{\epsilon_0} \rightarrow E 2\pi r c = \frac{3Q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{3Q}{2\pi r c \epsilon_0}$$

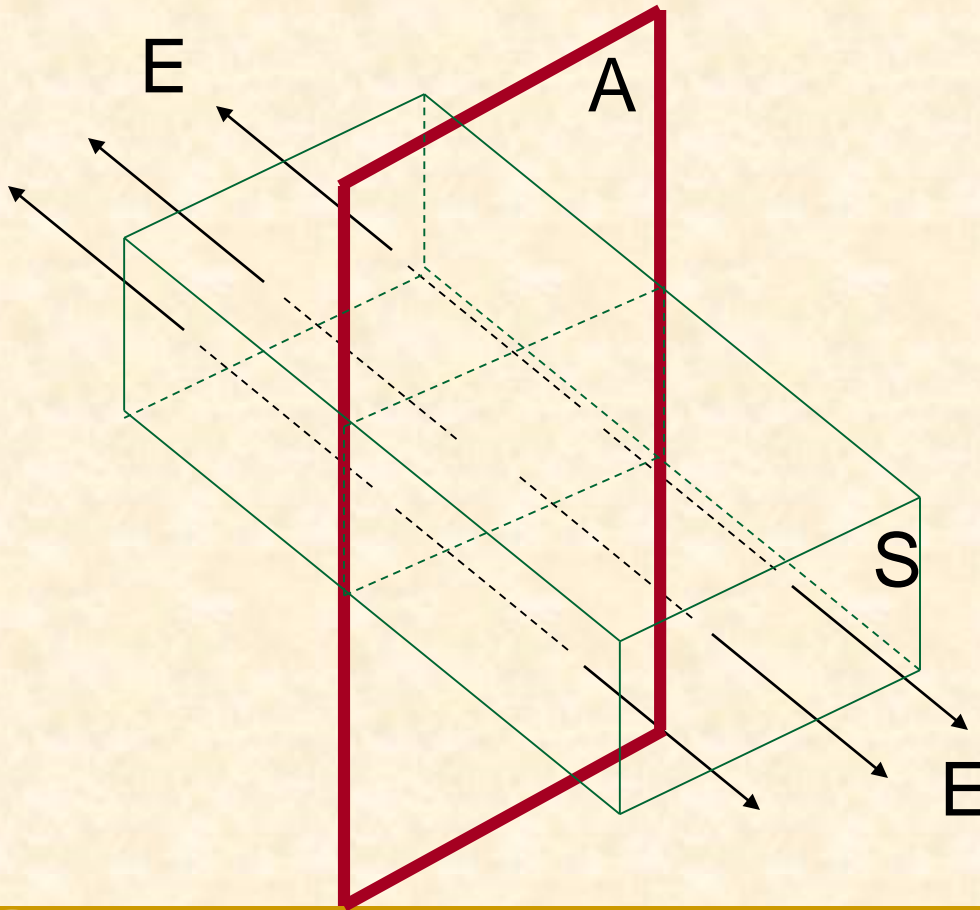
Di dalam konduktor ( $b < r < d$ ):  $E=0$

Di luar konduktor ( $r > d$ )

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{2Q}{\epsilon_0} \rightarrow E 2\pi r c = \frac{2Q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{2Q}{2\pi r c \epsilon_0}$$

# Medan listrik Di Sekitar Plat Tipis (1)

- Misal: Luas Plat  $A$  dan rapat muatan per satuan luas  $\sigma$



$$q = \frac{Q}{A} S = \sigma S$$

# Perhitungan medan listrik akibat plat tipis (1)

$$\begin{aligned}\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} &= \int_{tutup} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \int_{selubung} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \int_{tutup} \vec{E} \cdot d\vec{S} \\ &= ES + 0 + ES \\ &= 2ES\end{aligned}$$

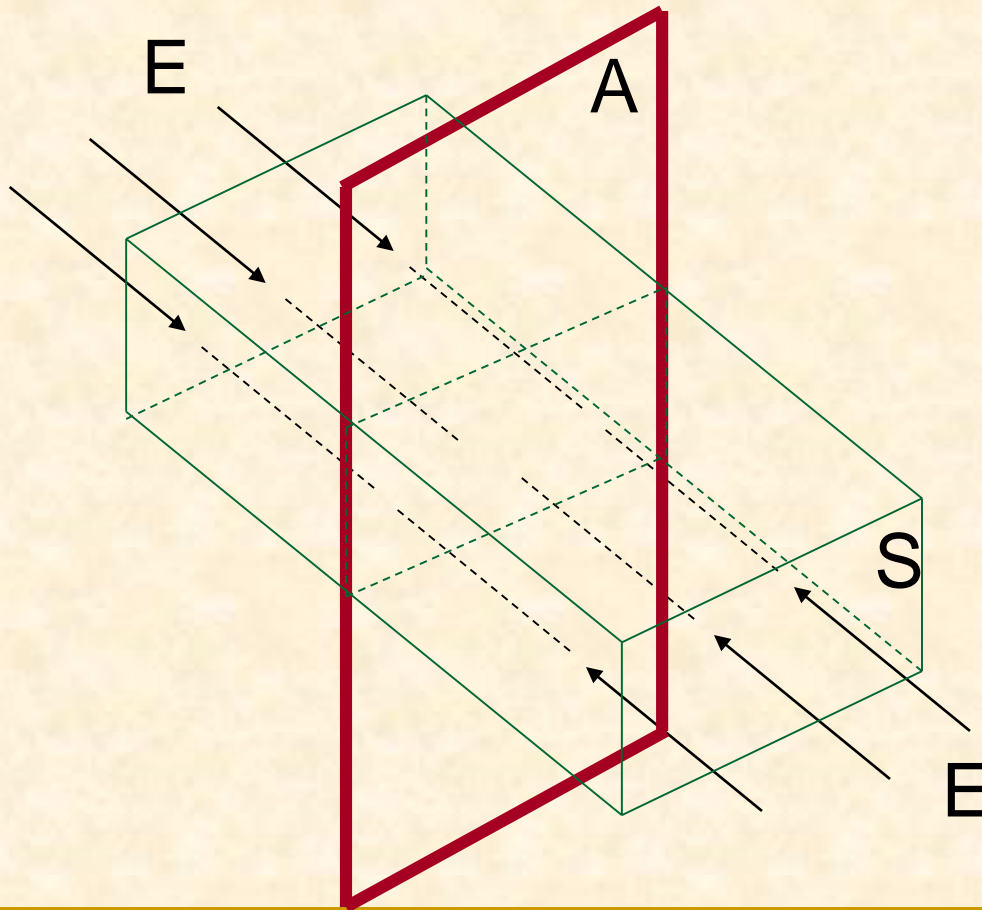
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E2S = \frac{\sigma S}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

# Medan listrik Di Sekitar Plat Tipis (2)

- Misal: Luas Plat  $A$  dan rapat muatan per satuan luas  $-\sigma$



$$q = \frac{-Q}{A} S = -\sigma S$$

# Perhitungan medan listrik akibat plat tipis(2)

$$\begin{aligned}\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} &= \int_{tutup} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \int_{selubung} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \int_{tutup} \vec{E} \cdot d\vec{S} \\ &= -ES + 0 - ES \\ &= -2ES\end{aligned}$$

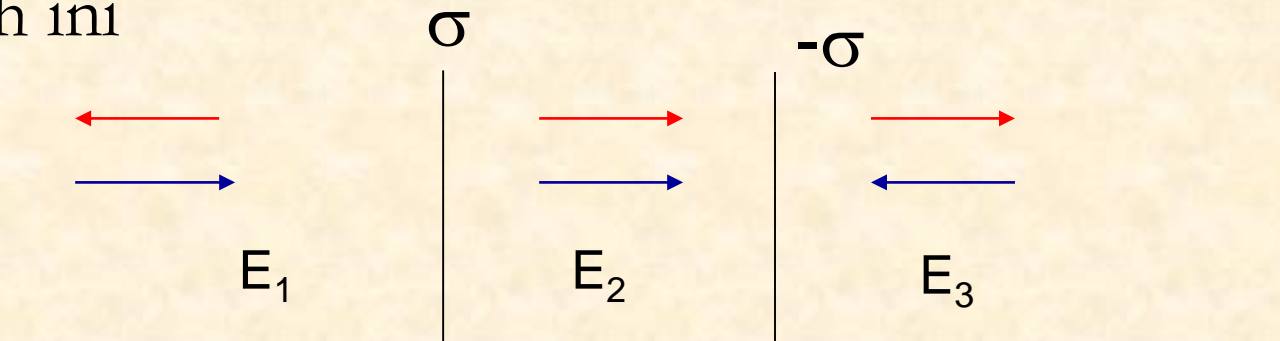
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E(-2S) = \frac{-\sigma S}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

# Medan listrik akibat dua plat tipis

- Dua plat tipis luas tak berhingga masing-masing mempunyai rapat muatan  $\sigma$  dan  $-\sigma$ . Medan listrik di sekitar plat tersebut dapat dianalisis seperti gambar di bawah ini



$$E_{\sigma} = E_{-\sigma} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

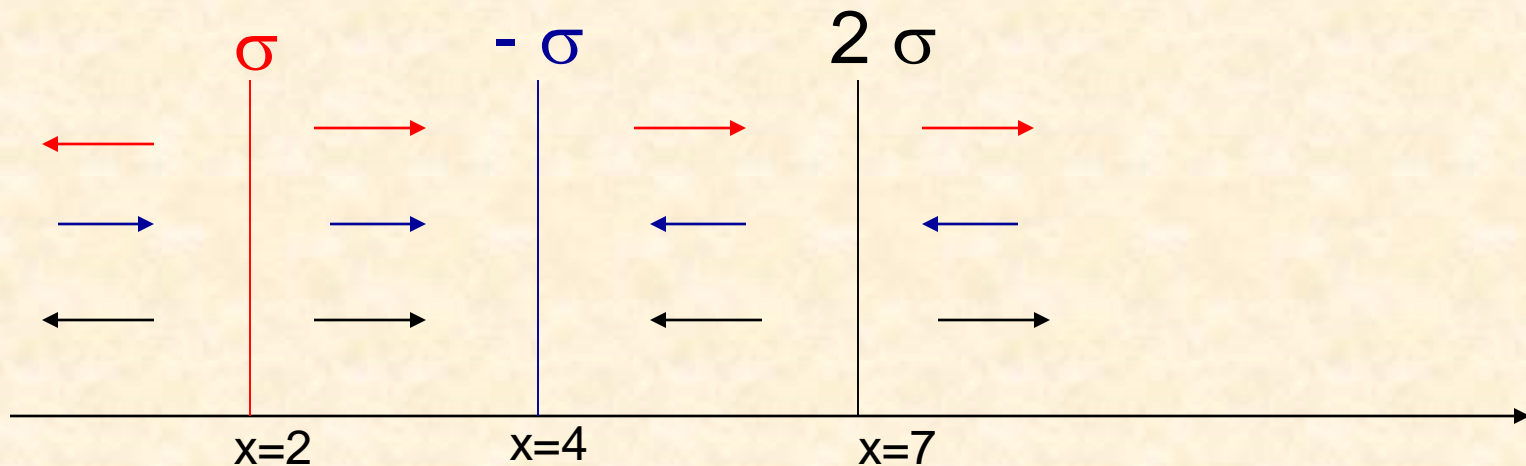
$$\vec{E}_1 = E_{\sigma}(-\hat{i}) + E_{-\sigma}(\hat{i}) = 0$$

$$\vec{E}_2 = E_{\sigma}(\hat{i}) + E_{-\sigma}(\hat{i}) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\vec{E}_3 = E_{\sigma}(\hat{i}) + E_{-\sigma}(-\hat{i}) = 0$$

# Medan akibat 3 plat tipis

- Tiga buah plat tipis masing-masing bermuatan  $\sigma$ ,  $-\sigma$ , dan  $2\sigma$ . Medan di sekitar plat bisa dicari dengan cara berikut



$$\vec{E}_{total} = \vec{E}_{\sigma} + \vec{E}_{-\sigma} + \vec{E}_{2\sigma}$$

# Medan listrik akibat 3 plat tipis (2)

$$\begin{aligned}\vec{E}(x < 2) &= E_{\sigma}(-\hat{i}) + E_{-\sigma}(\hat{i}) + E_{2\sigma}(\hat{i}) \\ &= -\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} + \frac{2\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\vec{E}(2 < x < 4) &= E_{\sigma}(\hat{i}) + E_{-\sigma}(\hat{i}) + E_{2\sigma}(\hat{i}) \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} + \frac{2\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} \\ &= \frac{4\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i}\end{aligned}$$

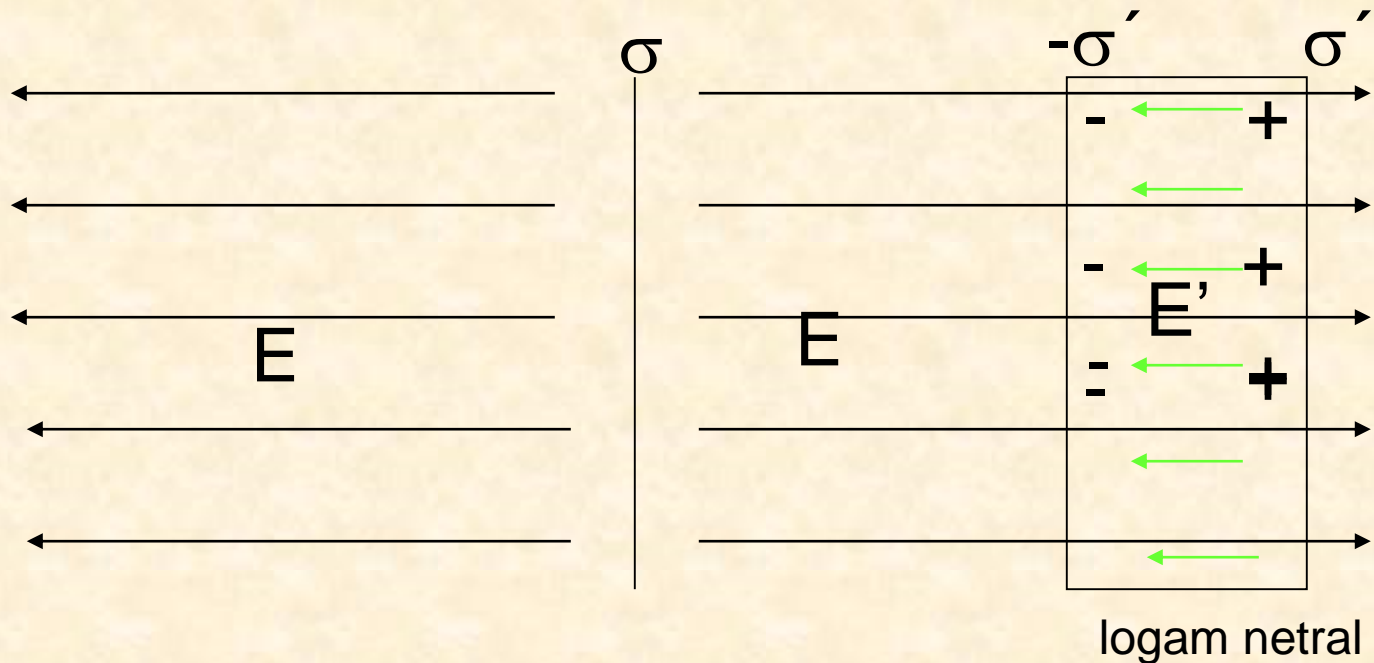
$$\begin{aligned}\vec{E}(4 < x < 7) &= E_{\sigma}(\hat{i}) + E_{-\sigma}(-\hat{i}) + E_{2\sigma}(\hat{i}) \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} - \frac{2\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} \\ &= -\frac{2\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\vec{E}(x > 7) &= E_{\sigma}(\hat{i}) + E_{-\sigma}(-\hat{i}) + E_{2\sigma}(\hat{i}) \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} + \frac{2\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} \\ &= \frac{2\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i}\end{aligned}$$



# Muatan induksi

- Muatan muncul akibat pengaruh medan listrik eksternal



- Di dalam tipis logam:  $E + E' = 0$

$$i \frac{\sigma}{2\epsilon_0} - i \frac{\sigma'}{\epsilon_0} = 0$$

$$\sigma' = \frac{\sigma}{2}$$

# Logam ditanahkan

- Bagian yang terhubung dengan tanah akan bermuatan netral

