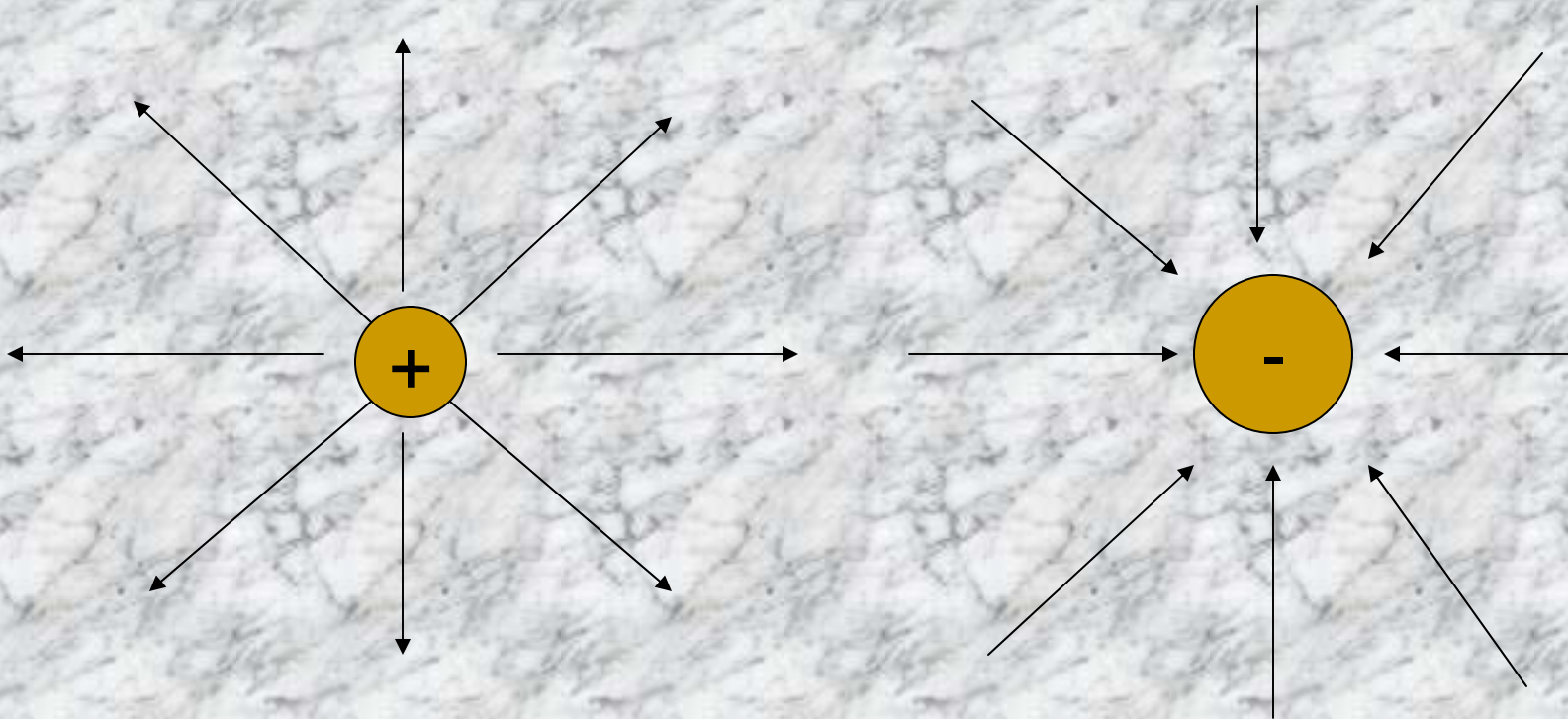


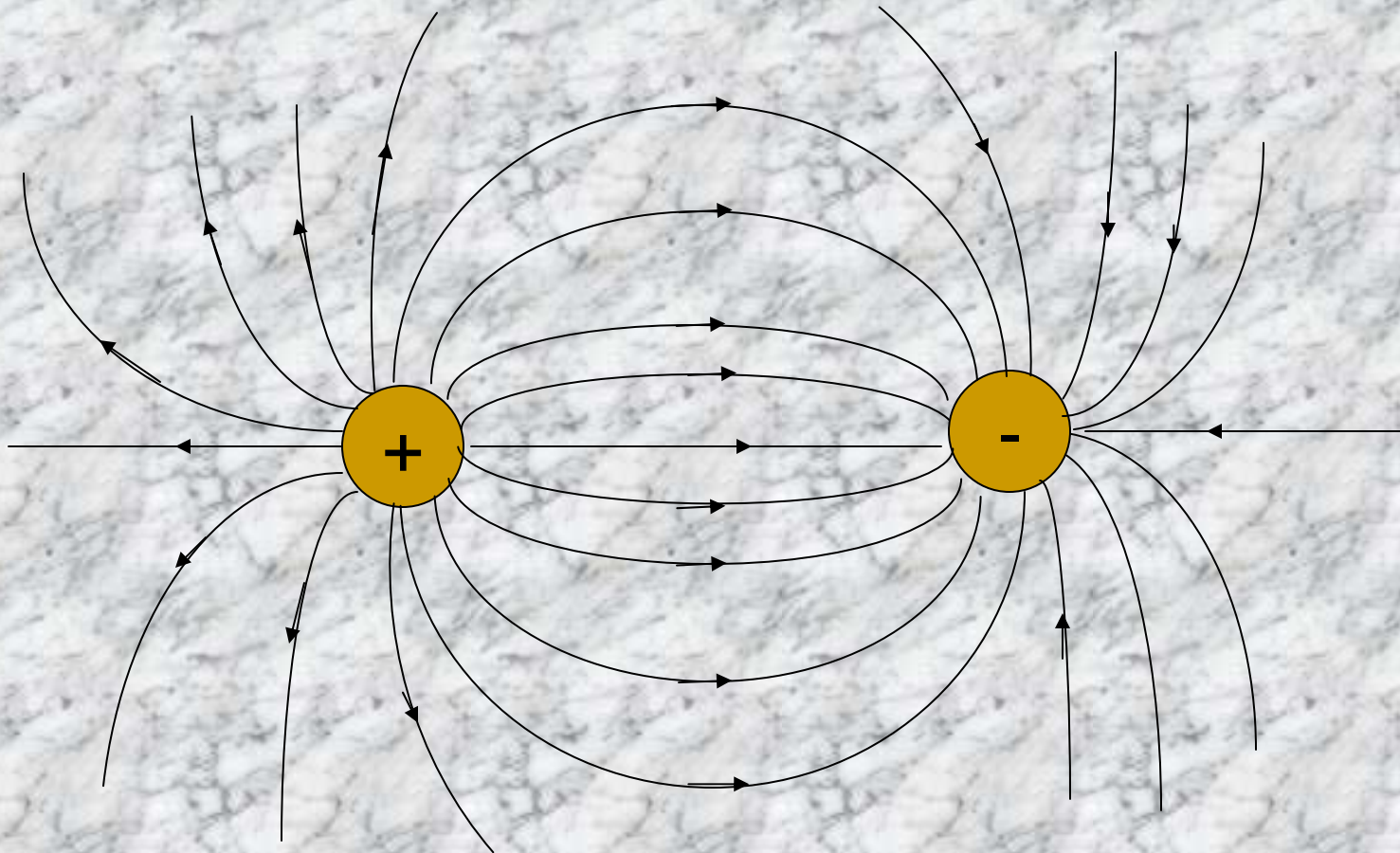
# HUKUM GAUSS

Fluks Listrik  
Permukaan tertutup  
Hukum Gauss  
Konduktor dan Isolator

# Garis gaya oleh muatan titik



# Garis gaya akibat dipol



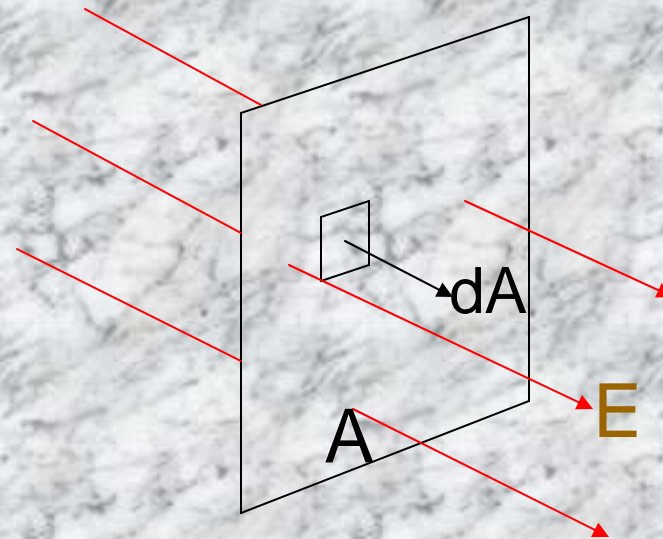
# Fluks Listrik

- 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

$$d\Phi = E dA$$

- Total garis gaya yang menembus permukaan  $A$

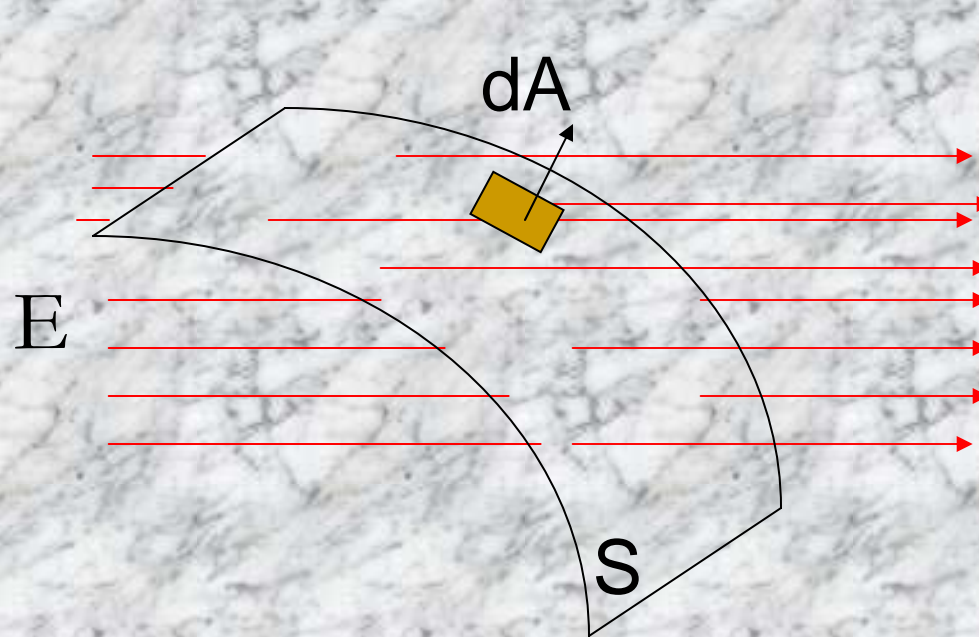
$$\begin{aligned}\Phi &= \int_A d\Phi = \int_A E dA \\ &= E \int_A dA = EA\end{aligned}$$





# 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

$$\Phi = \int_S d\Phi$$

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

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

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

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

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

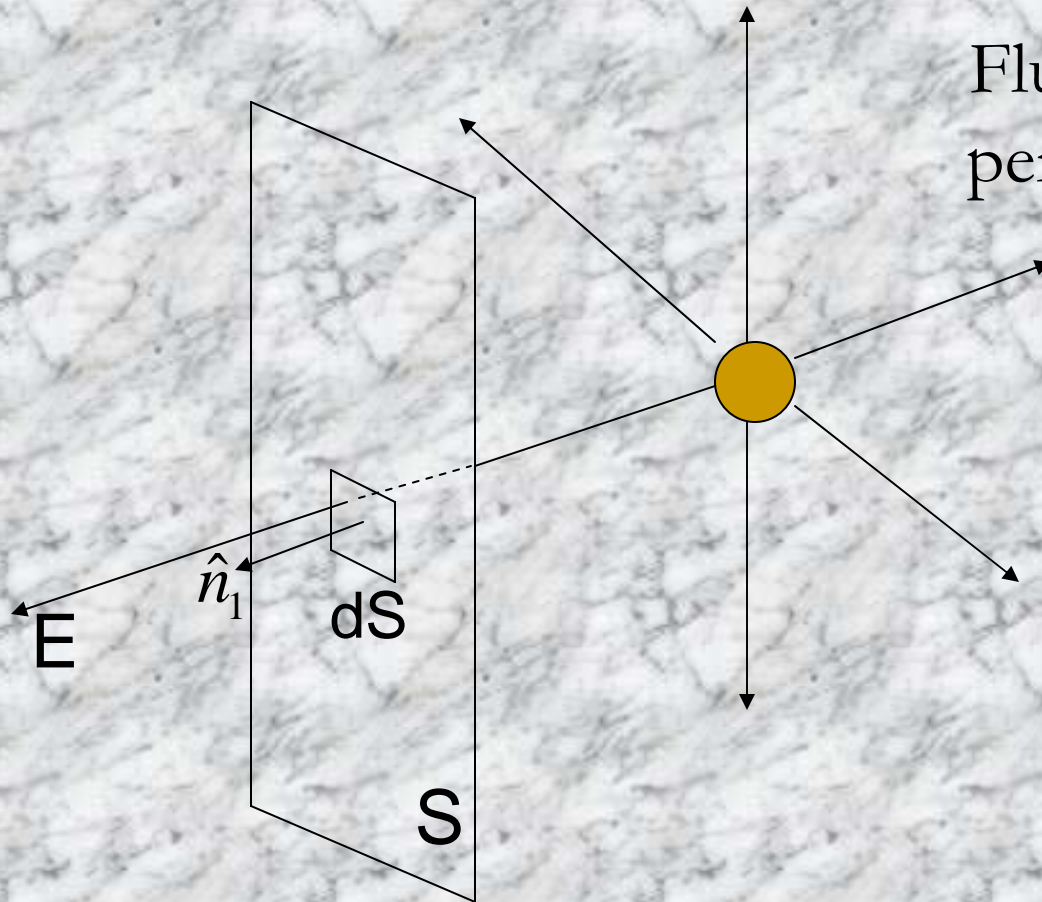
e.  $\Phi = \vec{E} \bullet \vec{A} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \bullet 10\hat{i} = 20$

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



# Fluks, muatan $Q$ , permukaan terbuka $S$

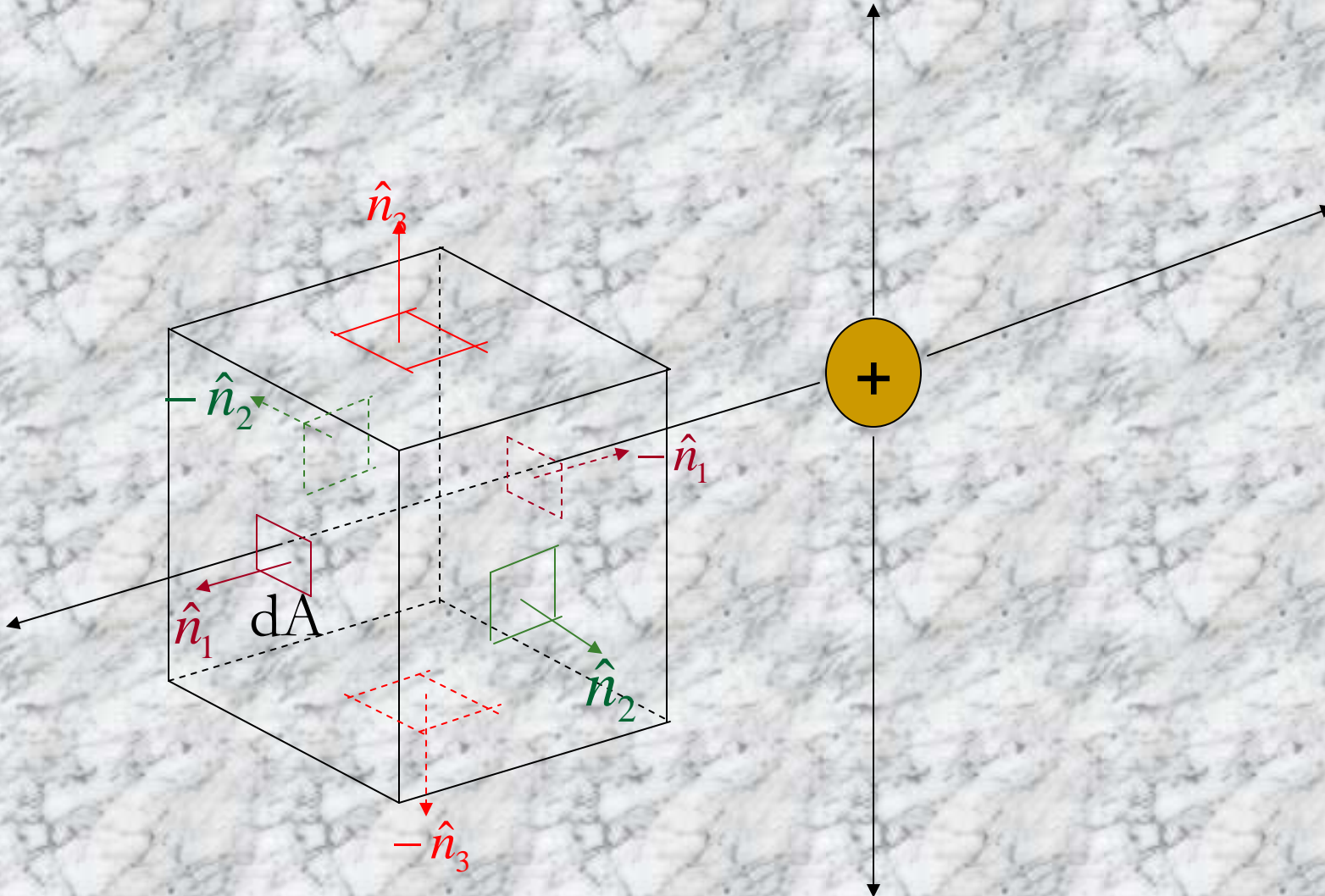
Fluks yang keluar dari permukaan  $S$



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



# Permukaan tertutup, muatan Q diluar

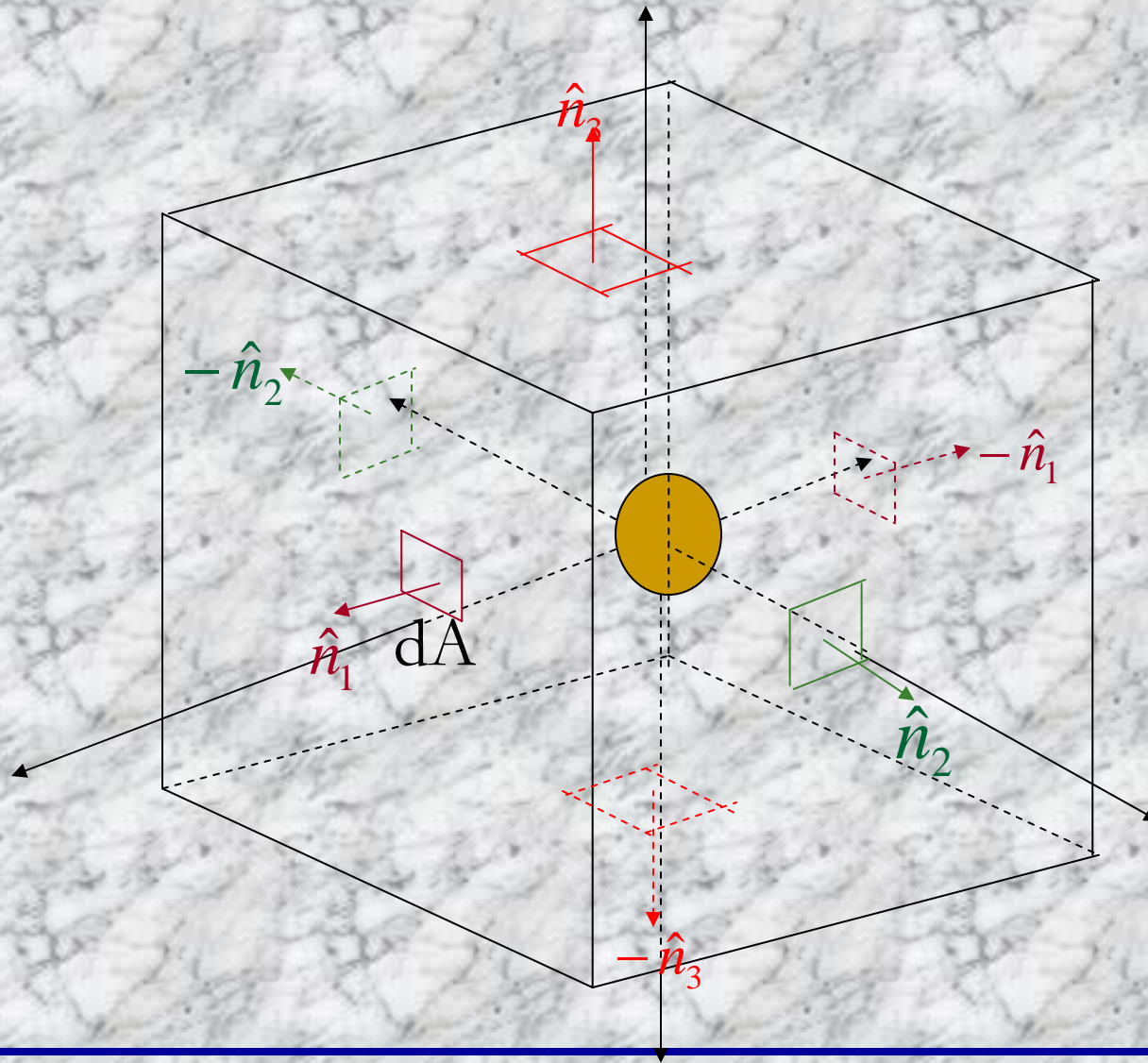


## Perhitungan fluks Q diluar permukaan

- 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:

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



# Hukum Gauss

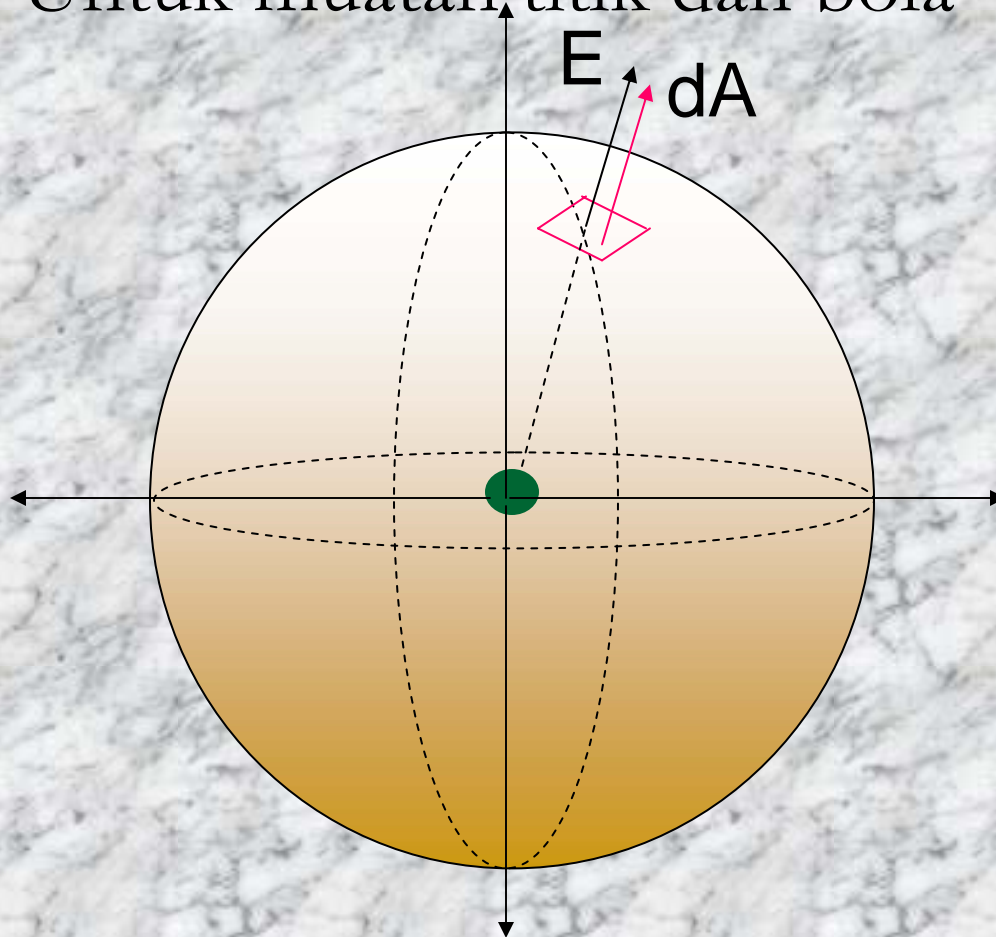
- Besar fluks atau garis gaya listrik yang keluar dari suatu permukaan tertutup sebanding muatan yang dilingkupi oleh luasan tertutup tersebut

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

- 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.

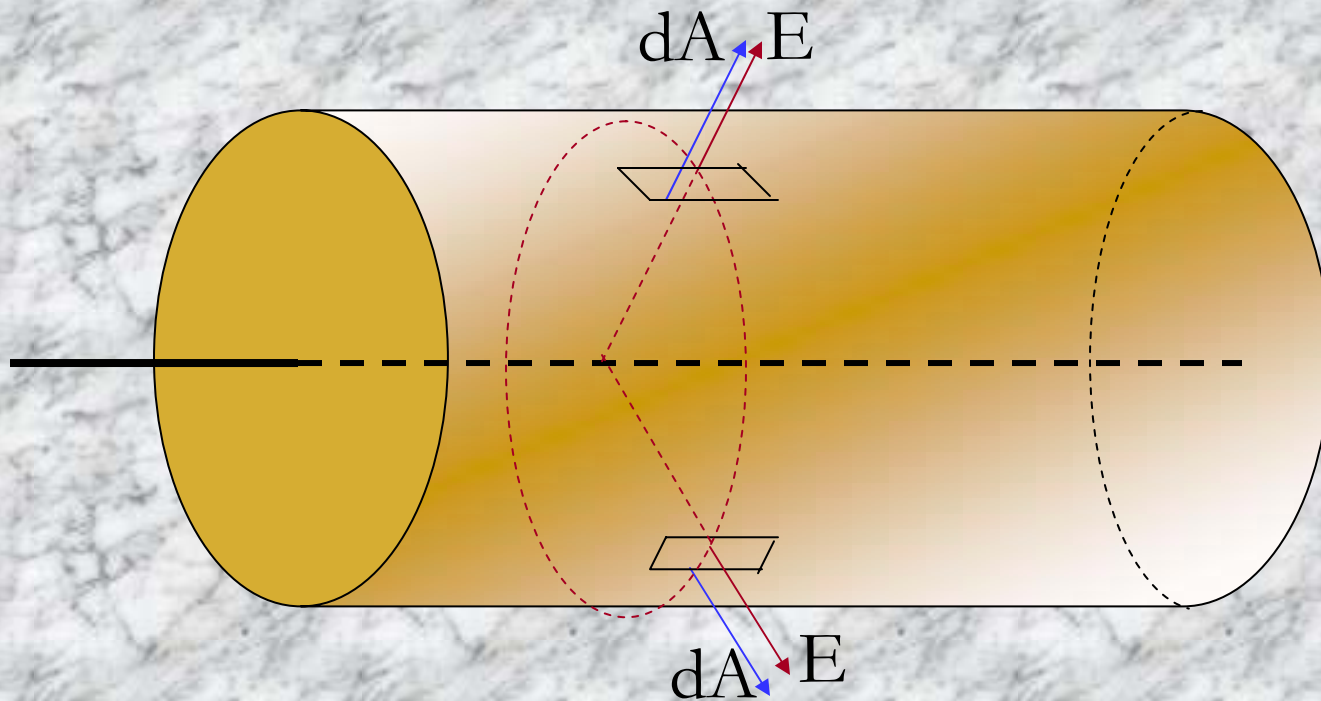
# Permukaan Gauss Berbentuk Bola

- Untuk muatan titik dan bola



# Permukaan Gauss Berbentuk Silinder

- Kawat dan silinder panjang tak berhingga

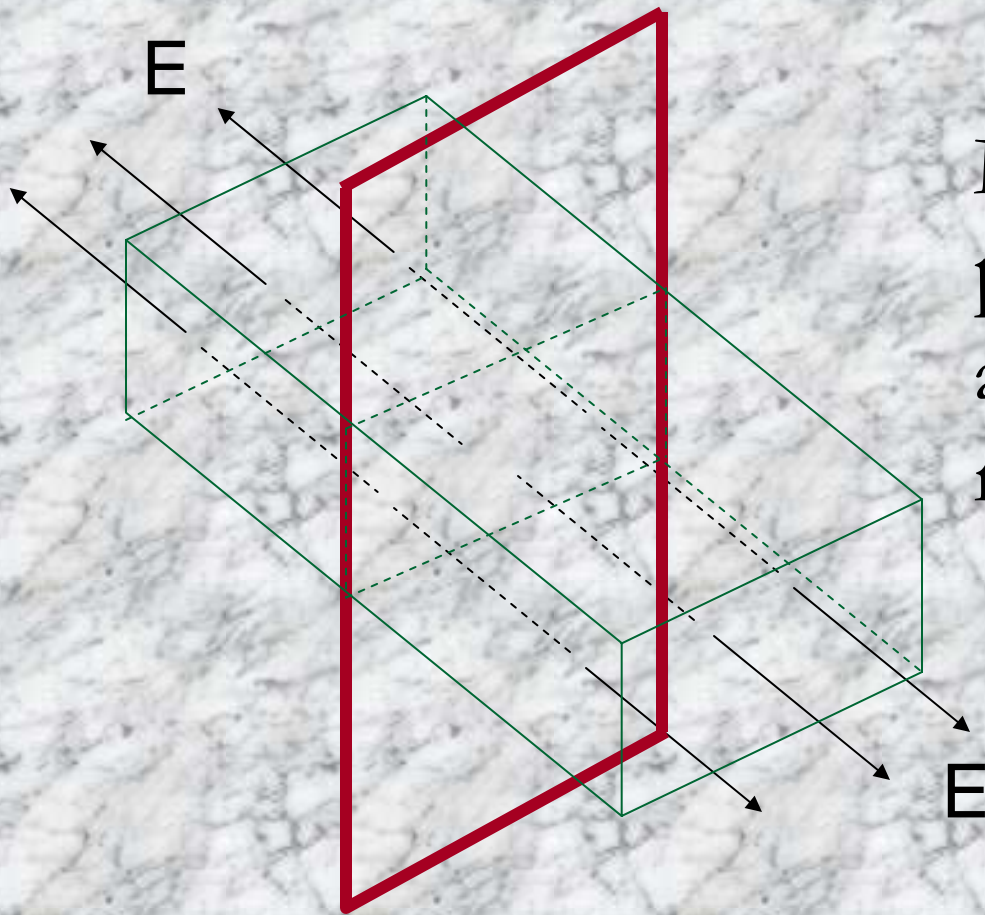


- Medan homogen di seluruh permukaan selimut silinder. Arah medan radial searah dengan normal permukaan selimut silinder untuk muatan positif dan berlawanan untuk muatan negatif



# Permukaan Gauss Berbentuk Balok

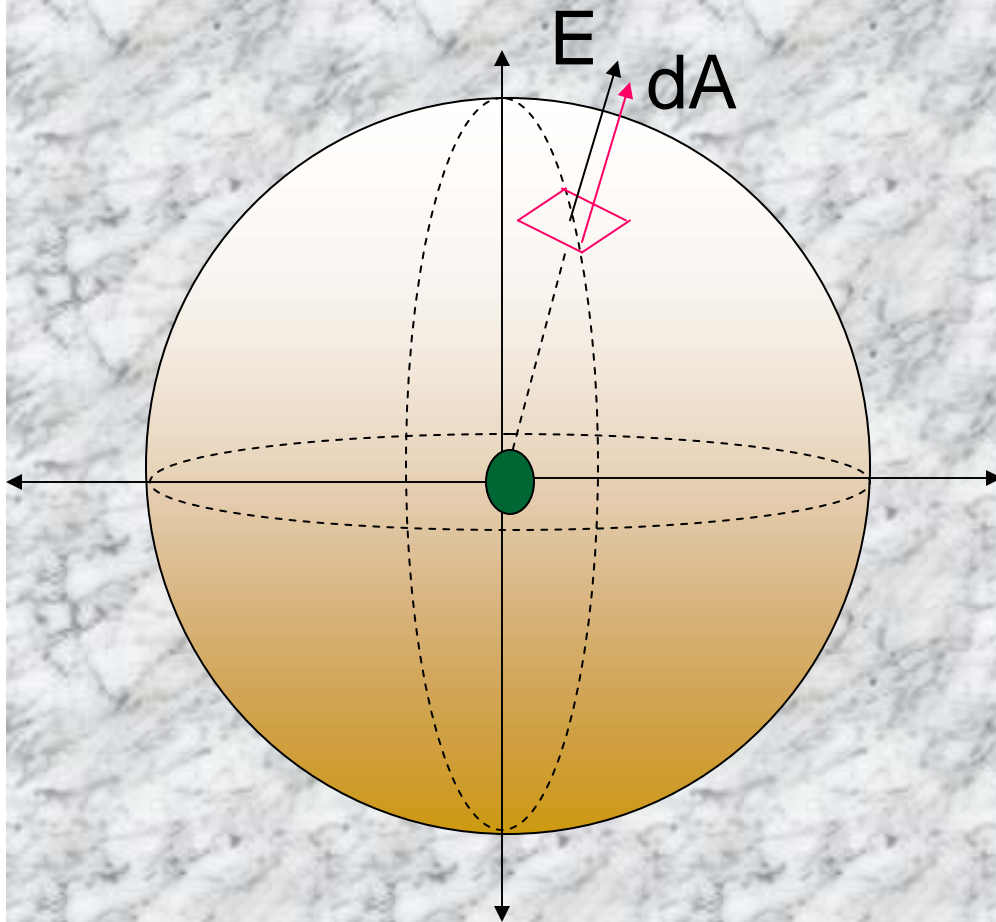
- Plat tipis luas tak berhingga



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 dan Isolator

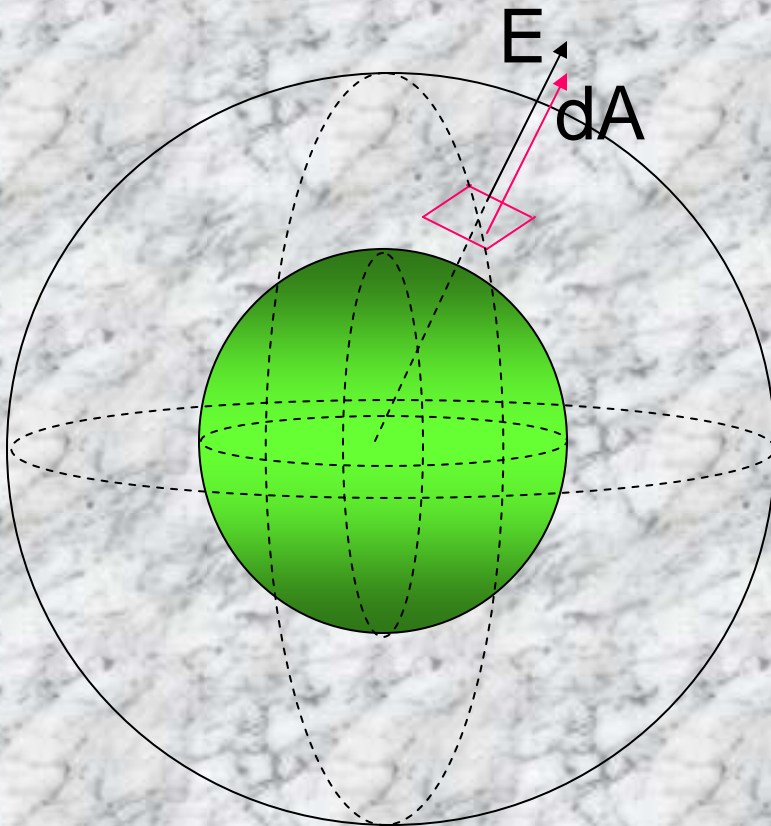
- Di dalam konduktor, muatan bebas bergerak
- Jika diberi muatan tambahan dari luar → muncul medan listrik → muatan bergerak menghasilkan arus internal → terjadi distribusi ulang muatan tambahan dari luar hingga tercapai keseimbangan elektrostatik → medan listrik di dalam konduktor menjadi nol → menurut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

- Waktu yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan elektrostatis pada konduktor sangat cepat
- Medan listrik di dalam konduktor boleh dianggap selalu nol dan muatan dari luar selalu ada di permukaan konduktor
- 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 listrik di luar bola konduktor

- Untuk  $r > R$ , total muatan yang dilingkupi permukaan Gauss adalah  $Q$
- Hukum Gauss untuk kasus bola konduktor pejal:

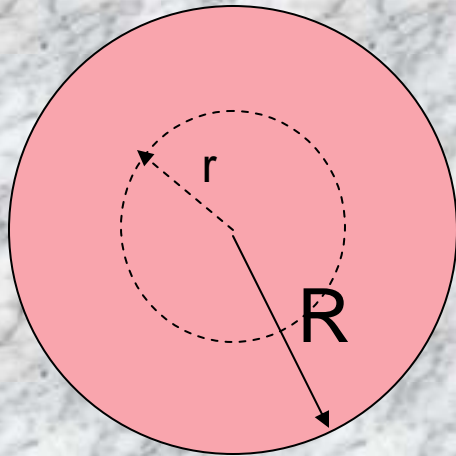
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E \oint dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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

- Dengan  $r > R$

## Bola isolator pejal

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



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

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

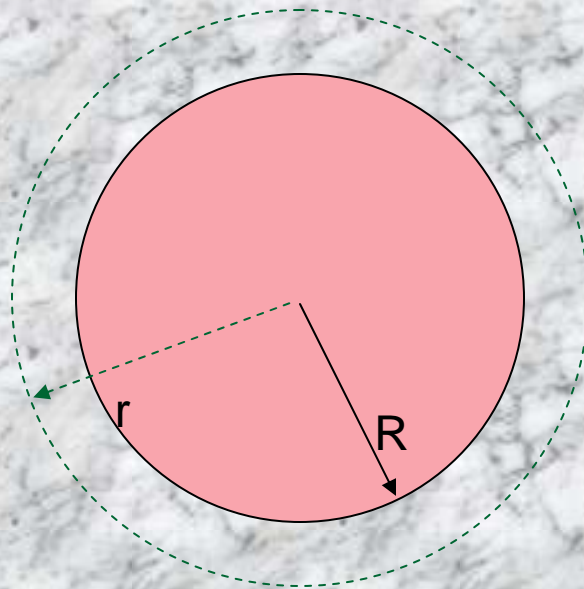
$$E \oint d\vec{S} = \frac{r^3}{\epsilon_0 R^3} Q$$

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

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

## Bola isolator pejal (2)

### ■ Medan di luar



$q=Q$

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

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

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

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

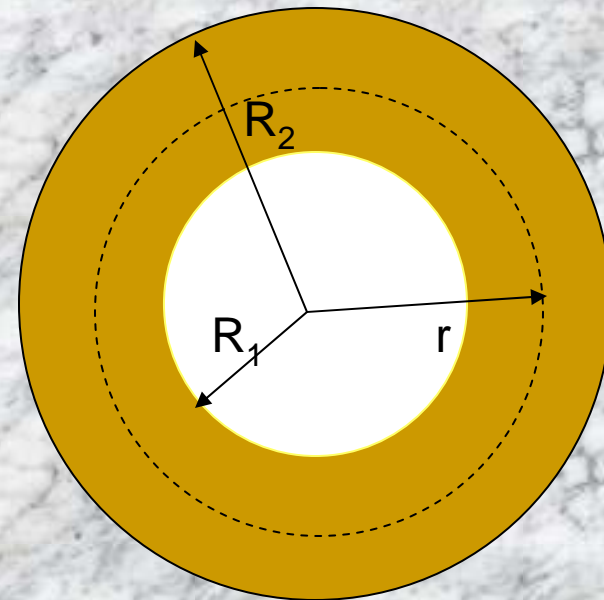
## Medan listrik pada bola isolator berongga

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

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

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

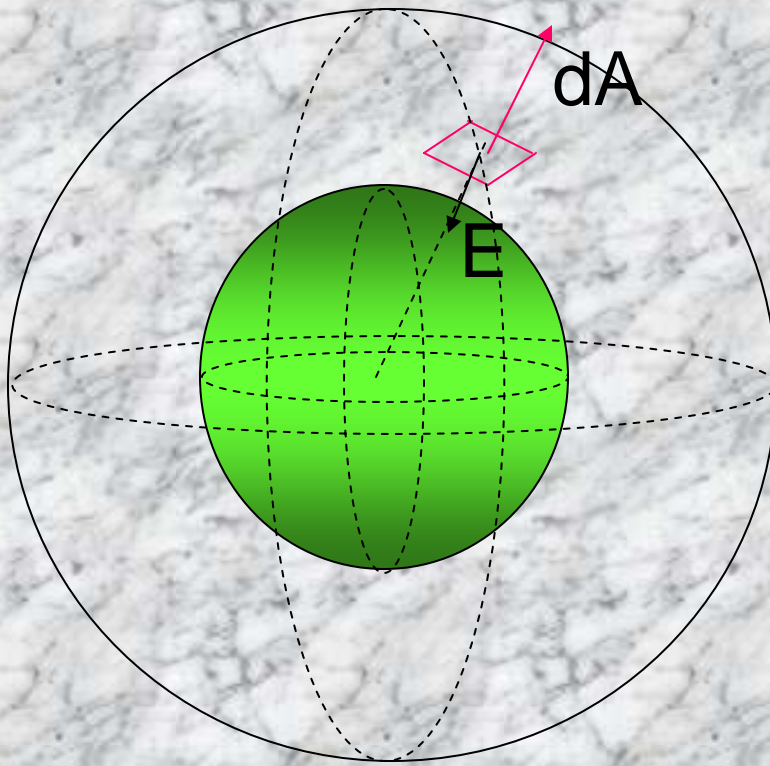
$$E = \frac{r^3 - R_1^3}{R_2^3 - R_1^3} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$





## Bola bermuatan negatif

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



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

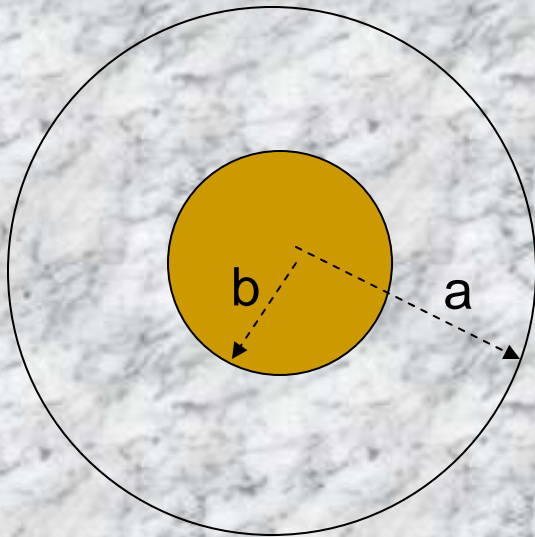
$$\oint E dS \cos 180 = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

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

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

## 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 listrik untuk daerah  $r < a$  ditentukan dengan cara yang sama dengan contoh mencari medan pada bola pejal

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  $-Q$

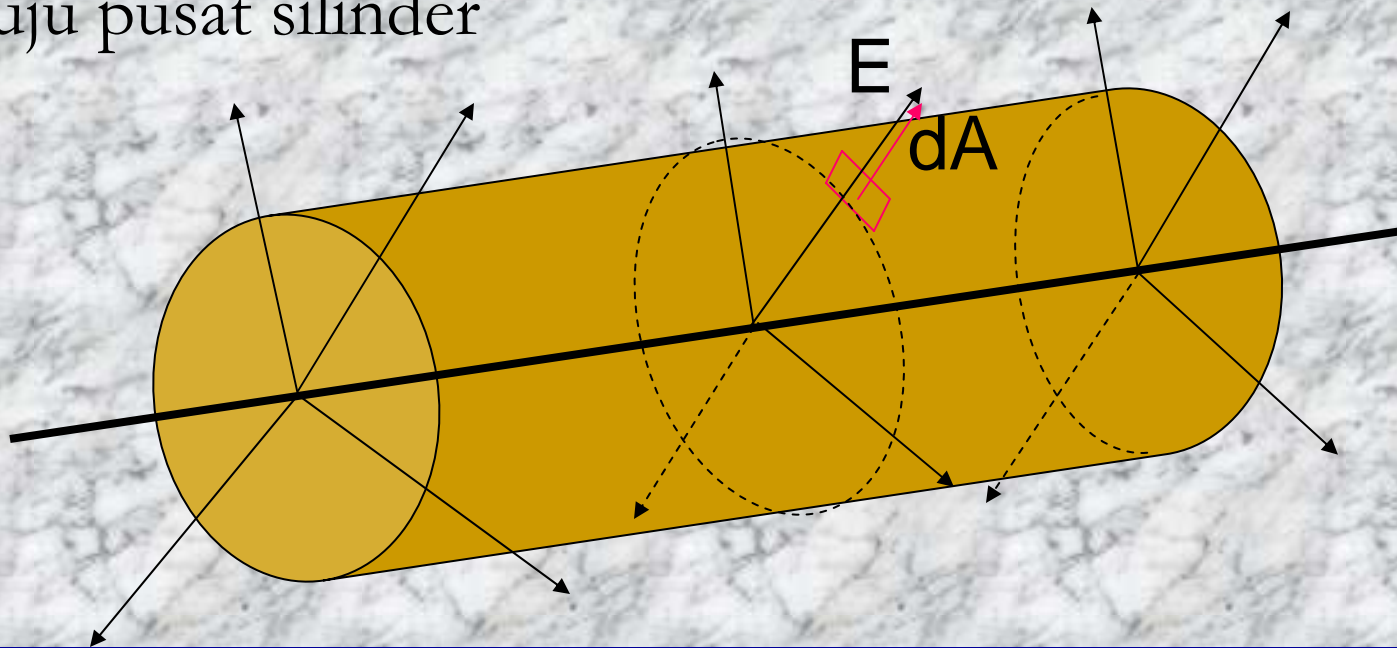
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0} \rightarrow \oint E dS \cos 180 = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

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



# 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

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

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.

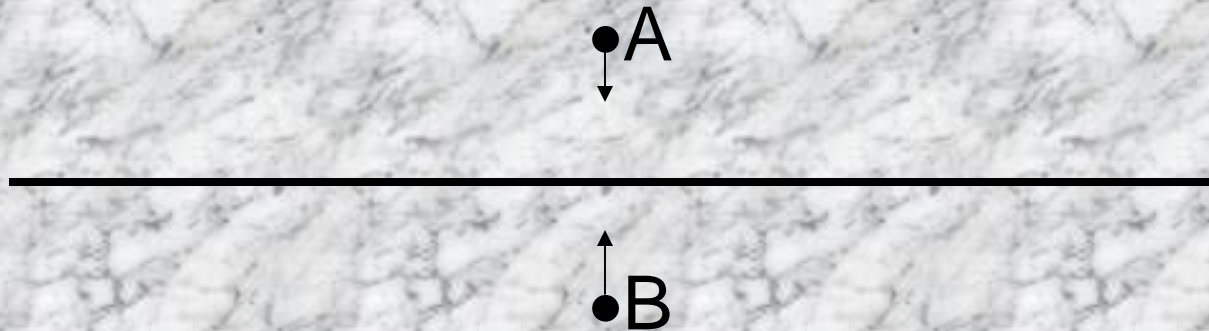


- Solusi :

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

## 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.

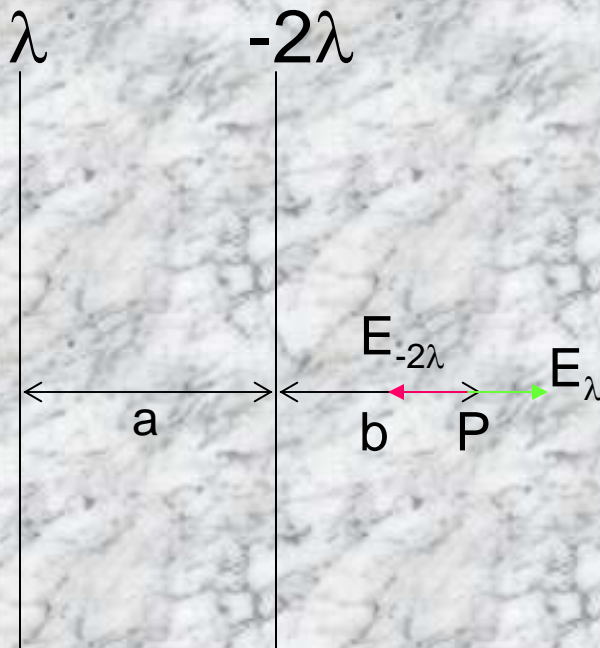


- Solusi :

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

## 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  $-2Q$ .



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

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

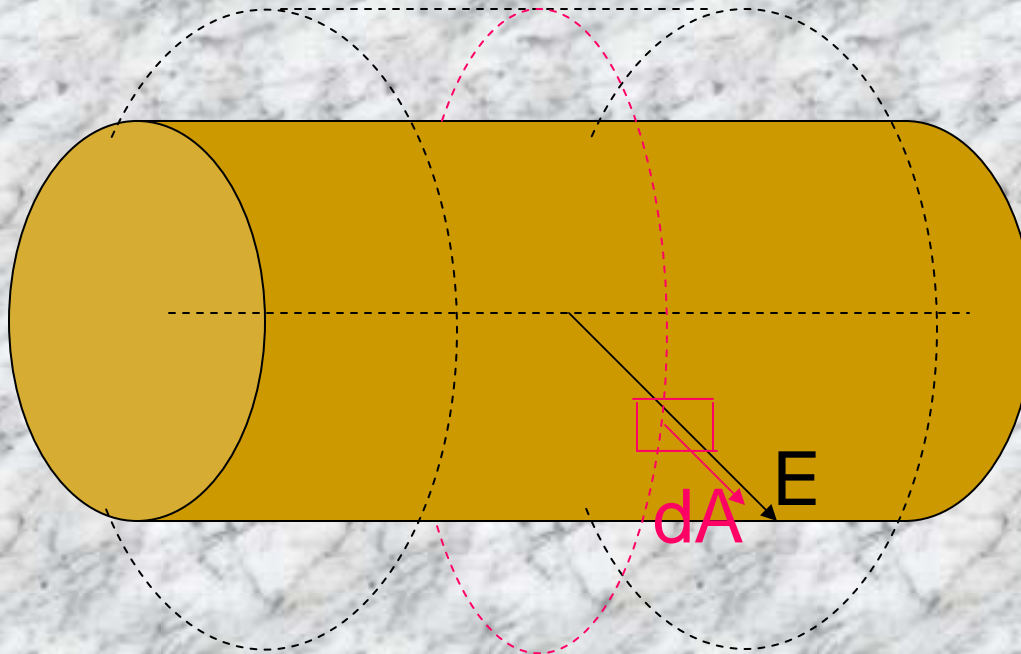


## Medan listrik akibat silinder

- 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



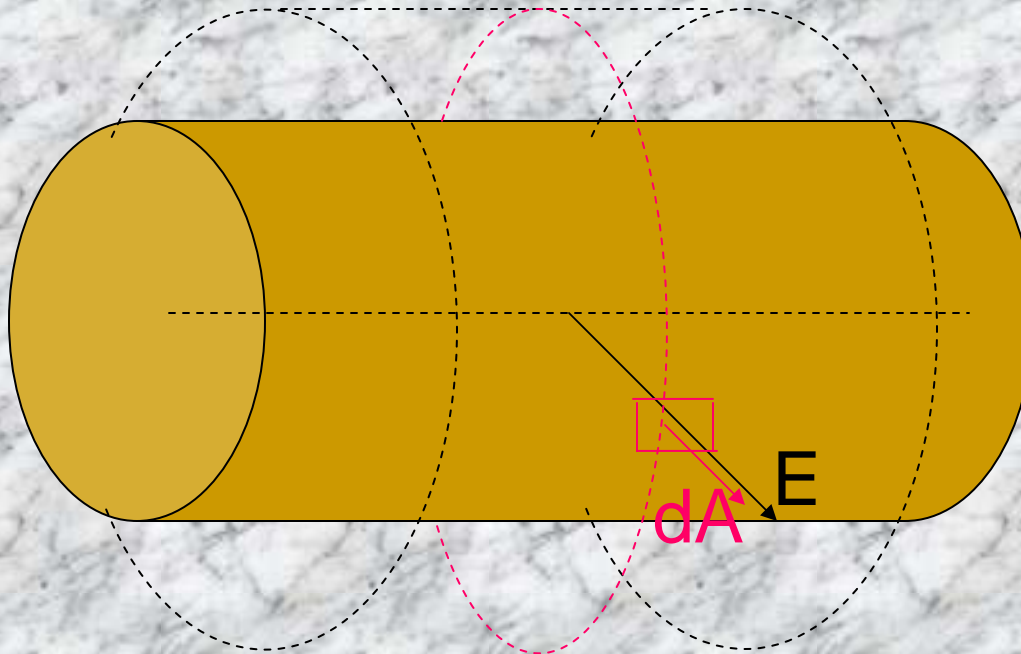
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

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

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

# Permukaan Gauss pada silinder

- Muatan negatif



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

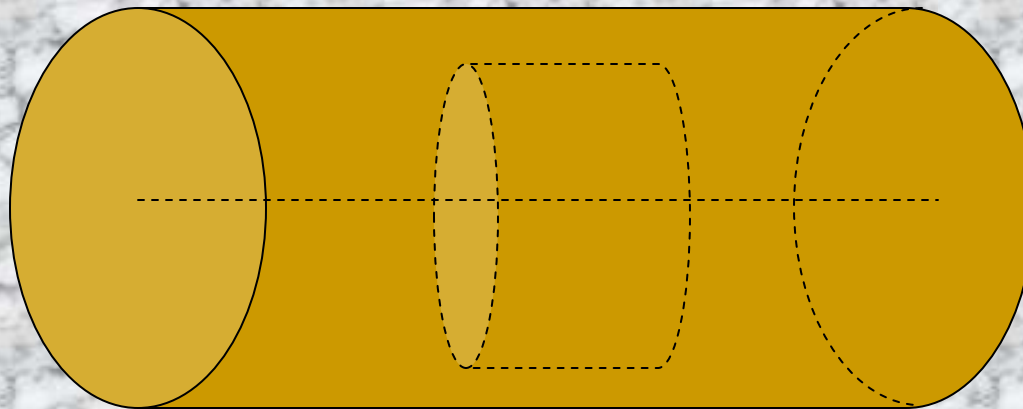
$$\oint E dA \cos 0 = \frac{-q}{\epsilon_0}$$

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



# Medan listrik pada silinder konduktor pejal

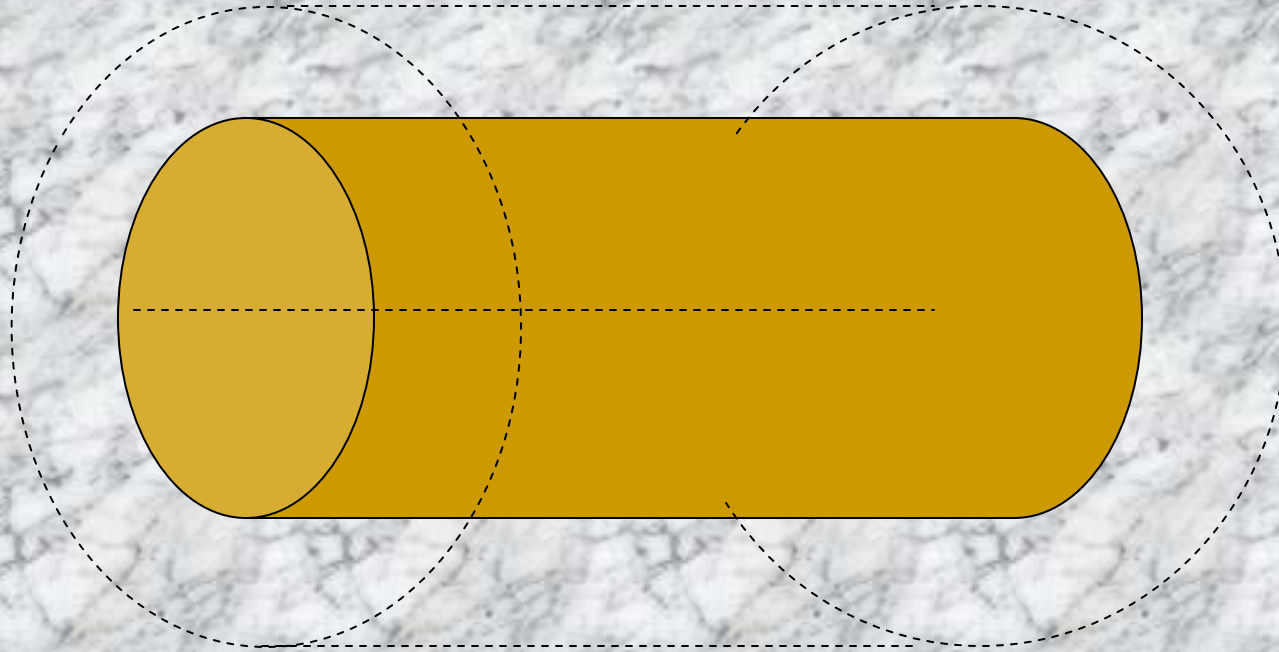
## ■ Di dalam konduktor



- 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

$$q = Q$$

# 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 pada 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 ( $r > R$ )

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

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

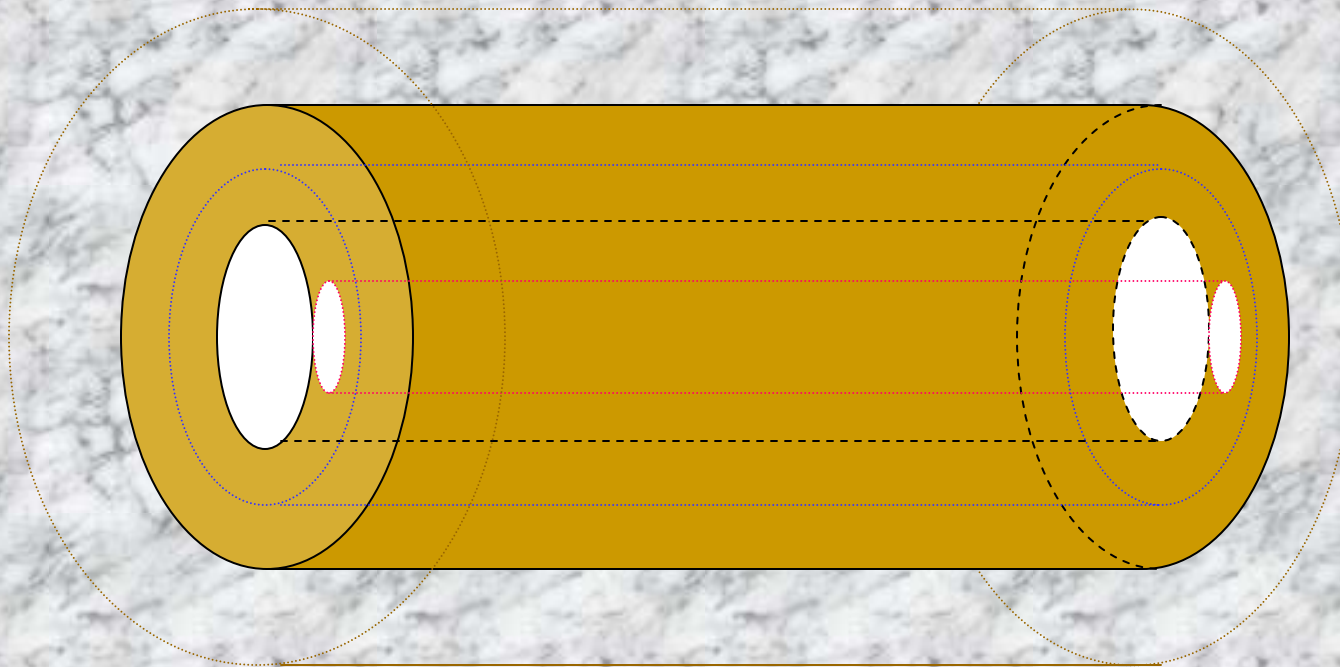
$$E 2\pi r L = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

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



## 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 ( $a < r < b$ )

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

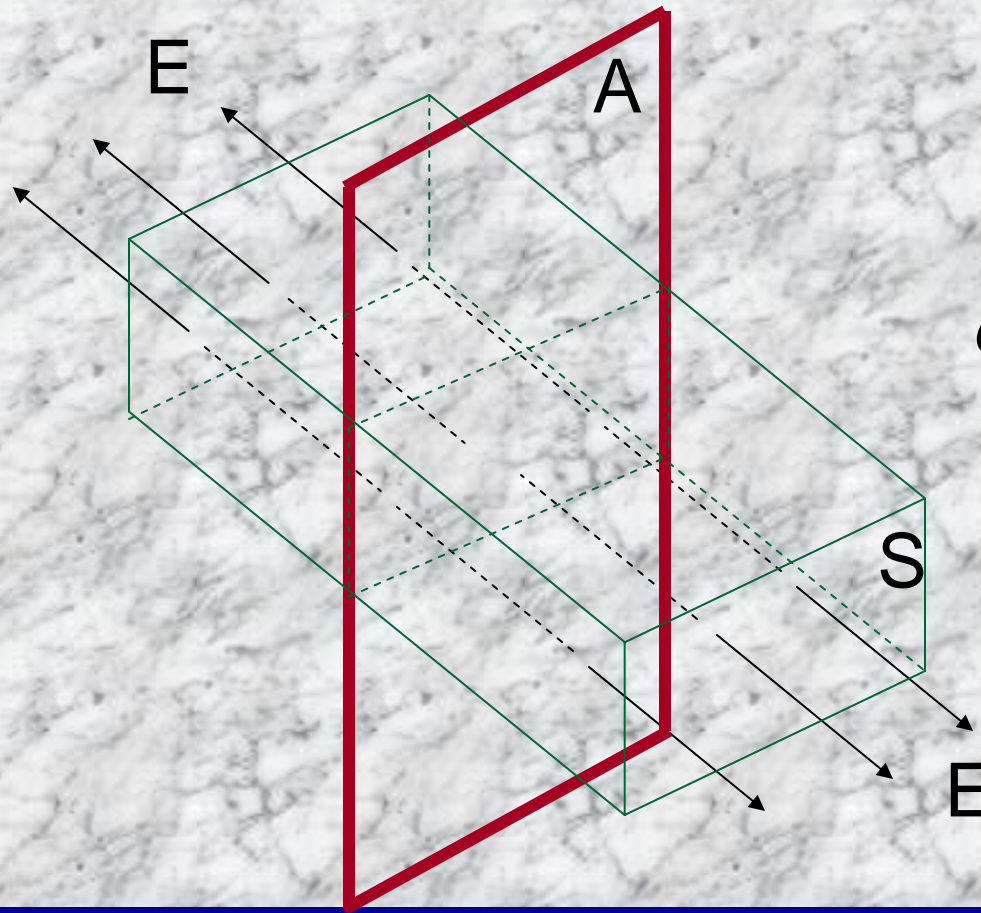
Di dalam konduktor ( $b < r < d$ ):  $E=0$

Di luar kondukto ( $r > d$ )

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

# Medan listrik Akibat Plat Tipis Positif

- 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)

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

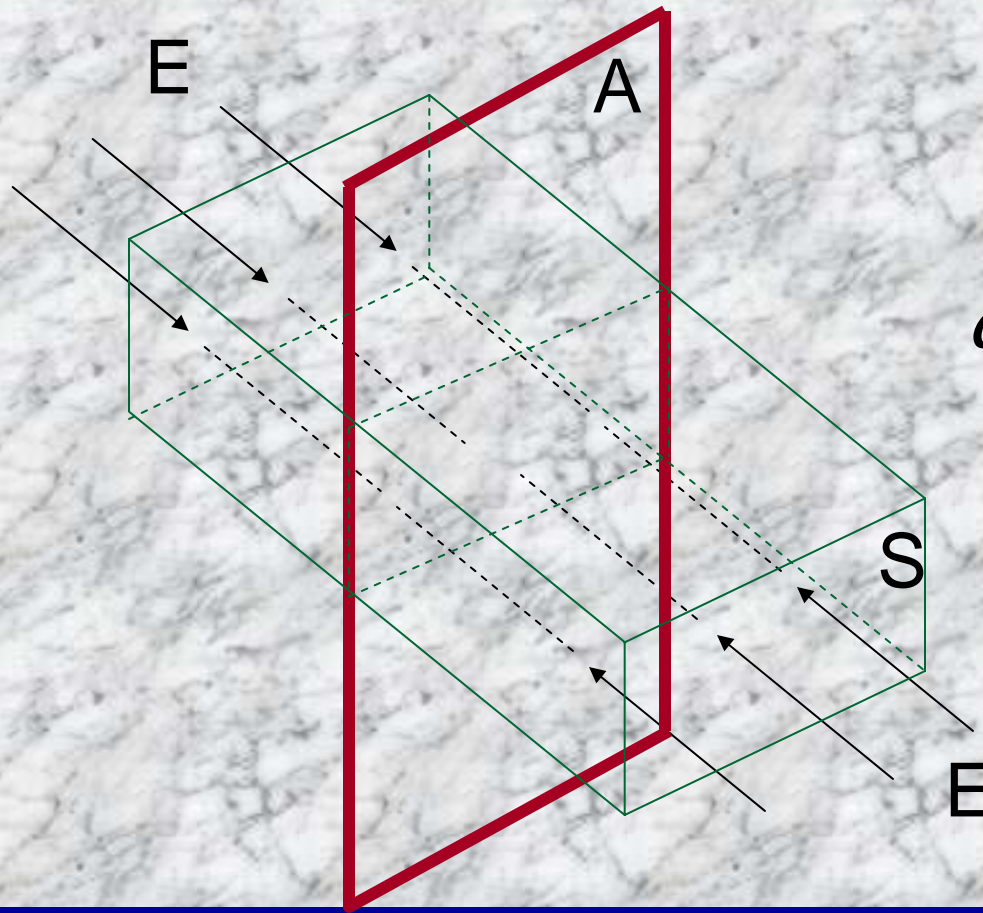
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

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

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

## Medan listrik Akibat Plat Tipis Negatif

- 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)

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

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

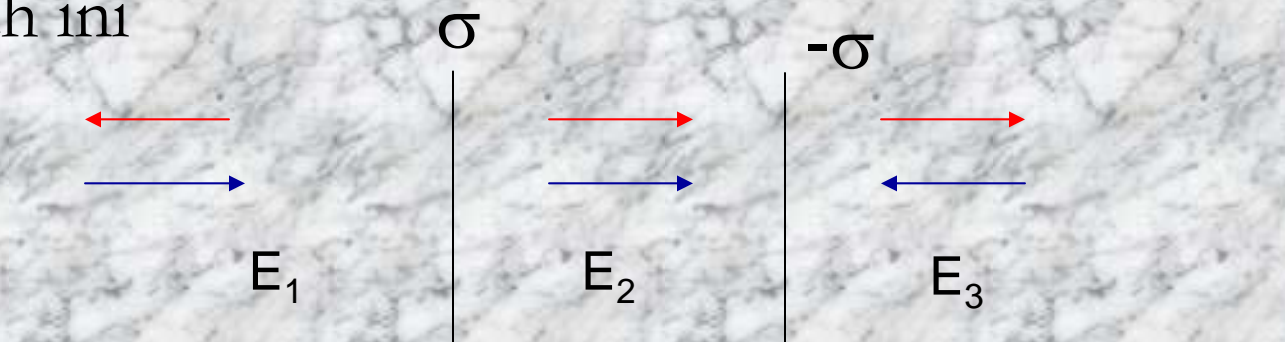
$$E(-2S) = \frac{-\sigma S}{\epsilon_0}$$

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



# 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



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

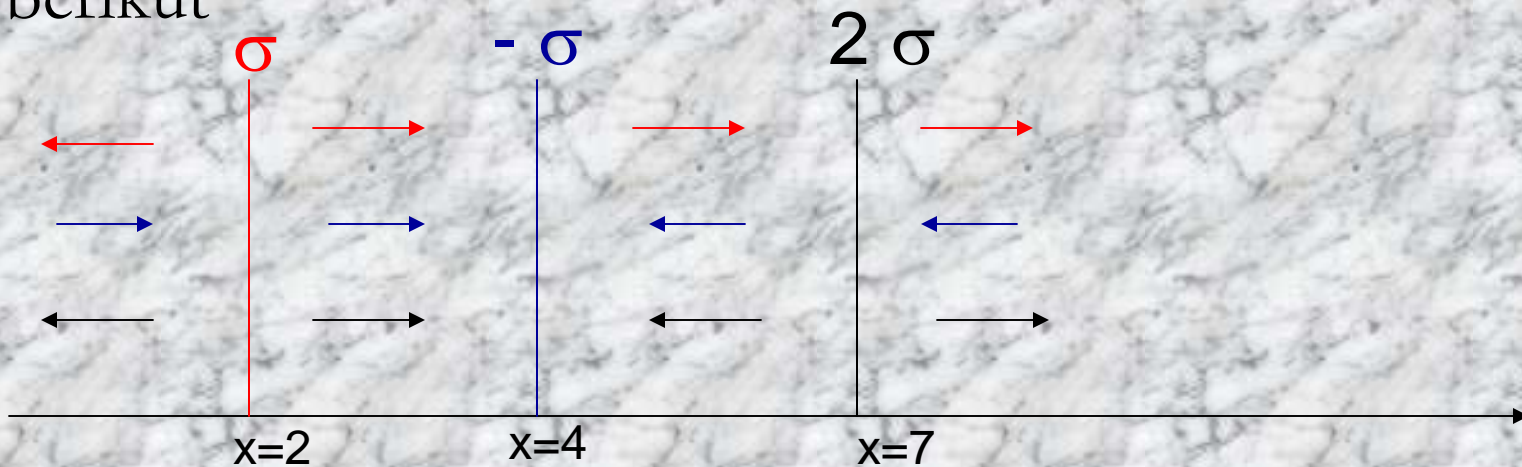
$$\vec{E}_1 = E_{\sigma}(-\hat{i}) + E_{-\sigma}(\hat{i}) = 0$$

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

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

# 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)

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

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

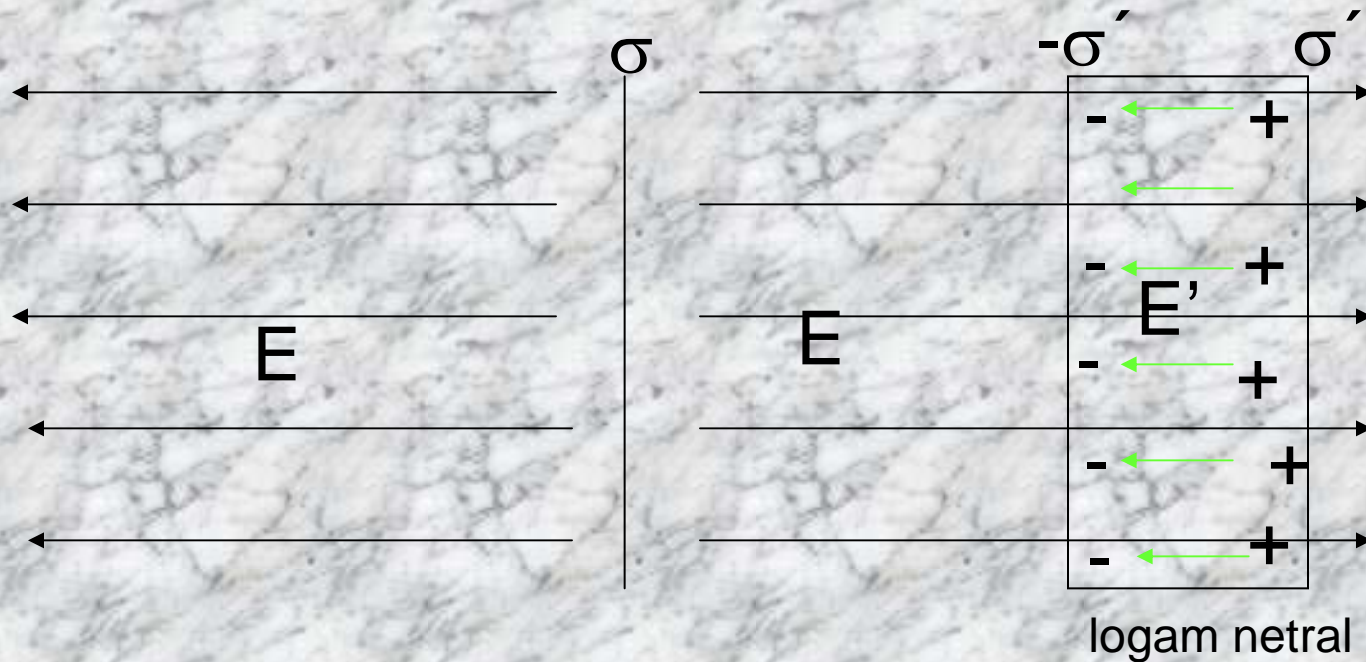
$$\begin{aligned}\vec{E}(2 < x < 4) &= E_{\sigma}(\hat{i}) + E_{-\sigma}(\hat{i}) + E_{2\sigma}(\hat{i}) \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} + \frac{2\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i} \\ &= \frac{4\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i}\end{aligned}$$

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



# Muatan induksi

- Muatan muncul akibat pengaruh medan listrik eksternal

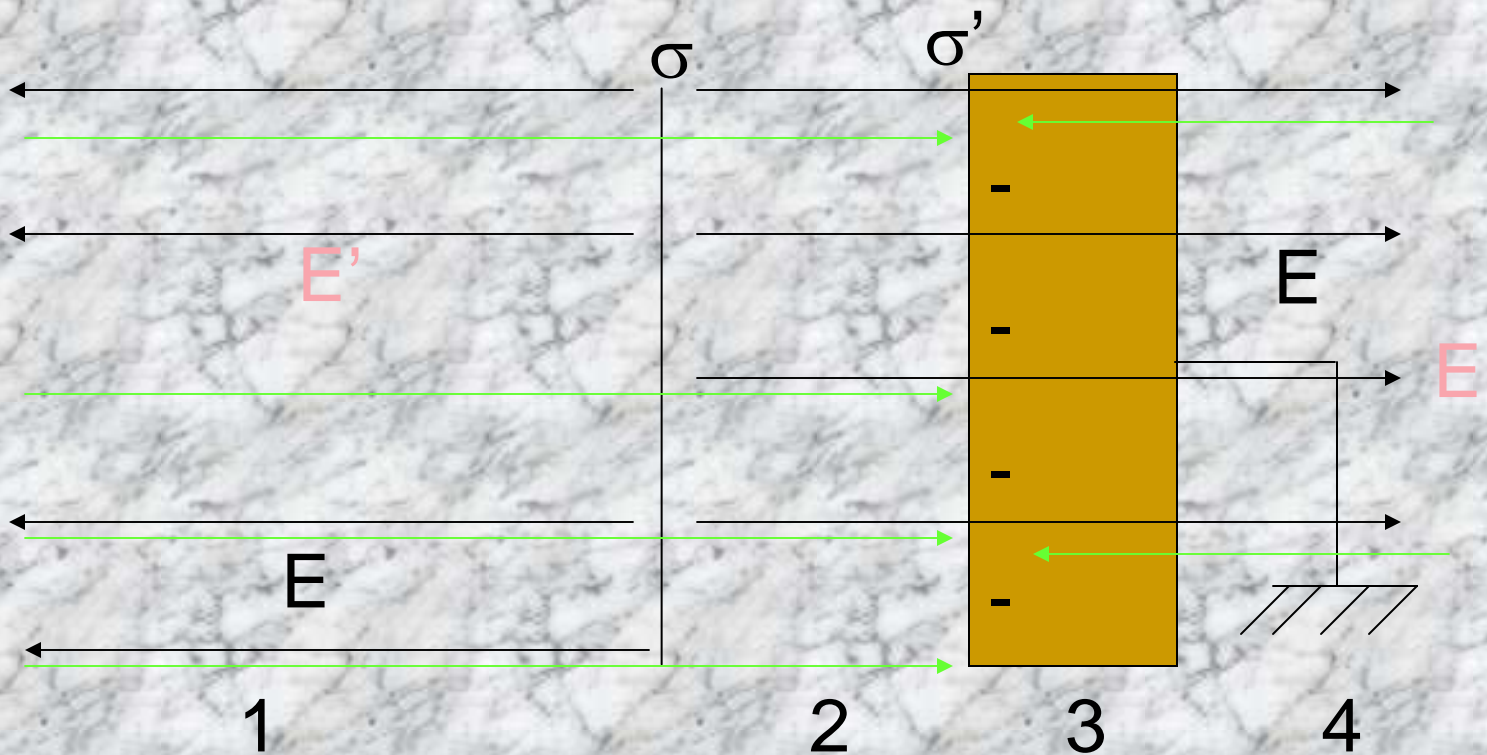


- Di dalam tipis logam:  $E + E' = 0$

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

# Logam ditanahkan

- Ditanahkan artinya dihubungkan dengan sumber muatan yang sangat besar. Bagian yang terhubung ditanahkan akan bermuatan netral.



- Di dalam logam (daerah 3) medan listrik total nol
- Karena ditanahkan, daerah 4 medan listriknya juga nol

$$\vec{E}_3 = \vec{E} + \vec{E}' = 0$$

$$\sigma' = -\sigma$$