

Solusi Tutorial 4 Fisika Dasar 1A ITB

A. PERTANYAAN

Dibuat oleh: Wawan K

①
$$\text{Impuls} = \underbrace{\int \bar{F} dt}_{\text{luas grafik } \bar{F}-t}$$

a)
$$\begin{aligned} \text{Impuls} &= \text{Luas grafik } F-t \\ &= (2F_0)(6t_0) \end{aligned}$$

$$\boxed{I = 12 F_0 t_0}$$

c)
$$\begin{aligned} \text{Impuls} &= \text{Luas grafik } \bar{F}-t \\ &= \frac{1}{2} (2F_0)(12t_0) \\ I &= 12 F_0 t_0 \end{aligned}$$

b)
$$\begin{aligned} \text{Impuls} &= \text{Luas grafik } \bar{F}-t \\ I &= (4F_0)(3t_0) = 12 F_0 t_0 \end{aligned}$$

jadi, $I_1 = I_2 = I_3 = 12 F_0 t_0 = \text{sama}$

②

kecepatan pusat massa, mengikuti hubungan

$$V_{pmx} = \frac{V_{1x}m_1 + V_{2x}m_2 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}$$

$$V_{pmy} = \frac{V_{1y}m_1 + V_{2y}m_2 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}$$

$$\text{laju pusat massa} = \sqrt{(V_{pmx})^2 + (V_{pmy})^2}$$

2

$$a) \vec{V}_{pmx} = \frac{mV - mV}{3m} = 0$$

$$\vec{V}_{pmy} = \frac{-mV}{3m} = -\frac{1}{3}V$$

$$|\vec{V}_{pm}| = \text{laju pusat massa} = \sqrt{0^2 + (-\frac{1}{3}V)^2} = \frac{1}{3}V$$

$$b) \vec{V}_{pmx} = \frac{mV - mV}{2m} = 0$$

$$\vec{V}_{pmy} = \frac{Vm - Vm}{2m} = 0$$

$$\text{laju pusat massa} = 0$$

$$c) V_{pmx} = \frac{mV - mV}{4m} = 0$$

$$V_{pmy} = \frac{-mV - mV}{4m} = -\frac{1}{2}V$$

$$|\vec{V}_{pm}| = \text{laju pusat massa} = \sqrt{(-\frac{1}{2}V)^2 + 0} = \frac{1}{2}V$$

$$d) V_{pmx} = \frac{Vm + Vm}{4m} = \frac{1}{2}V$$

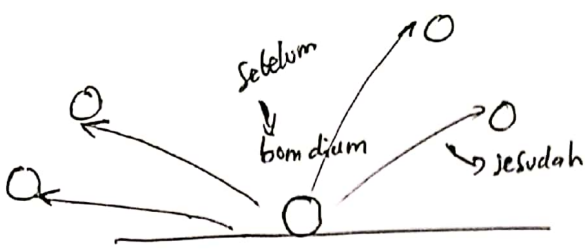
$$V_{pmy} = \frac{-Vm - Vm}{4m} = -\frac{1}{2}V$$

$$\text{laju pusat massa} = \sqrt{(\frac{1}{2}V)^2 + (-\frac{1}{2}V)^2} = \frac{1}{\sqrt{2}}V$$

$$|\vec{V}_{pm}| = 0,7V$$

Jadi, Urutannya d, c, a, b (=0)

③



• Saat sebelum meledak : bom memiliki U_i (energi potensial kimia)

• Saat setelah meledak : bom memiliki $K_f = \frac{1}{2}mv_f^2$ (energi kinetik)

a) $F = \frac{dP}{dt}$ atau $F_{ext} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

• karena tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka $F_{ext} = 0$

Sehingga :

$$0 = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$\Delta P = 0 \rightarrow$ artinya tidak ada perubahan momentum

$$P_f - P_i = 0$$

$P_f = P_i \rightarrow$ momentum awal sebelum ledakan sama dengan momentum akhir setelah ledakan

atau $F_{ext} = \frac{dP}{dt}$

$0 = \frac{dP}{dt} \rightarrow$ turunan P terhadap t adalah nol, berarti $P \rightarrow$ konstan, artinya $P_i = P_f$

jadi, momentum linear dari sistem adalah kekal

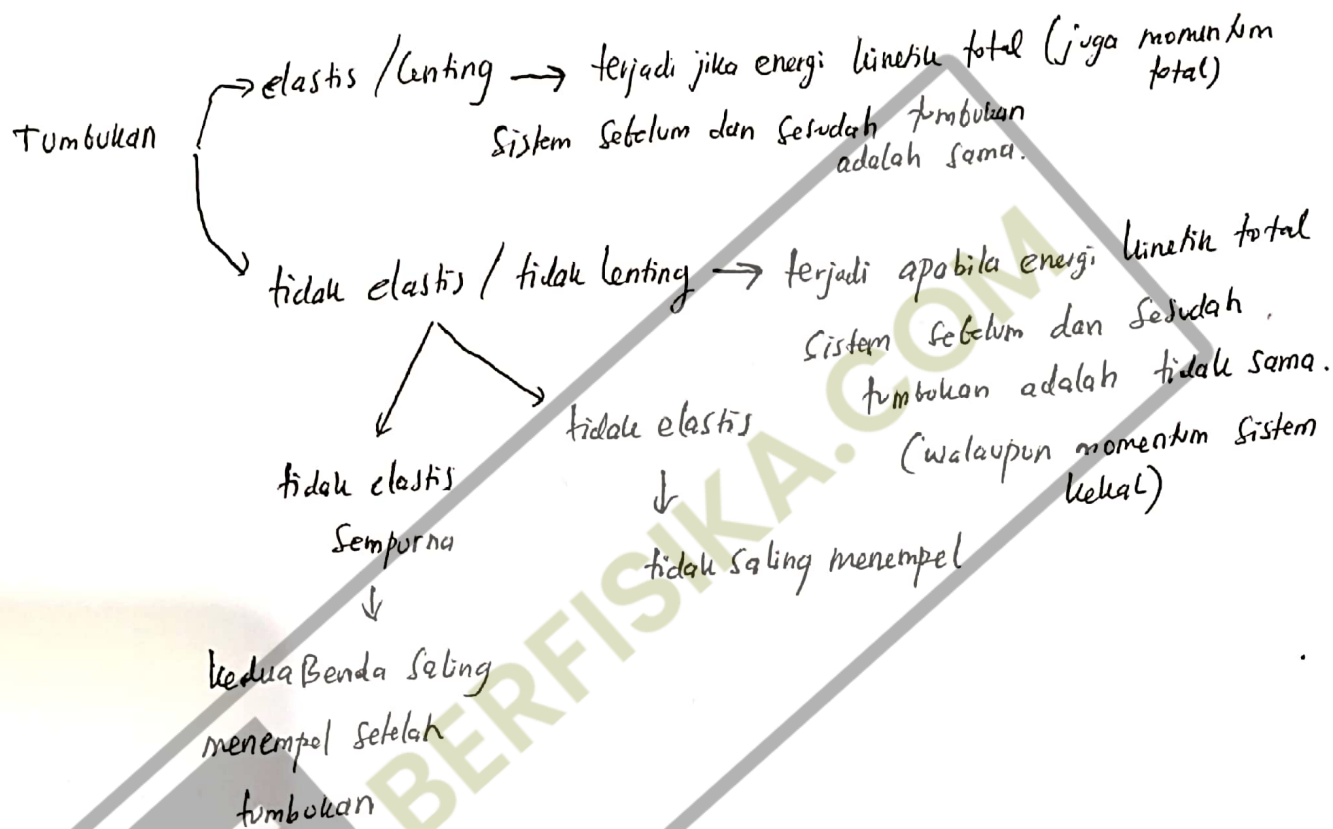
3

b) $K_{\text{sebelum tumbukan}} = 0$

$K_{\text{setelah tumbukan}} = \frac{1}{2}mv^2$

jadi, energi kinetik dari sistem tidak kekal

4



• Pada kasus tumbukan elastis antar dua partikel, $K_i = K_f$
 Namun, untuk tiap partikel energinya dapat sama atau beda (berubah)

• misal (i) $K_1 + 0 = K_1 + K_2$
 ↓
 kasus benda 2 diam

(iii) $K_1 + K_2 = K'_1 + K'_2$
 ↓ ↓
 sama sama

(ii) $K_1 + K_2 = K'_1 + K'_2$
 ↓ ↓ ↓ ↓
 beda beda beda beda
 Sama sama

- ⑤ karena bola menggelinding turun pada sebuah bidang miring, Bumi menerima sebuah impuls yang sama besar dan arahnya berlawanan seperti dari bola. Jika kita tinjau sistem bumi-bola, kekalnya momentum tidak dilanggar.

$$\begin{array}{l} \vec{F}_{\text{ex}} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \rightarrow \Delta \vec{P} = 0 \\ \downarrow \\ 0 \end{array}$$

gaya yang bekerja pada bumi-bola adalah

F_{internal} , gaya gravitasi



B SoAL

- ① Arah gerakan awal adalah $x+$.

Besar dari gaya rata-rata $F_{avg} = \frac{J}{\Delta t} = \frac{32,4 \text{ N.s}}{2,70 \times 10^{-2} \text{ s}} = 1,20 \times 10^3 \text{ N}$

Gaya berada dalam arah negatif. Dengan menggunakan teorema impuls-momentum,

maka: $-F_{avg} \Delta t = J = \Delta P = m(v_f - v_i) \dots\dots (1)$

- a) Dari pers(1) kita peroleh:

$$v_f = \frac{mv_i - F_{avg} \Delta t}{m}$$

$$v_f = \frac{(0,40)(14) - (1200)(27 \times 10^{-3})}{0,40} = -67 \text{ m/s}$$

kelajuan akhir dari bola adalah $|v_f| = 67 \text{ m/s}$

- b) tanda negatif v_f menyatakan bahwa arahnya pada $x_{negatif}$ (berlawanan dengan arah awal perjalanan)

- c) Dari no (a) kita dapatkan $F_{avg} = 1,20 \times 10^3 \text{ N}$

- d) Arah ^{impuls} pada bola adalah $x-$. ($x_{negatif}$) sama seperti gaya yg diterapkan.

Dalam notasi Vektor. $\vec{F}_{avg} \Delta t = \Delta \vec{p} = m(\vec{v}_f - \vec{v}_i)$ yg memberikan

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \frac{\vec{J}}{m} = \vec{v}_i + \frac{\vec{F}_{avg} \Delta t}{m}$$

① d) karena \vec{J} atau \vec{F}_{avg} dalam arah berlawanan \vec{v}_i , ^{maka} kecepatan bola menurun
bola pertama bergerak ke arah $+x$, kemudian bergerak melambat dan berhenti
kemudian di terapkan gaya yg berlawanan dengan arah perjalanan.

② ② ambil sumbu (x) menuju pitcher (pemukul),
Impuls dalam arah $\rightarrow I_x = \Delta P_x$

a) $P_{ix} + I_x = P_{fx}$

$$(0,2)(15)(-\cos 45^\circ) + I_x = (0,2)(40) \cos 30^\circ$$

$$I_x = 9,05 \text{ N.s } \hat{i}$$

③ Impuls dalam arah y : $\rightarrow I_y = \Delta P_y$

$$P_{iy} + I_y = P_{fy}$$

$$(0,2)(15)(-\sin 45^\circ) + I_y = (0,2)(40) \sin 30^\circ$$

$$I_y = 6,12 \text{ N.s } \hat{j}$$

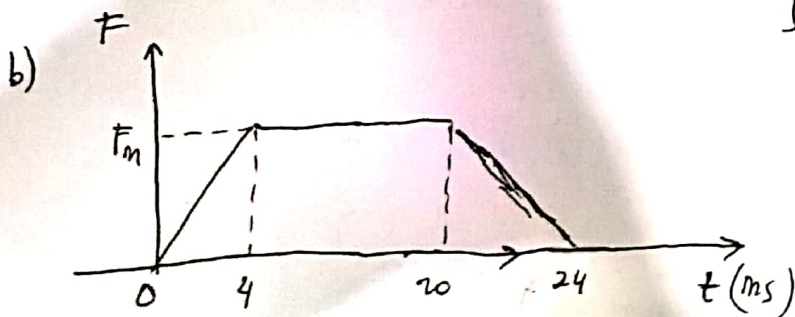
jadi $\vec{I} = I_x \hat{i} + I_y \hat{j}$

$$\vec{I} = 9,05 \text{ N.s } \hat{i} + 6,12 \text{ N.s } \hat{j}$$

$$I = \int F dt$$

= luas grafik

$$= L I (0-4) + L II (4-20) + L III (20-24)$$



② b)
$$I = \frac{1}{2} (0 + F_m)(4 \text{ ms}) + F_m(20 \text{ ms}) + \frac{1}{2} F_m(4 \text{ ms})$$

$$F_m \times 240 \times 10^{-3} \text{ s} = (9,05 \hat{i} + 6,12 \hat{j}) \text{ N.s}$$

$$\vec{F}_m = (377 \hat{i} + 255 \hat{j}) \text{ N}$$

③ a) Perubahan energi kinetik nya.

$$\Delta K = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$\Delta K = \frac{1}{2} (2100) \left[(51 \text{ km/h})^2 - (41 \text{ km/h})^2 \right]$$

$$\Delta K = 9,66 \times 10^4 \text{ kg} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)^2 \left(\left(10^3 \frac{\text{m}}{\text{km}} \right) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) \right)$$

$$\Delta K = 7,5 \times 10^4 \text{ J}$$

b) Besar perubahan kecepatannya.

$$|\Delta \vec{v}| = \sqrt{(-v_i)^2 + (v_f)^2} = \sqrt{(-41 \text{ km/h})^2 + (51 \text{ km/h})^2}$$

$$= 65,4 \text{ km/h}$$

Jadi, besar perubahan momentum adalah :

$$|\Delta \vec{p}| = m |\Delta \vec{v}| = 2100 (65,4) \frac{\text{km}}{\text{h}} \left(\frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s/h}} \right)$$

$$|\Delta \vec{p}| = 3,8 \times 10^4 \text{ kg m/s}$$

c) Vektor $\Delta \vec{p}$ mengarah pada θ selatan dari timur, dengan

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v_i}{v_f} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{41 \text{ km/h}}{51 \text{ km/h}} \right) = 39^\circ //$$

④ kecepatan awal dan akhir bola, dapat kita tulis.

$$\vec{V}_i = V \cos \theta \hat{i} - V \sin \theta \hat{j} = 5,2 \hat{i} - 3 \hat{j} \text{ m/s}$$

$$\vec{V}_f = V \cos \theta \hat{i} + V \sin \theta \hat{j} = 5,2 \hat{i} + 3 \hat{j} \text{ m/s}$$

a) dengan $m = 0,3 \text{ kg}$, maka:

$$\vec{J} = m\vec{V}_f - m\vec{V}_i = [0,3(5,2\hat{i} + 3\hat{j})] - [(0,3)(5,2\hat{i} - 3\hat{j})]$$

$$\vec{J} = 2(0,3 \text{ kg})(3 \text{ m/s } \hat{j}) = 1,8 \text{ N}\cdot\text{s } \hat{j}$$

b) gaya pada bola oleh dinding adalah

$$\vec{F} = \frac{\vec{J}}{\Delta t} = \left(\frac{1,8}{0,010}\right) \hat{j} = 180 \text{ N } \hat{j}$$

Menurut hukum Newton ketiga, gaya pada dinding oleh bola adalah $-180 \text{ N } \hat{j}$ dengan besarnya 180 N dengan arah menuju dinding atau ke bawah.

⑤ a) kekal momentum dari sistem dua-bola, adalah:

$$P_i = P_f$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$(0,2)(1,5) + 0,3(-0,4) = 0,2 v_{1f} + 0,3 v_{2f} \quad (1)$$

karena tumbukan elastis, maka.

$$e = 1, \quad e = \frac{-(v_{1f}' - v_{2f}')}{v_{1i} - v_{2i}} \rightarrow 1 = \frac{-(v_{1f}' - v_{2f}')}{v_{1i} - v_{2i}}$$

$$5) a) \quad 1 = \frac{-(V_{1f} - V_{2f})}{V_{1i} - V_{2i}}$$

$$V_{1i} - V_{2i} = -(V_{1f} - V_{2f})$$

$$V_{2f} - V_{1f} = V_{1i} - V_{2i}$$

$$V_{2f} - V_{1f} = 1,5 - (-0,4)$$

$$V_{2f} = 1,9 + V_{1f} \dots (2)$$

pers (2), kita substitusikan ke pers (1), sehingga:

$$0,3 - 0,12 = 0,2V_{1f} + 0,3(1,9 + V_{1f}) \rightarrow V_{1f} = -0,780$$

sehingga $\vec{V}_{1f} = -0,780 \hat{i} \text{ m/s}$

maka: $\vec{V}_{2f} = 1,9 + (-0,780) = 1,12 \hat{i} \text{ m/s}$

b) Sebelum tumbukan,

$$\vec{V}_{pm} = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{0,2(1,5) \hat{i} + (0,3)(-0,4) \hat{i}}{0,5}$$

$$\vec{V}_{pm} = 0,360 \text{ m/s } \hat{i}$$

Setelah tumbukan, pusat massa bergerak dengan kecepatan sama. Karena momentum sistem adalah kekal.

⑥ a) Momentum awal dari sistem adalah nol, yang berarti konstan selama pergerakan.

Ketika m_1 meninggalkan pasak, kita mempunyai,

$$P_i = 0$$

$$m_1 V_{\text{balok}} + m_2 V_{\text{pasak}} = 0$$

$$(0,5)(4) + (3) V_{\text{pasak}} = 0$$

$$V_{\text{pasak}} = -0,667 \text{ m/s}$$

b) Dengan menggunakan konservasi energi sistem bumi - balok pasak, karena balok turun tanpa gesekan, maka

$$EM_i = EM_f$$

$$[K_{\text{balok}} + U_{\text{sistem}}]_i + [K_{\text{pasak}}]_i = [K_{\text{balok}} + U_{\text{sistem}}]_f + [K_{\text{pasak}}]_f$$

$$[0 + m_1 gh] + 0 = \left[\frac{1}{2} m_1 (4)^2 + 0 \right] + \frac{1}{2} m_2 (-0,667)^2$$

$$h = 0,952 \text{ m} //$$

7

kekalan momentum

$$P_i = P_f$$

$$m_1 v_1 + 0 = (m_1 + m_2) V$$

$$2(4) = 3\vec{V}$$

$$\vec{V} = 2,7 \text{ m/s}$$

Dengan menerapkan kekekalan energi mekanik,

$$EM_i = EM_f$$

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$\frac{1}{2}(3)(2,7)^2 = 0 + \frac{1}{2}(200)x_m^2$$

$$x_m = 0,33 \text{ m}$$

8

Dengan menerapkan kekekalan energi mekanik,

$$EM_i = EM_f$$

$$K_i + U_i = U_f + K_f$$

$$0 + mgh = 0 + \frac{1}{2}m_1 v^2$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9,8)(0,70)} = 3,7 \text{ m/s}$$

a) Dengan menerapkan persamaan tumbukan elastis,

lihat haliday chapter 9, persamaan 9-67 : $V_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} V_i$

8

$$a) \quad V_{if} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} V = \frac{0,5 - 2,5}{0,5 + 2,5} (3,7) = -2,47 \text{ m/s}$$

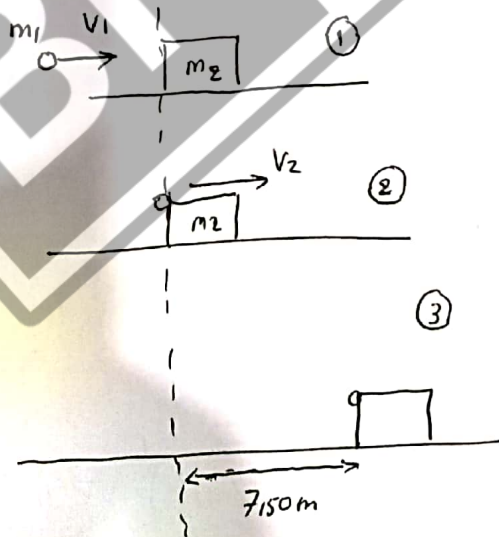
Jadi, kelajuan bola akhir adalah $2,47 \text{ m/s}$

b) Dengan menggunakan persamaan 9-68 (lihat haliday bab 9)

$$\begin{aligned} V_{2f} &= \frac{2m_1}{m_1 + m_2} V_i = \\ &= \frac{2m_1}{m_1 + m} V \\ &= \frac{2(0,5)}{0,5 + 2,5} (3,7) \end{aligned}$$

$$V_{2f} = 1,23 \text{ m/s}$$

9



Momentum tanah liat-balok kekal.

$$mv_1 = (m_1 + m_2)v_2$$

Setelah tumbukan kedua benda (tanah-liat-balok) bergerak bersama melewati lintasan kasar sejauh $d = 7,5 \text{ m}$,

dengan menerapkan konservasi energi,

$$F_{\text{ext}} = \Delta EM + W_{\text{gesek}}$$

$$0 = EM_f - EM_i + f_k \cdot d$$

(9)

$$0 = EM_f - EM_i + f_k \cdot d$$

$$EM_i = EM_f + \mu_k mgd$$

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)V_2^2 = 0 + \mu_k(m_1 + m_2)gd$$

$$\frac{1}{2}(0,112)V_2^2 = 0,650(0,112)(9,8)(7,5)$$

$$V_2^2 = 95,6$$

$$V_2 = 9,77 \text{ m/s}$$

maka :

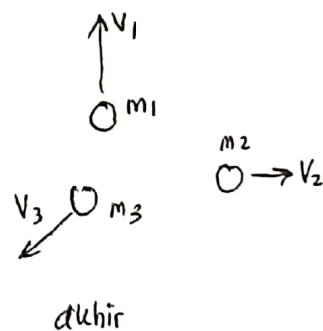
$$mV_1 = (m_1 + m_2)V_2$$

$$(12 \times 10^{-3})V_1 = (0,112)9,77$$

$$V_1 = 91,2 \text{ m/s}$$

(10)

○
awal



a) Momentum sistem adalah kekal.

$$P_i = P_f$$

$$0 = m_1V_1 + m_2V_2 + m_3V_3$$

$$m_0 = 17 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_1 = 5 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_2 = 8,4 \times 10^{-27}$$

$$m_3 = m_0 - (m_1 + m_2)$$

$$= 17 \times 10^{-27} - 5 \times 10^{-27} - 8,4 \times 10^{-27}$$

$$m_3 = 3,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

(10)

a)

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3 = 0$$

$$(5 \times 10^{-27})(6 \times 10^6 \hat{j}) + (8,4 \times 10^{-27})(4 \times 10^6 \hat{i}) + (3,6 \times 10^{-27}) v_3 = 0$$

$$\vec{v}_3 = (-9,33 \times 10^6 \hat{i} - 8,33 \times 10^6 \hat{j}) \text{ m/s}$$

b)

$$E = K_1 + K_2 + K_3$$

$$= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_3 v_3^2$$

$$= \frac{1}{2} (5 \times 10^{-27})(6 \times 10^6)^2 + \frac{1}{2} (8,4 \times 10^{-27})(4 \times 10^6)^2 + \frac{1}{2} (3,6 \times 10^{-27})(12,5 \times 10^6)^2$$

$$E = 4,39 \times 10^{-13} \text{ J}$$

Selamat Belajar



Nawan K

Koordinator mesc