

# Hukum Coulomb dan Intensitas Medan Listrik

**Dr. Ramadoni Syahputra**

**Jurusan Teknik Elektro FT UMY**

# Hukum Coulomb

*Coulomb menyatakan bahwa gaya antara dua benda yang sangat kecil dalam ruang hampa yang terpisah pada jarak yang besar dibandingkan dengan ukurannya berbanding lurus dengan muatan masing-masing benda tersebut dan berbanding terbalik dengan jarak kuadrat.*

## Hukum Coulomb

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{R^2}$$

newton

dengan,

$Q_1$  dan  $Q$  : magnitudo muatan titik, dalam coulomb

$R$  : jarak, dalam meter, dan

$k$  : konstanta proporsionalitas.

## Hukum Coulomb

Konstanta k adalah

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

Permitivitas ruang hampa udara disimbolkan dengan  $\epsilon_0$  dan mempunyai besaran

$$\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} = \frac{1}{36\pi} 10^{-9} \text{ F/m}$$

Hukum Coulomb kini

$$\mathbf{F}_2 = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_{12}^2} \mathbf{a}_{12}$$

## Hukum Coulomb

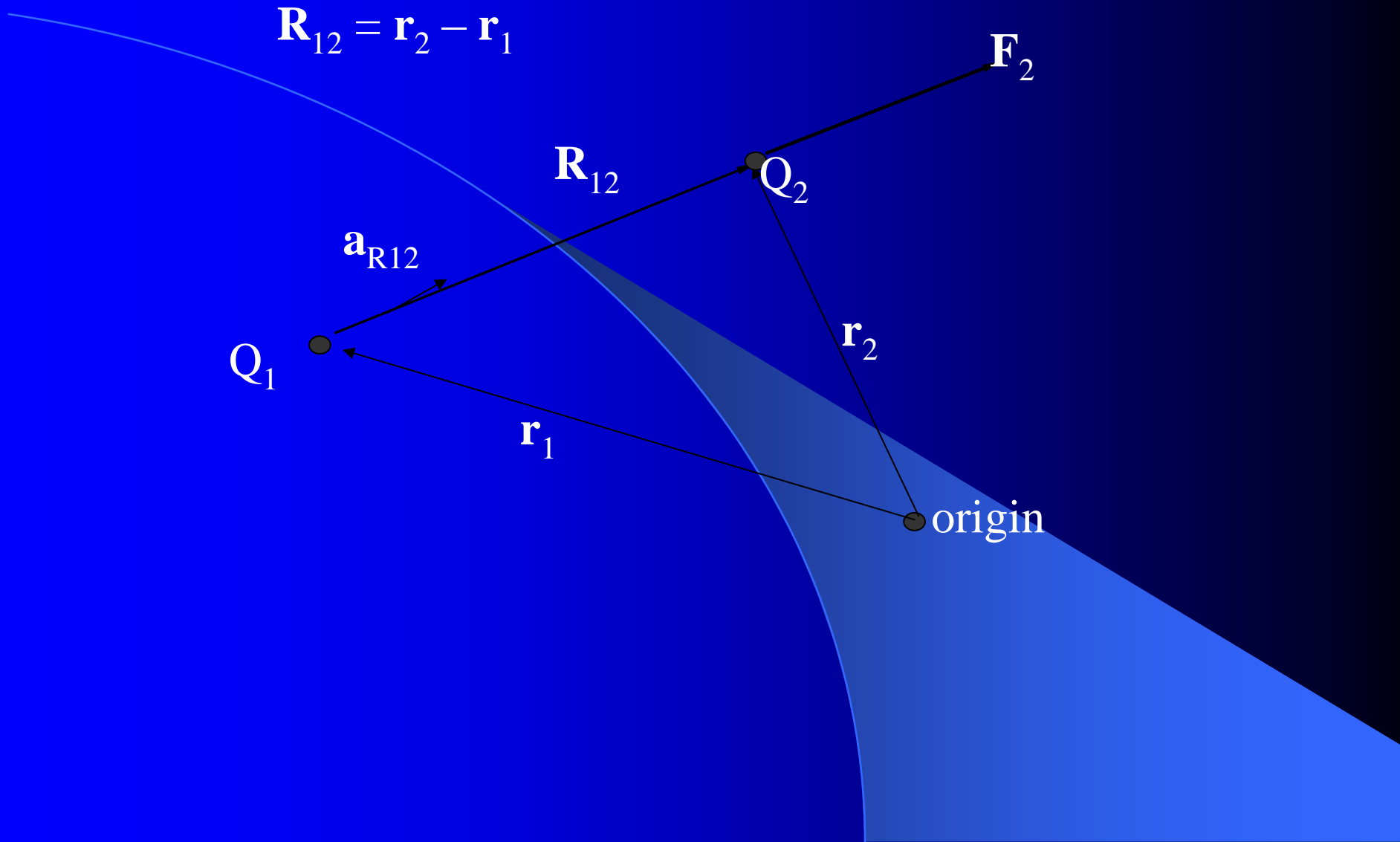
Misalkan vektor  $\mathbf{R}_{12}$  merepresentasikan segmen garis dari  $Q_1$  ke  $Q_2$  dan  $\mathbf{F}_2$  memberikan gaya pada  $Q_2$ . Maka

$$\mathbf{F}_2 = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_{12}^2} \mathbf{a}_{12}$$

dengan  $\mathbf{a}_{12}$  = vektor satuan dalam arah  $\mathbf{R}_{12}$ ,  
atau

$$\mathbf{a}_{12} = \frac{\mathbf{R}_{12}}{|\mathbf{R}_{12}|} = \frac{\mathbf{R}_{12}}{R_{12}} = \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|}$$

# Hukum Coulomb



Gaya yang dinyatakan dalam hukum Coulomb merupakan gaya timbal balik karena masing-masing muatan tersebut mengalami gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2 = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_{12}^2} \mathbf{a}_{21} = -\frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_{12}^2} \mathbf{a}_{12}$$

# INTENSITAS MEDAN LISTRIK

Jika kita meninjau suatu muatan dalam kedudukan tetap, misalnya  $Q_1$ , dan menggerakkan muatan kedua lambat mengelilinginya, kita akan mendapatkan bahwa dimanapun muatan kedua ini ditempatkan selalu ada gaya yang bertumpu pada muatan tersebut; dengan kata lain muatan kedua ini menunjukkan adanya medan gaya. Jika muatan kedua adalah  $Q_t$ , gaya yang bertumpu padanya dapat dinyatakan dengan hukum Coulomb:

$$\mathbf{F}_t = \frac{Q_1 Q_t}{4\pi\epsilon_0 R_{1t}^2} \mathbf{a}_{1t}$$



Bila kita tulis gaya yang bertumpu pada satu satuan muatan adalah,

$$\frac{\mathbf{F}_t}{Q_t} = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_{1t}^2} \mathbf{a}_{1t}$$

Dengan menggunakan simbol  $\mathbf{E}$  untuk intensitas medan listrik

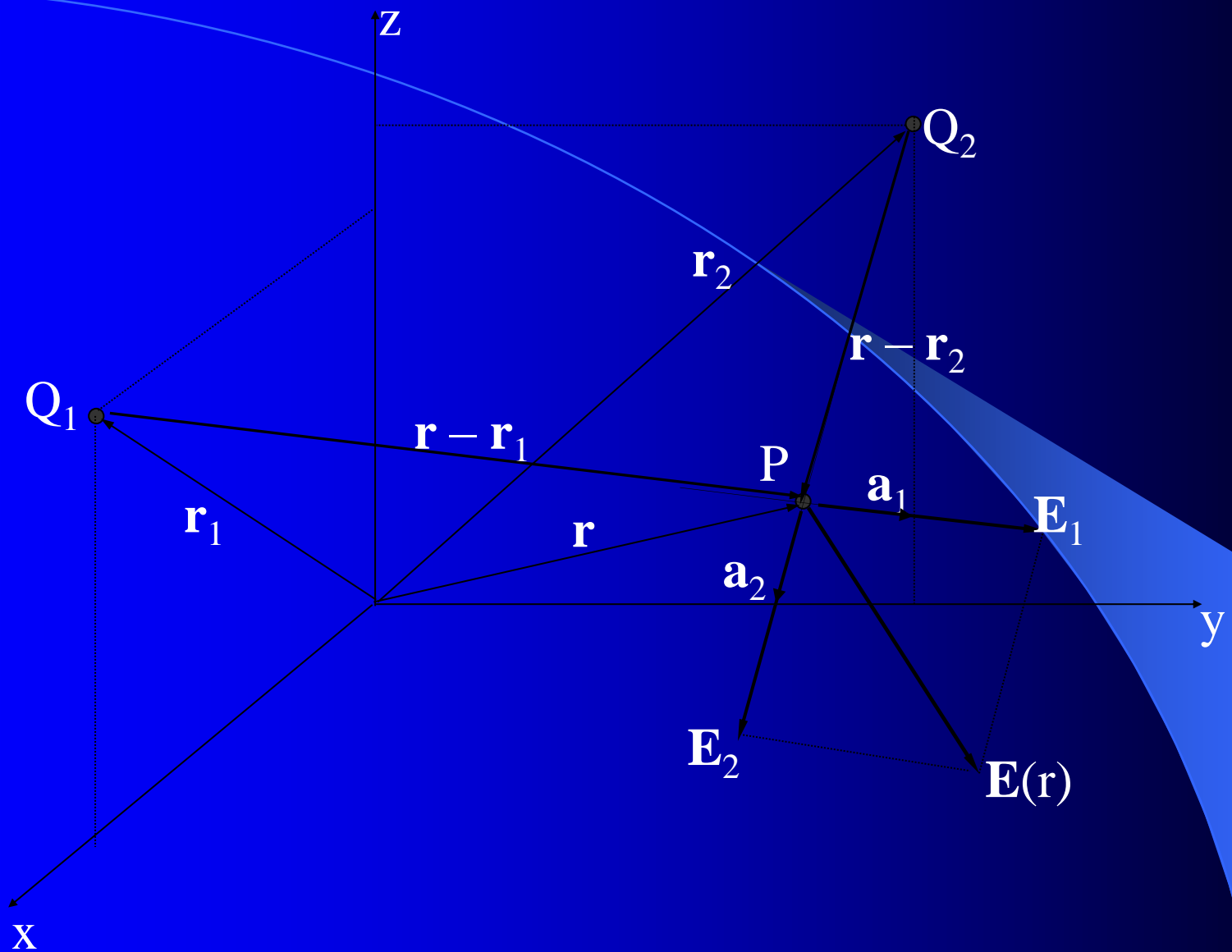
$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}_t}{Q_t}$$

$$\mathbf{E} = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_{1t}^2} \mathbf{a}_{1t}$$

## MEDAN n MUATAN TITIK

Karena gaya Coulomb adalah linear intensitas medan elektrik yang disebabkan oleh dua muatan titik,  $Q_1$  di  $r_1$  dan  $Q_2$  di  $r_2$  adalah jumlah gaya pada muatan  $Q_t$  yang ditimbulkan oleh  $Q_1$  dan  $Q_2$  yang bekerja sendiri-sendiri, atau

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_1|^2} \mathbf{a}_1 + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_2|^2} \mathbf{a}_2$$



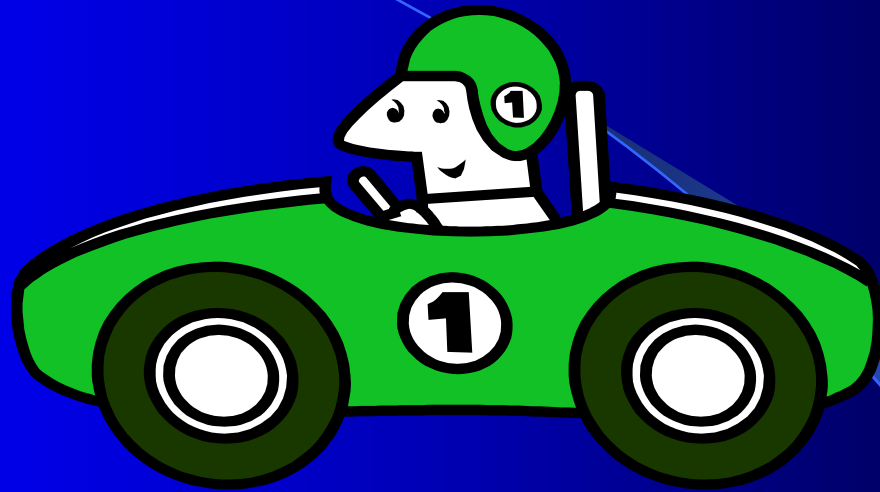
Penjumlahan vektor intensitas medan listrik total pada  $P(1, 2, 3)$  due to  $Q_1$  at  $(2, 0, 5)$  and  $Q_2$  at  $(0, 4, 5)$ .

Jika ditambahkan lebih banyak muatan pada kedudukan lain, medan yang disebabkan oleh n muatan titik adalah

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_1|^2} \mathbf{a}_1 + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_2|^2} \mathbf{a}_2 + \dots + \frac{Q_n}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_n|^2} \mathbf{a}_n$$

atau

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \sum_{m=1}^n \frac{Q_m}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r} - \mathbf{r}_m|^2} \mathbf{a}_m$$



thank's  
thank's