

# Soal Kinematika dari Irodov

Z. Nayaka Athadiansyah

23 Februari 2022

Soal-soal berikut diterjemahkan dan disadur dari buku *Problems in General Physics* (1981), tepatnya bab Kinematika (1.1), yang ditulis oleh Igor Irodov. Tiap soal diberikan penuntun yang dicetak terbalik dengan warna abu-abu. Akan ada pembahasan untuk tiap soal di bagian akhir. Sebagai rekomendasi, Anda juga bisa berlatih dari [soal-soal kinematika oleh Jaan Kalda](#). Selamat berlatih.

**Soal 1.** Sebuah perahu motor yang berlayar turun ke hilir berpapasan dengan sebuah rakit di titik A. Sejam kemudian, perahu motor berbalik arah dan beberapa saat kemudian berpapasan kembali dengan rakit pada jarak  $\ell = 6,0$  km dari titik A. Tentukan besar kecepatan arus sungai dengan asumsi bahwa kecepatan perahu motor konstan.

Penuntun: Gunakan konsep gerak relatif. Kecepatan perahu motor ketika menuruni sungai akan berbeda dengan kecepatan ketika menaiki sungai.

**Soal 2.** Sebuah partikel menempuh setengah dari *jarak* perjalanannya dengan kecepatan  $v_0$ . Jarak yang tersisa ditempuh dengan kecepatan  $v_1$  untuk paruh *waktu* pertama dan kecepatan  $v_2$  untuk paruh *waktu* kedua.<sup>1</sup> Hitung kecepatan rata-rata dari partikel tersebut sepanjang gerakannya.

Penuntun: Gunakan grafik  $v-t$  untuk mempermudah analisis.

**Soal 3.** Sebuah mobil bergerak lurus dari keadaan diam, mula-mula dengan percepatan  $a = 5,0$  m/s<sup>2</sup>, lalu bergerak secara seragam<sup>2</sup>, lalu mengalami perlambatan sebesar  $a$  hingga berhenti. Waktu total pergerakan mobil adalah  $t = 25$  detik. Kecepatan rata-rata sepanjang selang waktu tersebut adalah  $v = 72$  km/jam. Berapa lama mobil tersebut bergerak secara seragam?

Penuntun: Gunakan grafik  $v-t$  untuk mempermudah analisis.

**Soal 4.** Sebuah partikel bergerak lurus. Gambar 1 menunjukkan jarak  $s$  yang ditempuh oleh partikel tersebut sebagai fungsi waktu  $t$ . Dari grafik ini, tentukan:

- (a) kecepatan rata-rata partikel sepanjang gerakannya;
- (b) kecepatan maksimumnya;
- (c) waktu  $t_0$  di mana kecepatan sesaatnya sama dengan kecepatan rata-rata dari  $t_0$  detik pertama.

Penuntun: Kecepatan pada waktu tertentu sama dengan gradien garis singgung dari grafik  $s-t$  pada waktu itu.

**Soal 5.** Dua partikel, 1 dan 2, bergerak dengan kecepatan konstan  $v_1$  dan  $v_2$ . Mula-mula, vektor posisi keduanya adalah  $\mathbf{r}_1$  dan  $\mathbf{r}_2$ . Bagaimana hubungan keempat vektor ini supaya kedua partikel bertumbukan?

Penuntun: Gambarkan keempat vektor tersebut dalam bidang koordinat Kartesius—Anda bebas memilih arah dan besarnya. Anggaplah kedua partikel bertumbukan pada waktu  $t$ . Ketika kedua partikel bertumbukan, posisi kedua partikel bertimpit. "Hubungan" yang dimaksud bisa berupa suatu persamaan.

**Soal 6.** Sebuah kapal bergerak sepanjang garis khatulistiwa (ekuator) menuju timur dengan kecepatan  $v_0 = 30$  km/jam. Angin dari sekitar arah tenggara bertiup membentuk sudut  $\varphi = 60^\circ$  terhadap ekuator dengan kecepatan  $v = 15$  km/jam. Tentukan kecepatan angin  $v'$  relatif terhadap kapal dan sudut  $\varphi'$  antara ekuator dengan kecepatan angin dengan kerangka acuan tetap pada kapal.

<sup>1</sup>Dari KBBI: 'separuh' = 'setengah', 'seperdua'. Dalam konteks ini, misalkan jarak yang tersisa ditempuh dalam waktu  $t$ , maka durasi tiap paruh waktu adalah  $t/2$ .

<sup>2</sup>Dalam konteks ini, "bergerak secara seragam" artinya "bergerak dengan kecepatan yang seragam". Dengan demikian, kecepatannya konstan.

Penuntun: Gambarkan vektor-vektor kecepatannya. Gunakan konsep kecepatan relatif untuk vektor.

**Soal 7.** Dua orang perenang berenang dari titik  $A$  pada bantaran sungai menuju titik  $B$  yang terletak tepat di seberang bantaran lainnya. Salah satu diantaranya berenang pada garis lurus  $AB$  sedangkan yang lain mengarahkan kecepatannya tegak lurus arus sungai lalu menempuh jarak yang tersisa dengan berjalan kaki menuju titik  $B$ . Berapa besar kecepatan perenang,  $u$ , ketika berjalan jika ternyata kedua perenang mencapai tujuan secara bersamaan? Kecepatan arus sungai  $v_0 = 2$  km/jam dan kecepatan kedua perenang relatif terhadap sungai adalah  $v' = 2,5$  km/jam.

Penuntun: Karena titik  $B$  berada "tepat di seberang bantaran lainnya", maka ruas garis  $AB$  tegak lurus dengan sungai. Supaya perenang pertama bisa berenang pada garis ini, harus diarahkan kemanaakah kecepatannya? Pertimbangkan efek dari arus sungai.

**Soal 8.** Di tengah-tengah sungai, dua kapal  $A$  dan  $B$  bergerak pada lintasan yang saling tegak lurus: kapal  $A$  searah arus sungai dan kapal  $B$  tegak lurus arus sungai. Tepat setelah keduanya menempuh jarak yang sama, kedua kapal bergerak kembali ke posisi awalnya. Tentukan perbandingan waktu gerakan kedua kapal tersebut,  $\tau_A/\tau_B$ , jika kecepatan tiap kapal relatif terhadap air adalah  $\eta = 1,2$  kali kecepatan arus.

**Soal 9.** Sebuah kapal bergerak relatif terhadap air dengan kecepatan  $n = 2,0$  kali lipat lebih cepat dari kecepatan arus sungai. Terhadap arah arus sungai, tentukan pada sudut berapa kapal harus diarahkan agar pengaruh arus sungai dapat diminimalisir sebisa mungkin.

**Soal 10.** Dua benda dilempar secara bersamaan dari titik yang sama: salah satunya dilempar tegak ke atas, yang lainnya dilempar dengan sudut  $\theta = 60^\circ$  terhadap sumbu horizontal. Kecepatan awal tiap benda adalah  $v_0 = 25$  m/s. Dengan mengabaikan gesekan udara, tentukan jarak kedua benda setelah  $t = 1,70$  detik.

**Soal 11.** Dua partikel bergerak dalam suatu medan gravitasi seragam dengan percepatan  $g$ . Mula-mula kedua partikel berada pada satu titik dan bergerak dengan kecepatan  $v_1 = 3,0$  m/s dan  $v_2 = 4,0$  m/s secara horizontal dalam arah yang berlawanan. Hitung jarak antara kedua partikel ketika vektor kecepatan keduanya saling tegak lurus.

**Soal 12.** Tiga partikel terletak pada titik sudut sebuah segitiga sama sisi dengan panjang sisi  $a$ . Ketiga partikel ini bergerak secara bersamaan dengan kecepatan konstan  $v$ . Partikel pertama bergerak menuju partikel kedua, partikel kedua menuju partikel ketiga, dan partikel ketiga menuju partikel pertama. Kapan ketiga partikel ini bertemu?

**Soal 13.** Titik  $A$  bergerak secara seragam dengan kecepatan  $v$  sedemikian sehingga vektor  $v$  selalu mengarah kepada titik  $B$  yang bergerak lurus secara seragam dengan kecepatan  $u < v$ . Mulanya  $v \perp u$  dan kedua titik terpisah oleh jarak  $\ell$ . Kapan kedua titik ini bertemu?

**Soal 14.** Kereta dengan panjang  $\ell = 350$  m mulai bergerak dengan percepatan konstan  $a = 3,0 \cdot 10^{-2}$  m/s<sup>2</sup>.  $t = 30$  detik kemudian, lampu di ujung depan lokomotif dinyalakan (peristiwa 1) lalu  $t = 60$  detik setelahnya lampu di ujung belakang kereta dinyalakan (peristiwa 2). Hitung jarak antara kedua peristiwa tersebut dengan kerangka acuan kereta maupun bumi. Untuk sebuah kerangka acuan  $K$  tertentu, bagaimana dan dengan kecepatan  $v$  konstan relatif terhadap bumi berapakah  $K$  harus bergerak supaya kedua peristiwa terjadi pada titik yang sama?

**Soal 15.** Sebuah elevator dengan tinggi 2,7 m mulai bergerak ke atas dengan percepatan konstan 1,2 m/s<sup>2</sup>. 2,0 detik kemudian, sebuah baut jatuh dari langit-langitnya. Tentukan:

- (a) berapa lama baut jatuh bebas;
- (b) perpindahan dan jarak yang ditempuh baut selama jatuh bebas relatif terhadap acuan tanah.

**Soal 16.** Dua partikel, 1 dan 2, masing-masing bergerak dengan kecepatan konstan  $v_1$  dan  $v_2$  sepanjang sepasang garis lurus yang saling tegak lurus menuju titik potongnya,  $O$ . Ketika  $t = 0$ , masing-masing partikel berjarak  $\ell_1$  dan  $\ell_2$  dari titik  $O$ . Kapan jarak antara kedua partikel menjadi minimum? Berapa jaraknya?

**Soal 17.** Dengan mengendarai mobil, kita bergegas dari titik  $A$  pada sebuah jalan raya (Gambar) menuju titik  $B$  yang terletak di sebuah lapangan pada jarak  $\ell$  dari jalan raya. Diketahui mobil bergerak di lapangan  $\eta$  kali lipat lebih lambat daripada di jalan raya. Pada jarak  $d$  berapakah kita harus berbelok meninggalkan jalan raya dan melewati lapangan?

**Soal 18.** Sebuah titik bergerak pada sumbu- $x$  dengan kecepatan  $v_x$  yang digambarkan sebagai fungsi waktu seperti yang digambarkan pada Gambar.

Mengasumsikan koordinat titik tersebut adalah  $x = 0$  pada saat  $t = 0$ , gambarkan taksiran grafik yang menggambarkan kebergantungan percepatan  $w_x$ , koordinat  $x$ , dan jarak  $s$  terhadap waktu.

**Soal 19.** Sebuah titik melintasi setengah lingkaran berjari-jari  $R = 160$  cm selama  $\tau = 10,0$  detik. Hitunglah besaran berikut, yang dirata-rata sepanjang selang waktu tersebut:

- (a) kelajuan rata-rata  $\bar{v}$ ;
- (b) besar kecepatan rata-rata  $|\bar{v}|$ ;
- (c) besar percepatan rata-rata  $|\bar{w}|$ .

**Soal 20.** Vektor posisi suatu partikel bervariasi terhadap waktu, dinyatakan dengan

$$\mathbf{r} = \mathbf{a}t(1 - \alpha t)$$

di mana  $\mathbf{a}$  adalah vektor yang konstan dan  $\alpha$  adalah suatu bilangan positif. Tentukan:

- (a) kecepatan  $\mathbf{v}$  dan percepatan  $\mathbf{w}$ ;
- (b) selang waktu  $\Delta t$  yang diperlukan partikel untuk kembali ke posisi awal;
- (c) jarak  $s$  yang ditempuh pada selang waktu tersebut.