# JAWAPAN

## BAB 2 FUNGSI KUADRATIK

**Inkuiri 1** **(Halaman 36)**

4. Koordinat-$x$ bagi titik $A$ dan $B$ ialah penyelesaian bagi persamaan $y = 3x^2 + 11x - 4$ apabila $y = 0$. Koordinat-$x$ ini disebut sebagai punca-punca bagi persamaan kuadratik $3x^2 + 11x - 4 = 0$.

**Cabar Minda** **(Halaman 38)**

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x^2 + \frac{b}{a}x = -\frac{c}{a}$$

Bahagikan kedua-dua belah persamaan dengan $a$

$$x^2 + \frac{b}{a}x + \left(\frac{b}{2a}\right)^2 = -\frac{c}{a} + \left(\frac{b}{2a}\right)^2$$

Tambah kedua-dua belah persamaan dengan $\left(\frac{\text{pekali } x}{2}\right)^2$

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 = \frac{-4ac + b^2}{4a^2}$$

$$x + \frac{b}{2a} = \frac{\pm\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{atau} \quad x = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Secara amnya, rumus bagi penyelesaian suatu persamaan kuadratik ialah

$$\boxed{x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}}$$

**Latih Diri 2.1** **(Halaman 38)**

1. (a)
$$\begin{aligned}
x^2 + 4x - 9 &= 0\\
x^2 + 4x &= 9\\
x^2 + 4x + \left(\frac{4}{2}\right)^2 &= 9 + \left(\frac{4}{2}\right)^2\\
x^2 + 4x + 2^2 &= 9 + 2^2\\
(x + 2)^2 &= 13\\
x + 2 &= \pm\sqrt{13}\\
x &= -\sqrt{13} - 2 \quad \text{atau} \quad x = \sqrt{13} - 2\\
&= -5.606 \qquad\qquad\quad = 1.606
\end{aligned}$$

(b)
$$\begin{aligned}
x^2 - 3x - 5 &= 0\\
x^2 - 3x &= 5\\
x^2 - 3x + \left(\frac{-3}{2}\right)^2 &= 5 + \left(\frac{-3}{2}\right)^2\\
\left(x - \frac{3}{2}\right)^2 &= \frac{29}{4}\\
x - \frac{3}{2} &= \pm\sqrt{\frac{29}{4}}
\end{aligned}$$

$$x = -\sqrt{\frac{29}{4}} + \frac{3}{2} \quad \text{atau} \quad x = \sqrt{\frac{29}{4}} + \frac{3}{2}$$
$$= -1.193 \qquad\qquad = 4.193$$

(c)
$$-x^2 - 6x + 9 = 0$$
$$x^2 + 6x = 9$$
$$x^2 + 6x + \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 9 + \left(\frac{6}{2}\right)^2$$
$$x^2 + 6x + 3^2 = 9 + 3^2$$
$$(x + 3)^2 = 18$$
$$x + 3 = \pm\sqrt{18}$$
$$x = -\sqrt{18} - 3 \quad \text{atau} \quad x = \sqrt{18} - 3$$
$$= -7.243 \qquad\qquad = 1.243$$

(d)
$$2x^2 - 6x + 3 = 0$$
$$2x^2 - 6x = -3$$
$$2(x^2 - 3x) = -3$$
$$x^2 - 3x = -\frac{3}{2}$$
$$x^2 - 3x + \left(\frac{-3}{2}\right)^2 = -\frac{3}{2} + \left(\frac{-3}{2}\right)^2$$
$$\left(x - \frac{3}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}$$
$$x - \frac{3}{2} = \pm\sqrt{\frac{3}{4}}$$
$$x = -\sqrt{\frac{3}{4}} + \frac{3}{2} \quad \text{atau} \quad x = \sqrt{\frac{3}{4}} + \frac{3}{2}$$
$$= 0.634 \qquad\qquad = 2.366$$

(e)
$$4x^2 - 8x + 1 = 0$$
$$4x^2 - 8x = -1$$
$$4(x^2 - 2x) = -1$$
$$x^2 - 2x = -\frac{1}{4}$$
$$x^2 - 2x + \left(\frac{-2}{2}\right)^2 = -\frac{1}{4} + \left(\frac{-2}{2}\right)^2$$
$$(x - 1)^2 = \frac{3}{4}$$
$$x - 1 = \pm\sqrt{\frac{3}{4}}$$
$$x = -\sqrt{\frac{3}{4}} + 1 \quad \text{atau} \quad x = \sqrt{\frac{3}{4}} + 1$$
$$= 0.134 \qquad\qquad = 1.866$$

(f)
$$-2x^2 + 7x + 6 = 0$$
$$2x^2 - 7x = 6$$
$$2\left(x^2 - \frac{7}{2}x\right) = 6$$
$$x^2 - \frac{7}{2}x = 3$$
$$x^2 - \frac{7}{2}x + \left(\frac{-7}{4}\right)^2 = 3 + \left(\frac{-7}{4}\right)^2$$

$$\left(x - \frac{7}{4}\right)^2 = \frac{97}{16}$$

$$x - \frac{7}{4} = \pm\sqrt{\frac{97}{16}}$$

$$x = -\sqrt{\frac{97}{16}} + \frac{7}{4} \quad \text{atau} \quad x = \sqrt{\frac{97}{16}} + \frac{7}{4}$$

$$= -0.712 \qquad\qquad = 4.212$$

**2.** (a) $x^2 - 4x - 7 = 0$ dengan $a = 1$, $b = -4$ dan $c = -7$.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-4) \pm \sqrt{(-4)^2 - 4(1)(-7)}}{2(1)}$$

$$= \frac{4 \pm \sqrt{44}}{2}$$

$$x = \frac{4 - \sqrt{44}}{2} \quad \text{atau} \quad x = \frac{4 + \sqrt{44}}{2}$$

$$= -1.317 \qquad\qquad = 5.317$$

(b) $2x^2 + 2x - 1 = 0$ dengan $a = 2$, $b = 2$ dan $c = -1$.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(2) \pm \sqrt{(2)^2 - 4(2)(-1)}}{2(2)}$$

$$= \frac{-2 \pm \sqrt{12}}{4}$$

$$x = \frac{-2 - \sqrt{12}}{4} \quad \text{atau} \quad x = \frac{-2 + \sqrt{12}}{4}$$

$$= -1.366 \qquad\qquad = 0.366$$

(c) $3x^2 - 8x + 1 = 0$ dengan $a = 3$, $b = -8$ dan $c = 1$.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-8) \pm \sqrt{(-8)^2 - 4(3)(1)}}{2(3)}$$

$$= \frac{8 \pm \sqrt{52}}{6}$$

$$x = \frac{8 - \sqrt{52}}{6} \quad \text{atau} \quad x = \frac{8 + \sqrt{52}}{6}$$

$$= 0.131 \qquad\qquad = 2.535$$

(d) $4x^2 - 3x - 2 = 0$ dengan $a = 4$, $b = -3$ dan $c = -2$.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-3) \pm \sqrt{(-3)^2 - 4(4)(-2)}}{2(4)}$$

$$= \frac{3 \pm \sqrt{41}}{8}$$

$x = \dfrac{3 - \sqrt{41}}{8}$ atau $x = \dfrac{3 + \sqrt{41}}{8}$

$= -0.425$ $\quad\quad$ $= 1.175$

(e) $(x - 1)(x - 3) = 5$

$x^2 - 4x + 3 = 5$

$x^2 - 4x - 2 = 0$ dengan $a = 1$, $b = -4$ dan $c = -2$.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-4) \pm \sqrt{(-4)^2 - 4(1)(-2)}}{2(1)}$$

$$= \frac{4 \pm \sqrt{24}}{2}$$

$x = \dfrac{4 - \sqrt{24}}{2}$ atau $x = \dfrac{4 + \sqrt{24}}{2}$

$= -0.449$ $\quad\quad$ $= 4.449$

(f) $(2x - 3)^2 = 6$

$4x^2 - 12x + 9 = 6$

$4x^2 - 12x + 3 = 0$ dengan $a = 4$, $b = -12$ dan $c = 3$.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

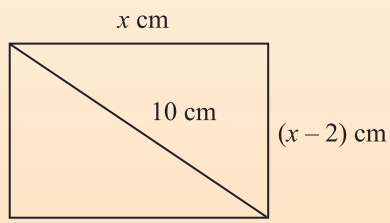
$$x = \frac{-(-12) \pm \sqrt{(-12)^2 - 4(4)(3)}}{2(4)}$$

$$= \frac{12 \pm \sqrt{96}}{8}$$

$x = \dfrac{12 - \sqrt{96}}{8}$ atau $x = \dfrac{12 + \sqrt{96}}{8}$

$= 0.275$ $\quad\quad$ $= 2.725$

**3.** (a) Andaikan $x$ ialah panjang dan $(x - 2)$ ialah lebar.




$x^2 + (x - 2)^2 = 10^2$

$x^2 + x^2 - 4x + 4 = 100$

$2x^2 - 4x - 96 = 0$

$x^2 - 2x - 48 = 0$

$(x - 8)(x + 6) = 0$

$x = 8$ atau $x = -6$ (Abaikan)

Maka, segi empat tepat itu mempunyai panjang 8 cm dan lebar 6 cm.

(b) $2x + 2y = 26$…1

$xy = 40$…2

Daripada 2, $y = \dfrac{40}{x}$…3

Gantikan 3 ke dalam 1.

$2x + 2\left(\dfrac{40}{x}\right) = 26$

$2x^2 + 80 = 26x$

$2x^2 - 26x + 80 = 0$

$x^2 - 13x + 40 = 0$

$(x - 5)(x - 8) = 0$

$x = 5 \quad \text{atau} \quad x = 8$

Gantikan $x = 5$ ke dalam ❸.

$y = \frac{40}{5}$

$= 8$

Gantikan $x = 8$ ke dalam ❸.

$y = \frac{40}{8}$

$= 5$

Maka, ukuran bagi segi empat tepat itu ialah 8 cm × 5 cm.

**4.** $\frac{1}{2} \times [(x + 3) + (3x + 2)] \times (x - 1) = 17$

$(4x + 5) \times (x - 1) = 34$

$4x^2 + x - 5 = 34$

$4x^2 + x - 39 = 0$

$(4x + 13)(x - 3) = 0$

$x = -\frac{13}{4}$ (Abaikan) $\quad$ atau $\quad x = 3$

Maka, nilai $x$ ialah 3.

**Latih Diri 2.2 (Halaman 41)**

**1.** (a) $x^2 - (\alpha + \beta)x + \alpha\beta = 0$

$x^2 - (2 + 6)x + (2)(6) = 0$

$x^2 - 8x + 12 = 0$

(b) $x^2 - (\alpha + \beta)x + \alpha\beta = 0$

$x^2 - (-1 + 4)x + (-1)(4) = 0$

$x^2 - 3x - 4 = 0$

(c) $x^2 - (\alpha + \beta)x + \alpha\beta = 0$

$x^2 - (-4 - 7)x + (-4)(-7) = 0$

$x^2 + 11x + 28 = 0$

(d) $x^2 - (\alpha + \beta)x + \alpha\beta = 0$

$x^2 - \left(\frac{1}{5} - 5\right)x + \left(\frac{1}{5}\right)(-5) = 0$

$x^2 + \frac{24}{5}x - 1 = 0$

$5x^2 + 24x - 5 = 0$

**2.** $\alpha + \beta = -(p - 5)$, $\alpha\beta = 2q$

$-(p - 5) = -3 + 6$

$-p + 5 = 3$

$p = 2$

$2q = (-3)(6)$

$2q = -18$

$q = -9$

**3.** $5x^2 - 10x - 9 = 0$

$x^2 - 2x - \frac{9}{5} = 0$

Jadi, $\alpha + \beta = 2$, $\alpha\beta = -\frac{9}{5}$

(a) $(\alpha + 2) + (\beta + 2) = \alpha + \beta + 4$ , $(\alpha + 2)(\beta + 2) = \alpha\beta + 2\alpha + 2\beta + 4$

$= 2 + 4$ $\quad$ $= \alpha\beta + 2(\alpha + \beta) + 4$

$= 6$ $\quad$ $= -\frac{9}{5} + 2(2) + 4$

$= \frac{31}{5}$

Persamaan kuadratik: $x^2 - 6x + \frac{31}{5} = 0$

$5x^2 - 30x + 31 = 0$

(b) $5\alpha + 5\beta = 5(\alpha + \beta)$ , $(5\alpha)(5\beta) = 25\alpha\beta$

$= 5(2)$ $\quad$ $= 25\left(-\frac{9}{5}\right)$

$= 10$ $\quad$ $= -45$

Persamaan kuadratik: $x^2 - 10x - 45 = 0$

(c) $(\alpha - 1) + (\beta - 1) = \alpha + \beta - 2$ , $(\alpha - 1)(\beta - 1) = \alpha\beta - \alpha - \beta + 1$

$= 2 - 2$ $\quad$ $= \alpha\beta - (\alpha + \beta) + 1$

$= 0$ $\quad$ $= -\frac{9}{5} - 2 + 1$

$= -\frac{14}{5}$

Persamaan kuadratik: $x^2 - 0x - \frac{14}{5} = 0$

$5x^2 - 14 = 0$

(d) $\frac{\alpha}{3} + \frac{\beta}{3} = \frac{\alpha + \beta}{3}$ , $\left(\frac{\alpha}{3}\right)\left(\frac{\beta}{3}\right) = \frac{\alpha\beta}{9}$

$= \frac{2}{3}$ $\quad$ $= \frac{-\frac{9}{5}}{9}$

$= -\frac{1}{5}$

Persamaan kuadratik: $x^2 - \frac{2}{3}x - \frac{1}{5} = 0$

$15x^2 - 10x - 3 = 0$

**4.** $2x^2 + 5x = 1$

$2x^2 + 5x - 1 = 0$

$x^2 + \frac{5}{2}x - \frac{1}{2} = 0$

Jadi, $\alpha + \beta = -\frac{5}{2}$ , $\alpha\beta = -\frac{1}{2}$

(a) $\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = \frac{\alpha + \beta}{\alpha\beta}$ , $\left(\frac{1}{\alpha}\right)\left(\frac{1}{\beta}\right) = \frac{1}{\alpha\beta}$

$= \frac{\left(-\frac{5}{2}\right)}{\left(-\frac{1}{2}\right)}$ $\quad$ $= \frac{1}{\left(-\frac{1}{2}\right)}$

$= 5$ $\quad$ $= -2$

Persamaan kuadratik: $x^2 - 5x - 2 = 0$

(b) $\left(\alpha + \frac{1}{\beta}\right) + \left(\beta + \frac{1}{\alpha}\right) = \alpha + \beta + \frac{\alpha + \beta}{\alpha\beta}$ , $\left(\alpha + \frac{1}{\beta}\right)\left(\beta + \frac{1}{\alpha}\right) = \alpha\beta + 1 + 1 + \frac{1}{\alpha\beta}$

$= -\frac{5}{2} + 5$ , $= -\frac{1}{2} + 1 + 1 - 2$

$= \frac{5}{2}$ , $= -\frac{1}{2}$

Persamaan kuadratik: $x^2 - \frac{5}{2}x - \frac{1}{2} = 0$

$2x^2 - 5x - 1 = 0$

(c) $\alpha^2 + \beta^2 = (\alpha + \beta)^2 - 2\alpha\beta$ , $(\alpha^2)(\beta^2) = (\alpha\beta)^2$

$= \left(-\frac{5}{2}\right)^2 - 2\left(-\frac{1}{2}\right)$ , $= \left(-\frac{1}{2}\right)^2$

$= \frac{25}{4} + 1$ , $= \frac{1}{4}$

$= \frac{29}{4}$

Persamaan kuadratik: $x^2 - \frac{29}{4}x + \frac{1}{4} = 0$

$4x^2 - 29x + 1 = 0$

(d) $\left(\frac{\alpha}{\beta}\right) + \left(\frac{\beta}{\alpha}\right) = \frac{\alpha^2 + \beta^2}{\alpha\beta}$ , $\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)\left(\frac{\beta}{\alpha}\right) = 1$

$= \frac{(\alpha + \beta)^2 - 2\alpha\beta}{\alpha\beta}$

$= \frac{\left(\frac{29}{4}\right)}{\left(-\frac{1}{2}\right)}$

$= -\frac{29}{2}$

Persamaan kuadratik: $x^2 + \frac{29}{2}x + 1 = 0$

$2x^2 + 29x + 2 = 0$

**5.** $2x^2 = 6x + 3$

$2x^2 - 6x - 3 = 0$

$x^2 - 3x - \frac{3}{2} = 0$

Jadi, $p + q = 3$ , $pq = -\frac{3}{2}$

$p^2q + pq^2 = pq(p + q)$ , $(p^2q)(pq^2) = p^3q^3$

$= -\frac{3}{2}(3)$ , $= (pq)^3$

$= -\frac{9}{2}$ , $= \left(-\frac{3}{2}\right)^3$

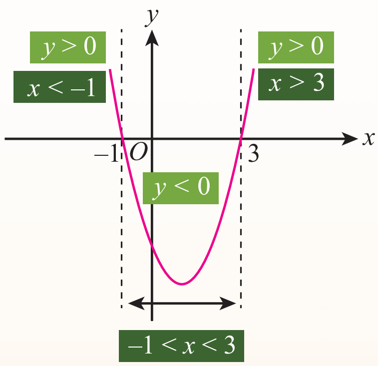
$= -\frac{27}{8}$

Persamaan kuadratik: $x^2 + \frac{9}{2}x - \frac{27}{8} = 0$

$8x^2 + 36x - 27 = 0$

**Inkuiri 2** **(Halaman 41)**

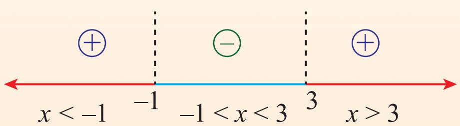
**2.** Kaedah lakaran graf
- Punca-punca ialah $x = -1$ dan $x = 3$




Kaedah garis nombor
- Punca-punca ialah $x = -1$ dan $x = 3$

Kaedah jadual

Titik ujian –2: $(-2 + 1)(-2 - 3) > 0$ Titik ujian 0: $(0 + 1)(0 - 3) < 0$ Titik ujian 4: $(4 + 1)(4 - 3) > 0$




Kaedah jadual

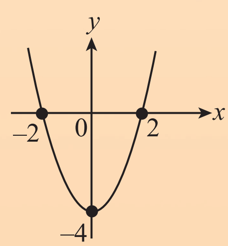
| | Julat nilai $x$ | | |
|---|---|---|---|
| | $x < -1$ | $x > 3$ | $-1 < x < 3$ |
| $(x + 1)$ | – | + | + |
| $(x - 3)$ | – | + | – |
| $(x + 1)\ (x - 3)$ | + | + | – |

**3.** Apabila $(x + 1)(x - 3) > 0$, julat nilai $x$ ialah $x < -1$ atau $x > 3$ dan apabila $(x + 1)(x - 3) < 0$, julat nilai $x$ ialah $-1 < x < 3$.

**Latih Diri 2.3** **(Halaman 44)**

**1.** (a)

$$x^2 < 4$$
$$x^2 - 4 < 0$$
$$(x - 2)(x + 2) < 0$$
$$x = -2 \quad \text{dan} \quad x = 2$$




**Kaedah lakaran graf:**
Oleh sebab $x^2 - 4 < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada graf yang berada di bawah paksi-$x$.
Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-2 < x < 2$.

**Kaedah garis nombor:**

| Titik ujian –3: | Titik ujian 1: | Titik ujian 3: |
|---|---|---|
| $(-3)^2 - 4 > 0$ | $(1)^2 - 4 < 0$ | $(3)^2 - 4 > 0$ |
| + | – | + |

$x$: –2, 2

Oleh sebab $x^2 - 4 < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif garis nombor. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-2 < x < 2$.

**Kaedah jadual:**

| | $x < -2$ | $-2 < x < 2$ | $x > 2$ |
|---|---|---|---|
| $(x - 2)$ | – | – | + |
| $(x + 2)$ | – | + | + |
| $(x - 2)(x + 2)$ | + | – | + |

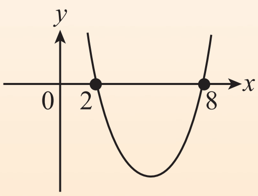
Oleh sebab $x^2 - 4 < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif dalam jadual. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-2 < x < 2$.

(b) $(2 - x)(8 - x) < 0$

$x = 2$ dan $x = 8$

**Kaedah lakaran graf:**

Oleh sebab $(2 - x)(8 - x) < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada lengkung graf yang berada di bawah paksi-$x$. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $2 < x < 8$.




**Kaedah garis nombor:**

| Titik ujian 1: | Titik ujian 3: | Titik ujian 9: |
|---|---|---|
| $(2 - 1)(8 - 1) > 0$ | $(2 - 3)(8 - 3) < 0$ | $(2 - 9)(8 - 9) > 0$ |
| + | – | + |

$x$: 2, 8

Oleh sebab $(2 - x)(8 - x) < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif garis nombor.

Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $2 < x < 8$.

**Kaedah jadual:**

| | $x < 2$ | $2 < x < 8$ | $x > 8$ |
|---|---|---|---|
| $(2 - x)$ | + | – | – |
| $(8 - x)$ | + | + | – |
| $(2 - x)(8 - x)$ | + | – | + |

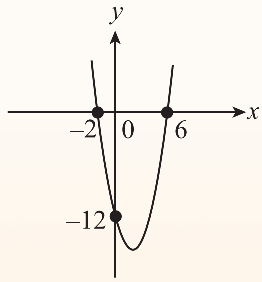
Oleh sebab $(2 - x)(8 - x) < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif jadual. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $2 < x < 8$.

(c) $x^2 \leqslant 4x + 12$

$x^2 - 4x - 12 \leqslant 0$

$(x + 2)(x - 6) \leqslant 0$

$x = -2$ dan $x = 6$



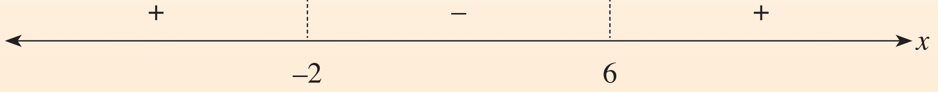

**Kaedah lakaran graf:**
Oleh sebab $x^2 - 4x - 12 \leqslant 0$, maka julat $x$ ditentukan pada lengkung graf yang berada di bawah paksi-$x$.
Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-2 \leqslant x \leqslant 6$.

**Kaedah garis nombor:**

Titik ujian –3: $(-3)^2 - 4(-3) - 12 \geqslant 0$ — +

Titik ujian 1: $(1)^2 - 4(1) - 12 \leqslant 0$ — –

Titik ujian 7: $(7)^2 - 4(7) - 12 \geqslant 0$ — +




Oleh sebab $x^2 - 4x - 12 \leqslant 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif garis nombor. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-2 \leqslant x \leqslant 6$.

**Kaedah jadual:**

| | $x \leqslant -2$ | $-2 \leqslant x \leqslant 6$ | $x \geqslant 6$ |
|---|---|---|---|
| $(x + 2)$ | – | + | + |
| $(x - 6)$ | – | – | + |
| $(x + 2)(x - 6)$ | + | – | + |

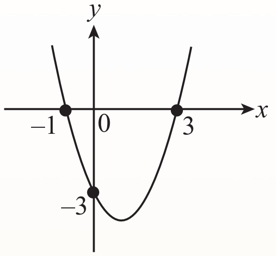
Oleh sebab $(x + 2)(x - 6) \leqslant 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif jadual. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-2 \leqslant x \leqslant 6$.

(d) $x(x-2) \geqslant 3$

$x^2 - 2x - 3 \geqslant 0$

$(x+1)(x-3) \geqslant 0$

$x = -1$ dan $x = 3$




**Kaedah lakaran graf:**

Oleh sebab $x^2 - 2x - 3 \geqslant 0$, maka julat $x$ ditentukan pada lengkung graf yang berada di atas paksi-$x$.

Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $x \leqslant -1$ dan $x \geqslant 3$.

**Kaedah garis nombor:**

| Titik ujian –2: | Titik ujian 2: | Titik ujian 4: |
|---|---|---|
| $(-2)^2 - 2(-2) - 3 \geqslant 0$ | $(2)^2 - 2(2) - 3 \leqslant 0$ | $(4)^2 - 2(4) - 3 \geqslant 0$ |
| + | – | + |

–1 3

Oleh sebab $x^2 - 2x - 3 \geqslant 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian positif garis nombor. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $x \leqslant -1$ dan $x \geqslant 3$.

**Kaedah jadual:**

| | $x \leqslant -1$ | $-1 \leqslant x \leqslant 3$ | $x \geqslant 3$ |
|---|---|---|---|
| $(x+1)$ | – | + | + |
| $(x-3)$ | – | – | + |
| $(x+1)(x-3)$ | + | – | + |

Oleh sebab $(x+1)(x-3) \geqslant 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian positif jadual. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $x \leqslant -1$ dan $x \geqslant 3$.

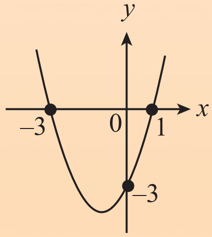
(e) $(x+2)^2 < 2x + 7$

$x^2 + 4x + 4 < 2x + 7$

$x^2 + 2x - 3 < 0$

$(x+3)(x-1) < 0$

$x = -3$ dan $x = 1$




**Kaedah lakaran graf:**

Oleh sebab $x^2 + 2x - 3 < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada lengkung graf yang berada di bawah paksi-$x$.

Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-3 < x < 1$.

**Kaedah garis nombor:**

| Titik ujian –4: | Titik ujian 0: | Titik ujian 2: |
|---|---|---|
| $(-4)^2 + 2(-4) - 3 > 0$ | $(0)^2 + 2(0) - 3 < 0$ | $(2)^2 + 2(2) - 3 > 0$ |
| + | – | + |

$x$: –3, 1

Oleh sebab $x^2 + 2x - 3 < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif garis nombor. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-3 < x < 1$.

**Kaedah jadual:**

| | $x < -3$ | $-3 < x < 1$ | $x > 1$ |
|---|---|---|---|
| $(x + 3)$ | – | + | + |
| $(x - 1)$ | – | – | + |
| $(x + 3)(x - 1)$ | + | – | + |

Oleh sebab $(x + 3)(x - 1) < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif jadual. Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $-3 < x < 1$.

(f) $(3x + 1)(5 - x) > 13$

$15x - 3x^2 + 5 - x > 13$

$3x^2 - 14x + 8 < 0$

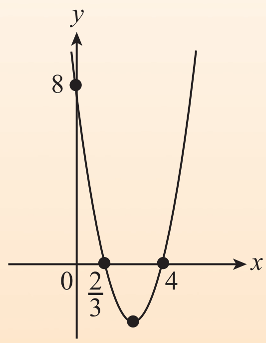
$(3x - 2)(x - 4) < 0$

$x = \frac{2}{3}$ dan $x = 4$

**Kaedah lakaran graf:**

Oleh sebab $3x^2 - 14x + 8 < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada lengkung graf yang berada di bawah paksi-$x$.

Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $\frac{2}{3} < x < 4$.




**Kaedah garis nombor:**

| Titik ujian 0: | Titik ujian 3: | Titik ujian 5: |
|---|---|---|
| $3(0)^2 - 14(0) + 8 > 0$ | $3(3)^2 - 14(3) + 8 < 0$ | $3(5)^2 - 14(5) + 8 > 0$ |
| + | – | + |

$x$: $\frac{2}{3}$, 4

Oleh sebab $3x^2 - 14x + 8 < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif garis nombor.

Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $\frac{2}{3} < x < 4$.

**Kaedah jadual:**

| | $x < \frac{2}{3}$ | $\frac{2}{3} < x < 4$ | $x > 4$ |
|---|---|---|---|
| $(3x - 2)$ | $-$ | $+$ | $+$ |
| $(x - 4)$ | $-$ | $-$ | $+$ |
| $(3x - 2)(x - 4)$ | $+$ | $-$ | $+$ |

Oleh sebab $(3x - 2)(x - 4) < 0$, maka julat $x$ ditentukan pada bahagian negatif jadual.

Maka, penyelesaian bagi ketaksamaan kuadratik ini ialah $\frac{2}{3} < x < 4$.

**2.**
$$3x^2 - 5x \geqslant 16 + x(2x + 1)$$
$$3x^2 - 5x \geqslant 16 + 2x^2 + x$$
$$x^2 - 6x - 16 \geqslant 0$$
$$(x - 8)(x + 2) \geqslant 0$$
Maka, julat nilai $x$ ialah $x \leqslant -2$ dan $x \geqslant 8$.

## Latihan Intensif 2.1 (Halaman 44)

**1.**
$$3x(x - 5) = 2x - 1$$
$$3x^2 - 15x = 2x - 1$$
$$3x^2 - 17x + 1 = 0$$
Gunakan rumus kuadratik.
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
$$x = \frac{-(-17) \pm \sqrt{(-17)^2 - 4(3)(1)}}{2(3)}$$
$$= \frac{17 \pm \sqrt{277}}{6}$$
$$x = \frac{17 - \sqrt{277}}{6} \quad \text{atau} \quad x = \frac{17 + \sqrt{277}}{6}$$
$$= 0.059 \qquad\qquad = 5.607$$

**2.** (a)
$$2(x - 5)^2 = 4(x + 7)$$
$$2(x^2 - 10x + 25) = 4x + 28$$
$$2x^2 - 20x + 50 - 4x - 28 = 0$$
$$2x^2 - 24x + 22 = 0$$
$$x^2 - 12x + 11 = 0$$
(b) Hasil tambah punca = 12
Hasil darab punca = 11

**3.** $2x^2 + 6x - 7 = 0$
$$\alpha + \beta = -\frac{b}{a} \quad , \quad \alpha\beta = \frac{c}{a}$$
$$= -\frac{6}{2} \qquad\qquad = -\frac{7}{2}$$
$$= -3$$

(a) $\dfrac{1}{2\alpha+1}+\dfrac{1}{2\beta+1}=\dfrac{2\alpha+1+2\beta+1}{(2\alpha+1)(2\beta+1)}$

$$=\frac{2(\alpha+\beta)+2}{4\alpha\beta+2(\alpha+\beta)+1}$$

$$=\frac{2(-3)+2}{4\left(-\frac{7}{2}\right)+2(-3)+1}$$

$$=\frac{4}{19}$$

, $\left(\dfrac{1}{2\alpha+1}\right)\left(\dfrac{1}{2\beta+1}\right)=\dfrac{1}{4\alpha\beta+2(\alpha+\beta)+1}$

$$=\frac{1}{4\left(-\frac{7}{2}\right)+2(-3)+1}$$

$$=-\frac{1}{19}$$

Persamaan kuadratik: $x^2-\dfrac{4}{19}x-\dfrac{1}{19}=0$

$$19x^2-4x-1=0$$

(b) $\dfrac{5\alpha}{\beta}+\dfrac{5\beta}{\alpha}=\dfrac{5\alpha^2+5\beta^2}{\alpha\beta}$

$$=\frac{5[(\alpha+\beta)^2-2\alpha\beta]}{\alpha\beta}$$

$$=\frac{5\left[(-3)^2-2\left(-\frac{7}{2}\right)\right]}{-\frac{7}{2}}$$

$$=-\frac{160}{7}$$

, $\left(\dfrac{5\alpha}{\beta}\right)\left(\dfrac{5\beta}{\alpha}\right)=\dfrac{25\alpha\beta}{\alpha\beta}$

$$=25$$

Persamaan kuadratik: $x^2+\dfrac{160}{7}x+25=0$

$$7x^2+160x+175=0$$

(c) $(\alpha+3\beta)+(3\alpha+\beta)=4\alpha+4\beta$

$$=4(\alpha+\beta)$$

$$=4(-3)$$

$$=-12$$

, $(\alpha+3\beta)(3\alpha+\beta)=3\alpha^2+10\alpha\beta+3\beta^2$

$$=3[(\alpha+\beta)^2-2\alpha\beta]+10\alpha\beta$$

$$=3\left[(-3)^2-2\left(-\frac{7}{2}\right)\right]+10\left(-\frac{7}{2}\right)$$

$$=13$$

Persamaan kuadratik: $x^2+12x+13=0$

**4.** $3x^2+19x+k=0$

Apabila $x=-7$,

$3(-7)^2+19(-7)+k=0$

$147-133+k=0$

$k=-14$

**5.** $rx^2+(r-1)x+2r+3=0$

$a=r,\ b=r-1,\ c=2r+3$

(a) Anggap $\alpha$ ialah punca pertama dan $-\alpha$ ialah punca kedua.

$$\alpha+(-\alpha)=\frac{-(r-1)}{r}$$

$$0=-r+1$$

$$r=1$$

(b) Anggap $\alpha$ ialah punca pertama dan $\frac{1}{\alpha}$ ialah punca kedua.

$$\alpha\left(\frac{1}{\alpha}\right) = \frac{2r+3}{r}$$
$$r = 2r + 3$$
$$r = -3$$

(c) Anggap $\alpha$ ialah punca pertama dan $2\alpha$ ialah punca kedua.

$$\alpha + 2\alpha = -\frac{(r-1)}{r}$$
$$3\alpha = \frac{1-r}{r}$$
$$\alpha = \frac{1-r}{3r} \ldots \textbf{1}$$
$$\alpha(2\alpha) = \frac{2r+3}{r}$$
$$2\alpha^2 = \frac{2r+3}{r} \ldots \textbf{2}$$

Gantikan **1** ke dalam **2**.

$$2\left(\frac{1-r}{3r}\right)^2 = \frac{2r+3}{r}$$
$$\frac{2(1-2r+r^2)}{9r^2} = \frac{2r+3}{r}$$
$$2 - 4r + 2r^2 = 18r^2 + 27r$$
$$16r^2 + 31r - 2 = 0$$
$$(16r-1)(r+2) = 0$$
$$r = \frac{1}{16} \text{ dan } r = -2$$

**6.** $x^2 - 8x + m = 0$

Anggap $\alpha$ ialah punca pertama dan $3\alpha$ ialah punca kedua.

$$\alpha + 3\alpha = -\frac{(-8)}{1} \quad , \quad \alpha(3\alpha) = m$$
$$4\alpha = 8 \quad \quad 3\alpha^2 = m$$
$$\alpha = 2 \quad \quad 3(2)^2 = m$$
$$m = 12$$

Gantikan $m = 12$ ke dalam persamaan

$$x^2 - 8x + 12 = 0$$
$$(x-2)(x-6) = 0$$
$$x = 2 \text{ dan } x = 6$$

Maka, $m = 12$ dan punca-puncanya ialah 2 dan 6.

**7.** $x^2 + 2x = k(x-1)$

$$x^2 + 2x - kx + k = 0$$
$$x^2 + (2-k)x + k = 0$$

Anggap $\alpha$ ialah punca pertama dan $(\alpha + 2)$ ialah punca kedua.

$$\alpha + \alpha + 2 = -2 + k$$
$$2\alpha + 2 = -2 + k$$
$$k = 2\alpha + 4 \ldots \textbf{1}$$
$$\alpha(\alpha + 2) = k$$
$$\alpha^2 + 2\alpha = k \ldots \textbf{2}$$

Gantikan ❶ ke dalam ❷.

$\alpha^2 + 2\alpha = 2\alpha + 4$

$\alpha^2 = 4$

$\alpha = 2$ atau $-2$

Oleh sebab punca-punca adalah bukan sifar, maka punca-puncanya ialah 2 dan 4.

Gantikan $\alpha = 2$ ke dalam ❶.

$k = 2(2) + 4$

$= 8$

**8.** $x^2 + px + 27 = 0$

Anggap $\alpha$ ialah punca pertama dan $3\alpha$ ialah punca kedua.

$\alpha + 3\alpha = -p$

$4\alpha = -p$

$\alpha = -\frac{p}{4} \ldots$ ❶

$\alpha(3\alpha) = 27$

$3\alpha^2 = 27$

$\alpha^2 = 9 \ldots$ ❷

Gantikan ❶ ke dalam ❷.

$\left(-\frac{p}{4}\right)^2 = 9$

$\frac{p^2}{16} = 9$

$p^2 = 144$

$p = -12$ atau $12$

**9.** $x^2 + (k - 1)x + 9 = 0$

$3 + h + 1 = -k + 1$

$k = -h - 3 \ldots$ ❶

$3(h + 1) = 9$

$3h + 3 = 9$

$3h = 6$

$h = 2 \ldots$ ❷

Gantikan ❷ ke dalam ❶.

$k = -2 - 3$

$= -5$

Maka nilai yang mungkin bagi $h$ dan $k$ masing-masing ialah 2 dan $-5$.

**10.** $x^2 - 8x + c = 0$

$\alpha + \alpha + 3d = 8$

$2\alpha + 3d = 8$

$\alpha = \frac{8 - 3d}{2} \ldots$ ❶

$\alpha(\alpha + 3d) = c$

$\alpha^2 + 3\alpha d = c \ldots$ ❷

Gantikan ❶ ke dalam ❷.

$$\left(\frac{8-3d}{2}\right)^2 + 3\left(\frac{8-3d}{2}\right)d = c$$

$$\frac{64-48d+9d^2}{4} + \frac{24d-9d^2}{2} = c$$

$$64 - 48d + 9d^2 + 48d - 18d^2 = 4c$$

$$64 - 9d^2 = 4c$$

$$c = \frac{64-9d^2}{4}$$

**11.** (a) $2x^2 \geqslant x + 1$

$2x^2 - x - 1 \geqslant 0$

$(2x + 1)(x - 1) \geqslant 0$

Maka, julat nilai $x$ ialah $x \leqslant -\frac{1}{2}$ atau $x \geqslant 1$.

(b) $(x - 3)^2 \leqslant 5 - x$

$x^2 - 6x + 9 \leqslant 5 - x$

$x^2 - 5x + 4 \leqslant 0$

$(x - 1)(x - 4) \leqslant 0$

Maka, julat nilai $x$ ialah $1 \leqslant x \leqslant 4$.

(c) $(1 - x)^2 + 2x < 17$

$1 - 2x + x^2 + 2x < 17$

$x^2 - 16 < 0$

$(x + 4)(x - 4) < 0$

Maka, julat nilai $x$ ialah $-4 < x < 4$.

**12.** (a) $(x + 3)(x - 4) < 0$

$x^2 - x - 12 < 0$

$x^2 - x < 12$

Bandingkan dengan $x^2 + mx < n$

Maka, $m = -1$ dan $n = 12$

(b) $(x + 2)(x - 5) > 0$

$x^2 - 3x - 10 > 0$

$2x^2 - 20 > 6x$

Bandingkan dengan $2x^2 + m > nx$

Maka, $m = -20$ dan $n = 6$

**13.** $(x - 2)(x - a) < 0$

$x^2 - ax - 2x + 2a < 0$

$x^2 + (-a - 2)x + 2a < 0$

$2x^2 + 2(-a - 2)x + 4a < 0$

Bandingkan dengan $2x^2 + bx + 12 < 0$

$4a = 12$

$a = 3$

$b = 2(-a - 2)$

$= 2(-3 - 2)$

$= -10$

**Inkuiri 3** **(Halaman 45)**

**4.**

| Persamaan | Nilai $a$ | Nilai $b$ | Nilai $c$ | Punca-punca |
|---|---|---|---|---|
| $y = x^2 + 5x + 4$ | 1 | 5 | 4 | $-1, -4$ |
| $y = x^2 - 6x + 9$ | 1 | $-6$ | 9 | 3, 3 |
| $y = 9x^2 - 6x + 2$ | 9 | $-6$ | 2 | Tiada punca |

**Cabar Minda** **(Halaman 45)**

Apabila pembezalayan $b^2 - 4ac \leqslant 0$, persamaan mempunyai satu punca khayalan atau kompleks.

**Cabar Minda** **(Halaman 46)**

Untuk mengetahui sama ada graf menyentuh hanya satu titik pada paksi-$x$ atau menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza atau tidak menyilang paksi-$x$.

**Latih Diri 2.4** **(Halaman 46)**

**1.** (a) $x^2 + 4x + 1 = 0$

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 4^2 - 4(1)(1) \\ &= 16 - 4 \\ &= 12\ (> 0) \end{aligned}$$

Persamaan ini mempunyai dua punca nyata dan berbeza.

(b) $x^2 = 8(x - 2)$

$x^2 - 8x + 16 = 0$

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= (-8)^2 - 4(1)(16) \\ &= 64 - 64 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Persamaan ini mempunyai dua punca nyata yang sama.

(c) $5x^2 + 4x + 6 = 0$

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 4^2 - 4(5)(6) \\ &= 16 - 120 \\ &= -104\ (< 0) \end{aligned}$$

Persamaan ini tidak mempunyai punca nyata.

(d) $-3x^2 + 7x + 5 = 0$

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 7^2 - 4(-3)(5) \\ &= 49 + 60 \\ &= 109\ (> 0) \end{aligned}$$

Persamaan ini mempunyai dua punca nyata dan berbeza.

(e) $-x^2 + 10x - 25 = 0$

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 10^2 - 4(-1)(-25) \\ &= 100 - 100 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Persamaan ini mempunyai dua punca nyata yang sama.

(f) $(2x - 1)(x + 3) = 0$

$$2x^2 + 5x - 3 = 0$$
$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 5^2 - 4(2)(-3) \\ &= 25 + 24 \\ &= 49\ (> 0) \end{aligned}$$

Persamaan ini mempunyai dua punca nyata dan berbeza.

**Latih Diri 2.5 (Halaman 48)**

**1.** (a)
$$\begin{aligned} 9x^2 + p + 1 &= 4px \\ 9x^2 - 4px + p + 1 &= 0 \end{aligned}$$

Untuk dua punca yang sama,
$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 0 \\ (-4p)^2 - 4(9)(p + 1) &= 0 \\ 16p^2 - 36p - 36 &= 0 \\ 4p^2 - 9p - 9 &= 0 \\ (4p + 3)(p - 3) &= 0 \\ p &= -\frac{3}{4} \text{ atau } p = 3 \end{aligned}$$

(b)
$$\begin{aligned} x^2 + (2x + 3)x &= p \\ x^2 + 2x^2 + 3x - p &= 0 \\ 3x^2 + 3x - p &= 0 \end{aligned}$$

Untuk dua punca nyata dan berbeza,
$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &> 0 \\ 3^2 - 4(3)(-p) &> 0 \\ 9 + 12p &> 0 \\ 12p &> -9 \\ p &> -\frac{3}{4} \end{aligned}$$

(c) $x^2 + 2px + (p - 1)(p - 3) = 0$

$$x^2 + 2px + p^2 - 4p + 3 = 0$$

Untuk tidak mempunyai punca nyata,
$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &< 0 \\ (2p)^2 - 4(1)(p^2 - 4p + 3) &< 0 \\ 4p^2 - 4p^2 + 16p - 12 &< 0 \\ 16p &< 12 \\ p &< \frac{3}{4} \end{aligned}$$

**2.**
$$\begin{aligned} x^2 + k &= kx - 3 \\ x^2 - kx + k + 3 &= 0 \end{aligned}$$

Untuk dua punca nyata dan berbeza,
$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &> 0 \\ (-k)^2 - 4(1)(k + 3) &> 0 \\ k^2 - 4k - 12 &> 0 \\ (k + 2)(k - 6) &> 0 \\ k < -2 &\text{ atau } k > 6 \end{aligned}$$

Untuk dua punca nyata yang sama,

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 0 \\ (-k)^2 - 4(1)(k + 3) &= 0 \\ k^2 - 4k - 12 &= 0 \\ (k + 2)(k - 6) &= 0 \\ k = -2 &\text{ atau } k = 6 \end{aligned}$$

**3.** (a) $x^2 + hx + k = 0$

$$-2 + 6 = -h \quad , \quad (-2)(6) = k$$
$$h = -4 \qquad\qquad k = -12$$

(b)

$$\begin{aligned} x^2 - 4x - 12 &= c \\ x^2 - 4x - 12 - c &= 0 \end{aligned}$$

Untuk tidak mempunyai punca nyata,

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &< 0 \\ (-4)^2 - 4(1)(-12 - c) &< 0 \\ 16 + 48 + 4c &< 0 \\ 64 + 4c &< 0 \\ 4c &< -64 \\ c &< -16 \end{aligned}$$

**4.** $hx^2 + 3hx + h + k = 0$

Untuk dua punca nyata yang sama,

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 0 \\ (3h)^2 - 4(h)(h + k) &= 0 \\ 9h^2 - 4h^2 - 4hk &= 0 \\ 4hk &= 5h^2 \\ k &= \frac{5}{4}h \end{aligned}$$

**5.** $ax^2 - 5bx + 4a = 0$

Untuk dua punca nyata yang sama,

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 0 \\ (-5b)^2 - 4(a)(4a) &= 0 \\ 25b^2 - 16a^2 &= 0 \\ 25b^2 &= 16a^2 \\ \left(\frac{a}{b}\right)^2 &= \frac{25}{16} \\ \frac{a}{b} &= \frac{5}{4} \end{aligned}$$

Maka, $a : b = 5 : 4$.

## Latihan Intensif 2.2 (Halaman 48)

**1.** (a) $x^2 - 8x + 16 = 0$

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= (-8)^2 - 4(1)(16) \\ &= 64 - 64 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Persamaan mempunyai dua punca nyata yang sama.

(b) $(x-2)^2 = 3$

$x^2 - 4x + 4 - 3 = 0$

$x^2 - 4x + 1 = 0$

$b^2 - 4ac = (-4)^2 - 4(1)(1)$

$= 16 - 4$

$= 12$

Persamaan mempunyai punca nyata dan berbeza.

(c) $2x^2 + x + 4 = 0$

$b^2 - 4ac = 1^2 - 4(2)(4)$

$= 1 - 32$

$= -31$

Persamaan tidak mempunyai punca nyata.

**2.** (a) $x^2 + kx = 2x - 9$

$x^2 + (k-2)x + 9 = 0$

$b^2 - 4ac = 0$

$(k-2)^2 - 4(1)(9) = 0$

$k^2 - 4k + 4 - 36 = 0$

$k^2 - 4k - 32 = 0$

$(k+4)(k-8) = 0$

$k = -4$ atau $k = 8$

(b) $kx^2 + (2k+1)x + k - 1 = 0$

$b^2 - 4ac = 0$

$(2k+1)^2 - 4(k)(k-1) = 0$

$4k^2 + 4k + 1 - 4k^2 + 4k = 0$

$8k + 1 = 0$

$8k = -1$

$k = -\frac{1}{8}$

**3.** (a) $x(x+1) = rx - 4$

$x^2 + (1-r)x + 4 = 0$

$b^2 - 4ac > 0$

$(1-r)^2 - 4(1)(4) > 0$

$1 - 2r + r^2 - 16 > 0$

$r^2 - 2r - 15 > 0$

$(r+3)(r-5) > 0$

$r < -3$ atau $r > 5$

(b) $x^2 + x = 2rx - r^2$

$x^2 + (1-2r)x + r^2 = 0$

$b^2 - 4ac > 0$

$(1-2r)^2 - 4(1)(r^2) > 0$

$1 - 4r + 4r^2 - 4r^2 > 0$

$1 - 4r > 0$

$4r < 1$

$r < \frac{1}{4}$

**4.** (a)
$$\begin{aligned}(1-p)x^2+5&=2x\\(1-p)x^2-2x+5&=0\\b^2-4ac&<0\\(-2)^2-4(1-p)(5)&<0\\4-20+20p&<0\\20p&<16\\p&<\frac{4}{5}\end{aligned}$$

(b)
$$\begin{aligned}4px^2+(4p+1)x+p-1&=0\\b^2-4ac&<0\\(4p+1)^2-4(4p)(p-1)&<0\\16p^2+8p+1-16p^2+16p&<0\\24p&<-1\\p&<-\frac{1}{24}\end{aligned}$$

**5.** (a)
$$\begin{aligned}kx^2-10x+6k&=5\\kx^2-10x+6k-5&=0\\b^2-4ac&=0\\(-10)^2-4(k)(6k-5)&=0\\100-24k^2+20k&=0\\6k^2-5k-25&=0\\(3k+5)(2k-5)&=0\\k&=-\frac{5}{3}\text{ atau }k=\frac{5}{2}\end{aligned}$$

(b) Gantikan $k=-\frac{5}{3}$ ke dalam persamaan,
$$\begin{aligned}-\frac{5}{3}x^2-10x+6\left(-\frac{5}{3}\right)-5&=0\\-5x^2-30x-30-15&=0\\5x^2+30x+45&=0\\x^2+6x+9&=0\\(x+3)(x+3)&=0\\x&=-3\end{aligned}$$
Jadi, puncanya ialah $x=-3$.

**6.**
$$\begin{aligned}x(x-4)+2n&=m\\x^2-4x+2n-m&=0\end{aligned}$$
Untuk dua punca nyata yang sama,
$$\begin{aligned}b^2-4ac&=0\\(-4)^2-4(1)(2n-m)&=0\\16-8n+4m&=0\\4m&=8n-16\\m&=2n-4\end{aligned}$$

**7.** (a) $b^2-4c=16\ldots\ldots$ ❶
$b-c=-4$
$b=c-4\ldots\ldots$ ❷

Gantikan ❷ ke dalam ❶

$$(c - 4)^2 - 4c = 16$$
$$c^2 - 8c + 16 - 4c = 16$$
$$c^2 - 12c = 0$$
$$c(c - 12) = 0$$

Maka, $c = 12$

Gantikan $c = 12$ ke dalam ❷

$$b = 12 - 4$$
$$= 8$$

Maka, $b = 8$ dan $c = 12$.

(b) $x^2 + 8x + 12 = 0$

$(x + 6)(x + 2) = 0$

$x = -6$ atau $x = -2$

Jadi, punca-puncanya ialah $-6$ dan $-2$.

**8.** (a) $2x^2 - 5x + c = 0$

Untuk tidak mempunyai punca nyata,

$$b^2 - 4ac < 0$$
$$(-5)^2 - 4(2)(c) < 0$$
$$25 - 8c < 0$$
$$8c > 25$$
$$c > 3.125$$

Maka, nilai yang mungkin bagi $c_1$ ialah 4 dan $c_2$ ialah 5.

(b) $2x^2 - 5x + \frac{1}{2}(4 + 5) = 0$

$$2x^2 - 5x + 4.5 = 0$$
$$b^2 - 4ac = (-5)^2 - 4(2)(4.5)$$
$$= 25 - 36$$
$$= -11$$

Maka, persamaan tidak mempunyai dua punca nyata.

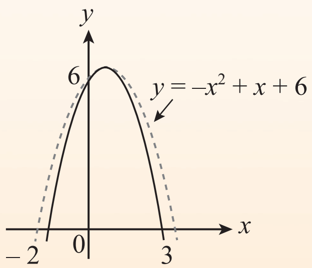
**Inkuiri 4** **(Halaman 49)**

| **4.** | **Perubahan bentuk dan kedudukan graf fungsi $f(x) = ax^2 + bx + c$** |
|---|---|
| Hanya nilai $a$ berubah | • Perubahan nilai $a$ memberi kesan kepada bentuk dan kelebaran graf namun pintasan-$y$ tetap sama.<br>• Apabila $a > 0$, graf berbentuk $\cup$ yang melalui titik minimum dan apabila $a < 0$, graf berbentuk $\cap$ yang melalui titik maksimum.<br>• Untuk graf $a > 0$, misalnya $a = 1$, apabila nilai $a$ semakin besar daripada 1, kelebaran graf semakin berkurang. Sebaliknya apabila nilai $a$ semakin kecil daripada 1 menghampiri 0, graf semakin melebar.<br>• Untuk graf $a < 0$, misalnya $a = -1$, apabila nilai $a$ semakin kecil daripada $-1$, graf semakin menguncup. Sebaliknya, apabila nilainya semakin besar daripada $-1$ menghampiri 0, graf semakin melebar. |

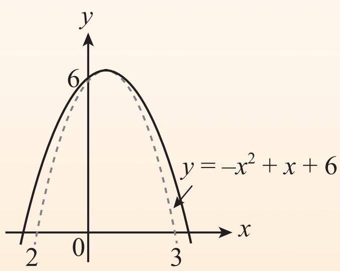
| | |
|---|---|
| Hanya nilai $b$ berubah | • Perubahan nilai $b$ hanya memberi kesan kepada kedudukan verteks terhadap paksi-$y$ namun bentuk graf dan pintasan-$y$ tidak berubah.<br>• Apabila $b = 0$, verteks berada pada paksi-$y$.<br>• Untuk graf $a > 0$ apabila $b > 0$, verteks berada di sebelah kiri paksi-$y$ dan apabila $b < 0$, verteks berada di sebelah kanan paksi-$y$.<br>• Untuk graf $a < 0$ apabila $b > 0$, verteks berada di sebelah kanan paksi-$y$ dan apabila $b < 0$ verteks berada di sebelah kiri paksi-$y$. |
| Hanya nilai $c$ berubah | • Perubahan nilai $c$ hanya memberi kesan kepada kedudukan graf fungsi secara menegak sama ada ke atas atau ke bawah.<br>• Bentuk graf tidak berubah. |

**Latih Diri 2.6** **(Halaman 51)**

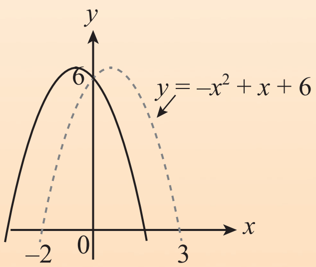
**1.** (a) (i) Apabila $a$ berubah daripada $-1$ ke $-3$, kelebaran graf akan berkurang dan pintasan-$y$ tidak berubah.



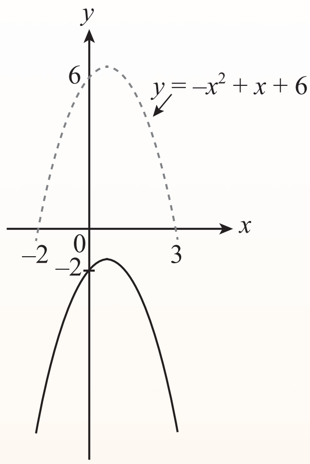

(ii) Apabila $a$ berubah daripada $-1$ ke $-\frac{1}{4}$, kelebaran graf semakin bertambah dan pintasan-$y$ tidak berubah.



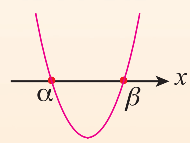
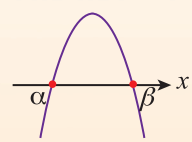
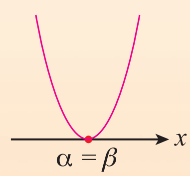
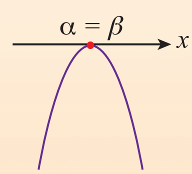
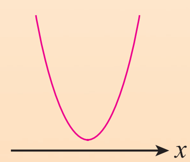
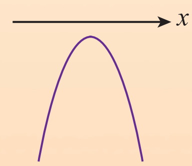

(b) Apabila nilai $b$ berubah daripada 1 ke $-1$, verteks berada di sebelah kiri paksi-$y$. Semua titik berubah kecuali pintasan-$y$. Bentuk graf tidak berubah.



(c) Apabila nilai $c$ berubah daripada 6 ke −2, graf bergerak 8 unit ke bawah. Bentuk graf tidak berubah.



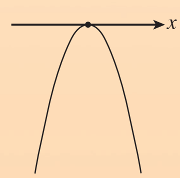

**Inkuiri 5** **(Halaman 51)**

| Pembezalayan, $b^2 - 4ac$ | Jenis punca dan kedudukan graf | Kedudukan graf fungsi $f(x) = ax^2 + bx + c$ | |
|---|---|---|---|
| | | $a > 0$ | $a < 0$ |
| $b^2 - 4ac > 0$ | • Dua punca nyata dan berbeza.<br>• Graf menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza. |   |   |
| $b^2 - 4ac = 0$ | • Dua punca nyata yang sama.<br>• Graf menyentuh paksi-$x$ pada satu titik sahaja. |   |   |
| $b^2 - 4ac < 0$ | • Tiada punca nyata<br>• Graf tidak menyilang pada mana-mana titik pada paksi-$x$. |   |   |

**Latih Diri 2.7** **(Halaman 54)**

**1.** (a) $f(x) = -3x^2 + 6x - 3$

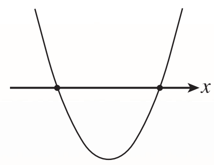
$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 6^2 - 4(-3)(-3) \\ &= 36 - 36 \\ &= 0 \end{aligned}$$




Fungsi kuadratik mempunyai dua punca nyata yang sama.
Oleh sebab $a < 0$, maka graf $f(x)$ ialah satu parabola yang melalui titik maksimum dan menyentuh paksi-$x$ pada satu titik.

(b) $f(x) = x^2 + 2x - 3$

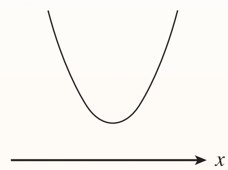
$b^2 - 4ac = 2^2 - 4(1)(-3)$
$= 4 + 12$
$= 16$




Fungsi kuadratik mempunyai dua punca nyata dan berbeza.
Oleh sebab $a > 0$, maka graf $f(x)$ ialah satu parabola yang melalui titik minimum dan menyilang paksi-$x$ pada dua titik.

(c) $f(x) = 4x^2 - 8x + 5$

$b^2 - 4ac = (-8)^2 - 4(4)(5)$
$= 64 - 80$
$= -16$




Fungsi kuadratik tidak mempunyai punca nyata.
Oleh sebab $a > 0$, maka graf $f(x)$ ialah satu parabola yang melalui titik minimum dan berada di atas paksi-$x$.

**2.** (a) $f(x) = x^2 - 2hx + 2 + h$

Untuk dua punca nyata yang sama,

$$b^2 - 4ac = 0$$
$$(-2h)^2 - 4(1)(2 + h) = 0$$
$$4h^2 - 8 - 4h = 0$$
$$h^2 - h - 2 = 0$$
$$(h + 1)(h - 2) = 0$$
$$h = -1 \text{ atau } h = 2$$

(b) $f(x) = x^2 - (h + 3)x + 3h + 1$

Untuk dua punca nyata yang sama,

$$b^2 - 4ac = 0$$
$$(-h - 3)^2 - 4(1)(3h + 1) = 0$$
$$h^2 + 6h + 9 - 12h - 4 = 0$$
$$h^2 - 6h + 5 = 0$$
$$(h - 1)\ (h - 5) = 0$$
$$h = 1 \text{ atau } h = 5$$

**3.** (a) $f(x) = 5x^2 - (qx + 4)x - 2$
$= 5x^2 - qx^2 - 4x - 2$
$= (5 - q)x^2 - 4x - 2$

Untuk dua punca nyata dan berbeza,

$$b^2 - 4ac > 0$$
$$(-4)^2 - 4(5 - q)(-2) > 0$$
$$16 + 40 - 8q > 0$$
$$8q < 56$$
$$q < 7$$

(b) $f(x) = (q + 2)x^2 + q(1 - 2x) - 5$
$= (q + 2)x^2 - 2qx + q - 5$

Untuk dua punca nyata dan berbeza,

$$b^2 - 4ac > 0$$
$$(-2q)^2 - 4(q + 2)(q - 5) > 0$$
$$4q^2 - 4(q^2 - 3q - 10) > 0$$
$$4q^2 - 4q^2 + 12q + 40 > 0$$
$$12q > -40$$
$$q > -\frac{10}{3}$$

**4.** (a) $f(x) = rx^2 + 4x - 6$

Untuk tiada punca nyata,

$$b^2 - 4ac < 0$$
$$4^2 - 4(r)(-6) < 0$$
$$16 + 24r < 0$$
$$24r < -16$$
$$r < -\frac{2}{3}$$

(b) $f(x) = rx^2 + (2r + 4)x + r + 7$

Untuk tiada punca nyata,

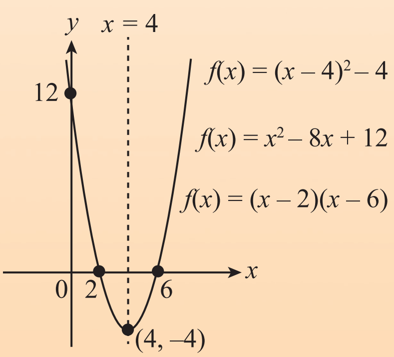
$$b^2 - 4ac < 0$$
$$(2r + 4)^2 - 4(r)(r + 7) < 0$$
$$4r^2 + 16r + 16 - 4r^2 - 28r < 0$$
$$12r > 16$$
$$r > \frac{4}{3}$$

**Inkuiri 6** **(Halaman 55)**

**3.**

| Bentuk fungsi | Fungsi kuadratik | Pintasan-$x$ | Pintasan-$y$ | Verteks | Garis simetri |
|---|---|---|---|---|---|
| Bentuk verteks | $f(x) = (x - 4)^2 - 4$ | 2 dan 6 | 12 | $(4, -4)$ | $x = 4$ |
| Bentuk am | $f(x) = x^2 - 8x + 12$ | 2 dan 6 | 12 | $(4, -4)$ | $x = 4$ |
| Bentuk pintasan | $f(x) = (x - 2)(x - 6)$ | 2 dan 6 | 12 | $(4, -4)$ | $x = 4$ |

**4.**




**Cabar Minda** **(Halaman 56)**

Ya, setuju. Hanya graf bentuk verteks atau bentuk am yang mempunyai pintasan-$x$ sahaja boleh diungkapkan ke bentuk pintasan.

**Latih Diri 2.8** **(Halaman 57)**

**1.** $f(x) = 2(x - 3)^2 - 8$
$= 2(x^2 - 6x + 9) - 8$
$= 2x^2 - 12x + 10$
$= 2(x^2 - 6x + 5)$
$= 2(x - 1)(x - 5)$
Bandingkan dengan $f(x) = a(x - p)(x - q)$, maka $a = 2$, $p = 1$ dan $q = 5$

**2.** (a) $f(x) = (x - 2)^2 - 1$
$= x^2 - 4x + 4 - 1$
$= x^2 - 4x + 3$
$= (x - 1)(x - 3)$
Bentuk am: $f(x) = x^2 - 4x + 3$
Bentuk pintasan: $f(x) = (x - 1)(x - 3)$

(b) $f(x) = 9 - (2x - 1)^2$
$= 9 - (4x^2 - 4x + 1)$
$= -4x^2 + 4x + 8$
$= -4(x^2 - x - 2)$
$= -4 (x + 1)(x - 2)$
Bentuk am: $f(x) = -4x^2 + 4x + 8$
Bentuk pintasan: $f(x) = -4 (x + 1)(x - 2)$

(c) $f(x) = 2(x + 1)^2 - 18$
$= 2(x^2 + 2x + 1) - 18$
$= 2x^2 + 4x - 16$
$= 2(x^2 + 2x - 8)$
$= 2(x + 4)(x - 2)$
Bentuk am: $f(x) = 2x^2 + 4x - 16$
Bentuk pintasan: $f(x) = 2(x + 4)(x - 2)$

**3.** Verteks ialah $(-4, -5)$.
Bentuk am:
$f(x) = -\frac{1}{2}(x + 4)^2 - 5$
$= -\frac{1}{2}(x^2 + 8x + 16) - 5$
$= -\frac{1}{2}x^2 - 4x - 13$

**4.** (a) Daripada graf, $h = 2$ dan $k = 16$.
Pada titik $(0, 12)$,
$12 = a(0 + 2)^2 + 16$
$12 = 4a + 16$
$4a = -4$
$a = -1$
Maka, $a = -1$, $h = 2$ dan $k = 16$.

(b) $f(x) = -(x + 2)^2 + 16$
$= -(x^2 + 4x + 4) + 16$
$= -x^2 - 4x + 12$
$= -(x^2 + 4x - 12)$
$= -(x + 6)(x - 2)$

Bentuk am: $f(x) = -x^2 - 4x + 12$
Bentuk pintasan: $f(x) = -(x + 6)(x - 2)$

**5.** (a) $f(x) = x^2 - x - 6$

$$= x^2 - x + \left(\frac{-1}{2}\right)^2 - \left(\frac{-1}{2}\right)^2 - 6$$

$$= \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{25}{4}$$

(b) $f(x) = -x^2 - 2x + 4$
$= -(x^2 + 2x - 4)$

$$= -\left[x^2 + 2x + \left(\frac{2}{2}\right)^2 - \left(\frac{2}{2}\right)^2 - 4\right]$$

$= -[(x + 1)^2 - 5]$
$= -(x + 1)^2 + 5$

(c) $f(x) = -2x^2 - x + 6$

$$= -2\left(x^2 + \frac{1}{2}x - 3\right)$$

$$= -2\left[x^2 + \frac{1}{2}x + \left(\frac{1}{4}\right)^2 - \left(\frac{1}{4}\right)^2 - 3\right]$$

$$= -2\left[\left(x + \frac{1}{4}\right)^2 - \frac{49}{16}\right]$$

$$= -2\left(x + \frac{1}{4}\right)^2 + \frac{49}{8}$$

(d) $f(x) = 3x^2 - 2x - 9$

$$= 3\left(x^2 - \frac{2}{3}x - 3\right)$$

$$= 3\left[x^2 - \frac{2}{3}x + \left(-\frac{1}{3}\right)^2 - \left(-\frac{1}{3}\right)^2 - 3\right]$$

$$= 3\left[\left(x - \frac{1}{3}\right)^2 - \frac{28}{9}\right]$$

$$= 3\left(x - \frac{1}{3}\right)^2 - \frac{28}{3}$$

(e) $f(x) = (x + 2)(6 - x)$
$= 6x - x^2 + 12 - 2x$
$= -(x^2 - 4x - 12)$

$$= -\left[x^2 - 4x + \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - 12\right]$$

$= -[(x - 2)^2 - 16]$
$= -(x - 2)^2 + 16$

(f) $f(x) = 2\,(x + 4)(x - 2)$
$= 2(x^2 + 2x - 8)$
$= 2\left[x^2 + 2x + \left(\frac{2}{2}\right)^2 - \left(\frac{2}{2}\right)^2 - 8\right]$
$= 2[(x + 1)^2 - 9]$
$= 2(x + 1)^2 - 18$

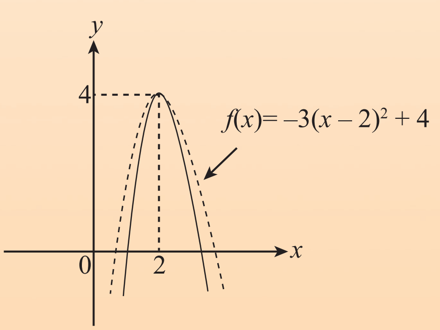
**Inkuiri 7** **(Halaman 57)**

**5.**

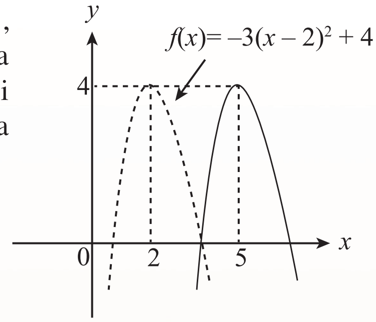
| | Perubahan bentuk dan kedudukan graf fungsi |
|---|---|
| Hanya nilai $a$ berubah | • Perubahan nilai $a$ memberi kesan kepada bentuk dan kelebaran graf.<br>• Apabila $a > 0$, graf berbentuk $\cup$ yang melalui titik minimum dan apabila $a < 0$, graf berbentuk $\cap$ yang melalui titik maksimum.<br>• Untuk graf $a > 0$, misalnya $a = 2$, apabila nilai $a$ semakin besar daripada 2, kelebaran graf semakin berkurang. Sebaliknya apabila nilai $a$ semakin kecil daripada 2 menghampiri 0, kelebaran graf semakin bertambah.<br>• Untuk graf $a < 0$, misalnya $a = -2$, apabila nilai $a$ semakin kecil daripada –2, graf semakin menguncup. Sebaliknya apabila nilainya semakin besar daripada –2 menghampiri 0, graf semakin melebar.<br>• Paksi simetri dan nilai maksimum atau minimum tidak berubah. |
| Hanya nilai $h$ berubah | • Perubahan nilai $h$ hanya menunjukkan pergerakan mengufuk graf.<br>• Apabila nilai $h$ bertambah, graf akan bergerak ke kanan manakala apabila nilai $h$ berkurang, graf akan bergerak ke kiri.<br>• Kedudukan paksi simetri berubah tetapi nilai minimum atau maksimum tidak berubah. |
| Hanya nilai $k$ berubah | • Perubahan nilai $k$ hanya menunjukkan pergerakan menegak graf.<br>• Apabila nilai $k$ bertambah, graf akan bergerak ke atas manakala apabila nilai $k$ berkurang, graf akan bergerak ke bawah.<br>• Nilai minimum atau maksimum berubah tetapi paksi simetri tidak berubah. |

**Latih Diri 2.9** **(Halaman 59)**

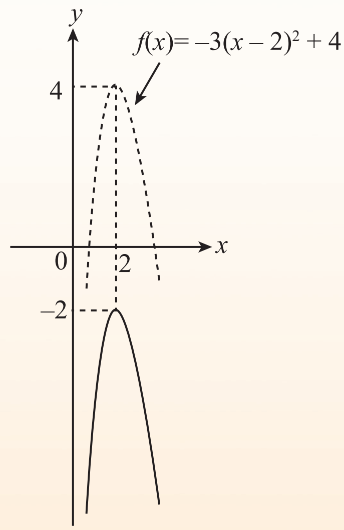
**1.** (a) Titik maksimum ialah (2, 4) dan persamaan paksi simetri ialah $x = 2$.
(b) (i) Apabila nilai $a$ berubah daripada $-3$ kepada $-10$, kelebaran graf semakin berkurang. Paksi simetri, $x = 2$ dan nilai maksimum, 4 tidak berubah.



(ii) Apabila nilai $h$ berubah daripada 2 kepada 5, graf dengan bentuk yang sama bergerak secara mengufuk 3 unit ke kanan. Persamaan paksi simetrinya menjadi $x = 5$ dan nilai maksimumnya tidak berubah, iaitu 4.




(iii) Apabila nilai $k$ berubah daripada 4 ke $-2$, graf dengan bentuk yang sama bergerak secara menegak 6 unit ke bawah. Nilai maksimumnya menjadi $-2$ dan paksi simetrinya tidak berubah.




**2.** (a) Daripada graf $f(x) = (x - 3)^2 + 2k$ dan titik minimum $(h, -6)$

$$h = 3 \qquad 2k = -6$$
$$k = -3$$

Gantikan nilai $h$ dan $k$ ke dalam $f(x)$, kita peroleh

$$f(x) = (x - 3)^2 - 6$$

Pada titik $(0, p)$,

$$\begin{aligned} p &= (0 - 3)^2 - 6 \\ &= 9 - 6 \\ &= 3 \end{aligned}$$

Maka, $h = 3$, $k = -3$ dan $p = 3$.

(b) Apabila graf bergerak 2 unit ke kanan, nilai $h$ bertambah sebanyak 2. Maka, persamaan paksi simetri ialah $x = 5$.

(c) Apabila lengkung bergerak 5 unit ke atas, nilai $k$ bertambah sebanyak 5. Maka, nilai minimum ialah $-1$.

**3.** (a) Graf bergerak 6 unit ke kanan dengan kelebaran graf bertambah. Persamaan paksi simetri menjadi $x = 6$ dan nilai minimumnya tidak berubah, iaitu 0.

(b) Graf bergerak 1 unit ke kanan dan 5 unit ke atas dengan kelebaran graf berkurang. Persamaan paksi simetri menjadi $x = 1$ dan nilai minimumnya menjadi 5.

(c) Graf bergerak 1 unit ke kiri dan 4 unit ke bawah dengan kelebaran graf bertambah. Persamaan paksi simetri menjadi $x = -1$ dan nilai minimumnya menjadi $-4$.

**Latih Diri 2.10** **(Halaman 61)**

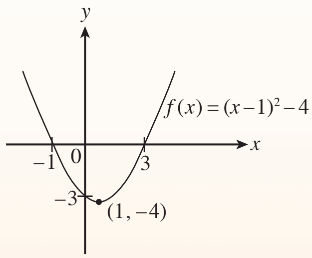
**1.** (a) $f(x) = (x - 1)^2 - 4$
$= x^2 - 2x - 3$

Oleh sebab $a > 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik minimum.

$b^2 - 4ac = (-2)^2 - 4(1)(-3)$
$= 4 + 12$
$= 16\ (> 0)$

Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$f(x) = x^2 - 2x - 3$
$= x^2 - 2x + \left(\frac{-2}{2}\right)^2 - \left(\frac{-2}{2}\right)^2 - 3$
$= (x - 1)^2 - 4$




Titik minimum ialah $(1, -4)$ dan paksi simetri, $x = 1$.

Apabila $f(x) = 0$
$x^2 - 2x - 3 = 0$
$(x - 3)(x + 1) = 0$
$x = 3$ dan $x = -1$

Persilangan paksi-$x$ ialah $x = -1$ dan $x = 3$.

Apabila $x = 0$,
$f(0) = 0^2 - 2(0) - 3$
$= -3$

Graf menyilang paksi-$y$ pada $(0, -3)$.

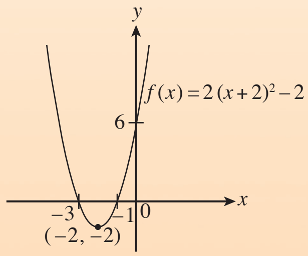
(b) $f(x) = 2(x + 2)^2 - 2$
$= 2(x^2 + 4x + 4) - 2$
$= 2x^2 + 8x + 6$

Oleh sebab $a > 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik minimum.

$b^2 - 4ac = 8^2 - 4(2)(6)$
$= 64 - 48$
$= 16\ (> 0)$

Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$f(x) = 2x^2 + 8x + 6$
$= 2(x^2 + 4x + 3)$
$= 2\left[x^2 + 4x + \left(\frac{4}{2}\right)^2 - \left(\frac{4}{2}\right)^2 + 3\right]$
$= 2(x + 2)^2 - 2$




Titik minimum ialah $(-2, -2)$ dan paksi simetri, $x = -2$

Apabila $f(x) = 0$,
$2x^2 + 8x + 6 = 0$
$x^2 + 4x + 3 = 0$
$(x + 3)(x + 1) = 0$
$x = -3$ dan $x = -1$

Graf menyilang paksi-$x$ di $x = -3$ dan $x = -1$.

Apabila $x = 0$,

$$f(0) = 2(0)^2 + 8(0) + 6$$
$$= 6$$

Graf menyilang paksi-$y$ pada (0, 6).

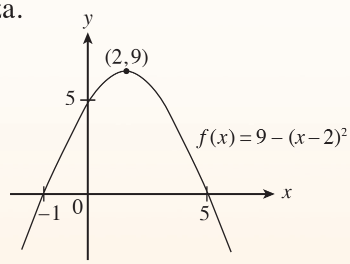
(c) $f(x) = 9 - (x - 2)^2$
$$= 9 - (x^2 - 4x + 4)$$
$$= -x^2 + 4x + 5$$

Oleh sebab $a < 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik maksimum.

$$b^2 - 4ac = (4)^2 - 4(-1)(5)$$
$$= 16 + 20$$
$$= 36\ (> 0)$$

Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$$f(x) = -x^2 + 4x + 5$$
$$= -(x^2 - 4x - 5)$$
$$= -\left[x^2 - 4x + \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - 5\right]$$
$$= -[(x - 2)^2 - 9]$$
$$= -(x - 2)^2 + 9$$




Titik minimum ialah (2, 9) dan paksi simetri, $x = 2$.

Apabila $f(x) = 0$,

$$-x^2 + 4x + 5 = 0$$
$$x^2 - 4x - 5 = 0$$
$$(x + 1)(x - 5) = 0$$
$$x = -1 \text{ dan } x = 5$$

Persilangan paksi-$x$ ialah $x = -1$ dan $x = 5$.

Apabila $x = 0$,

$$f(0) = -(0)^2 + 4(0) + 5$$
$$= 5$$

Graf menyilang paksi-$y$ pada (0, 5).

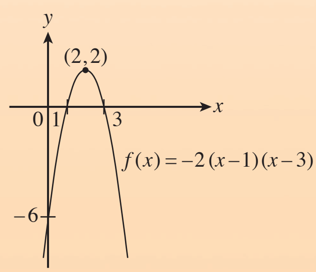
(d) $f(x) = -2(x - 1)(x - 3)$
$$= -2(x^2 - 4x + 3)$$
$$= -2x^2 + 8x - 6$$

Oleh sebab $a < 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik maksimum.

$$b^2 - 4ac = (8)^2 - 4(-2)(-6)$$
$$= 64 - 48$$
$$= 16\ (> 0)$$

Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$$f(x) = -2(x^2 - 4x + 3)$$
$$= -2\left[x^2 - 4x + \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - \left(\frac{-4}{2}\right)^2 + 3\right]$$
$$= -2[(x - 2)^2 - 1]$$
$$= -2(x - 2)^2 + 2$$




Titik minimum ialah (2, 2) dan paksi simetri ialah $x = 2$.

Apabila $f(x) = 0$
$-2x^2 + 8x - 6 = 0$
$x^2 - 4x + 3 = 0$
$(x - 1)(x - 3) = 0$
$x = 1$ dan $x = 3$
Persilangan paksi-$x$ ialah $x = 1$ dan $x = 3$.

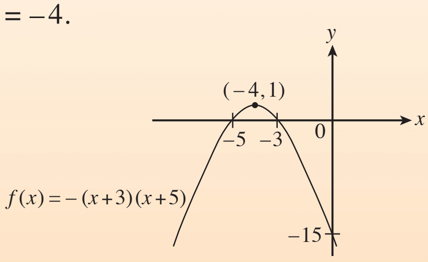
Apabila $x = 0$,
$f(0) = -2(0)^2 + 8(0) - 6$
$= -6$
Graf menyilang paksi-$y$ pada $(0, -6)$.

(e) $f(x) = -(x + 3)(x + 5)$
$= -(x^2 + 8x + 15)$
$= -x^2 - 8x - 15$
Oleh sebab $a < 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik maksimum.

$b^2 - 4ac = (-8)^2 - 4(-1)(-15)$
$= 64 - 60$
$= 4\ (> 0)$
Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$f(x) = -(x^2 + 8x + 15)$
$= -\left[x^2 + 8x + \left(\frac{8}{2}\right)^2 - \left(\frac{8}{2}\right)^2 + 15\right]$
$= -[(x + 4)^2 - 1]$
$= -(x + 4)^2 + 1$
Titik maksimum ialah $(-4, 1)$ dan paksi simetri ialah $x = -4$.

Apabila $f(x) = 0$
$-x^2 - 8x - 15 = 0$
$x^2 + 8x + 15 = 0$
$(x + 3)(x + 5) = 0$
$x = -3$ dan $x = -5$
Persilangan paksi-$x$ ialah $x = -3$ dan $x = -5$.




Apabila $x = 0$,
$f(0) = -(0)^2 - 8(0) - 15$
$= -15$
Graf menyilang paksi-$y$ pada $(0, -15)$.

(f) $f(x) = 2(x + 1)(x - 3)$
$= 2(x^2 - 2x - 3)$
$= 2x^2 - 4x - 6$
Oleh sebab $a > 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik minimum.

$b^2 - 4ac = (-4)^2 - 4(2)(-6)$
$= 16 + 48$
$= 64\ (> 0)$

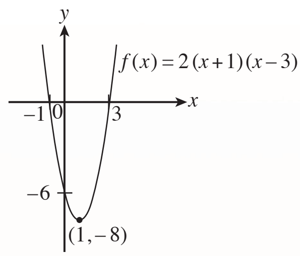
Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$f(x) = 2(x^2 - 2x - 3)$

$= 2\left[x^2 - 2x + \left(\frac{-2}{2}\right)^2 - \left(\frac{-2}{2}\right)^2 - 3\right]$

$= 2[(x - 1)^2 - 4]$

$= 2(x - 1)^2 - 8$




Titik minimum ialah $(1, -8)$ dan paksi simetri, $x = 1$.

Apabila $f(x) = 0$

$2x^2 - 4x - 6 = 0$

$x^2 - 2x - 3 = 0$

$(x + 1)(x - 3) = 0$

$x = -1$ dan $x = 3$

Persilangan paksi-$x$ ialah $x = -1$ dan $x = 3$.

Apabila $x = 0$,

$f(0) = 2(0)^2 - 4(0) - 6$

$= -6$

Graf menyilang paksi-$y$ pada $(0, -6)$.

(g) $f(x) = -x^2 + 4x + 5$

$= -(x^2 - 4x - 5)$

Oleh sebab $a < 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik maksimum.

$b^2 - 4ac = (4)^2 - 4(-1)(5)$

$= 16 + 20$

$= 36\ (> 0)$

Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

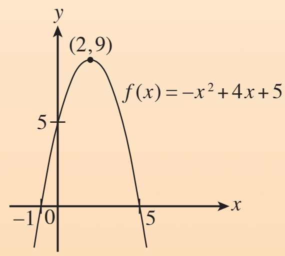
$f(x) = -(x^2 - 4x - 5)$

$= -\left[x^2 - 4x + \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - 5\right]$

$= -[(x - 2)^2 - 9]$

$= -(x - 2)^2 + 9$

Titik minimum ialah $(2, 9)$ dan paksi simetri ialah $x = 2$.




Apabila $f(x) = 0$

$-x^2 + 4x + 5 = 0$

$x^2 - 4x - 5 = 0$

$(x + 1)(x - 5) = 0$

$x = -1$ dan $x = 5$

Persilangan paksi-$x$ ialah $x = -1$ dan $x = 5$.

Apabila $x = 0$,

$f(0) = -(0)^2 + 4(0) + 5$

$= 5$

Graf menyilang paksi-$y$ pada $(0, 5)$.

(h) $f(x) = 2x^2 + 3x - 2$

Oleh sebab $a > 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik minimum.

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= (3)^2 - 4(2)(-2) \\ &= 9 + 16 \\ &= 25\ (> 0) \end{aligned}$$

Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$$\begin{aligned} f(x) &= 2x^2 + 3x - 2 \\ &= 2\left[x^2 + \frac{3}{2}x + \left(\frac{3}{4}\right)^2 - \left(\frac{3}{4}\right)^2 - 1\right] \\ &= 2\left[\left(x + \frac{3}{4}\right)^2 - \frac{25}{16}\right] \\ &= 2\left(x + \frac{3}{4}\right)^2 - \frac{25}{8} \end{aligned}$$

Titik minimum ialah $\left(-\frac{3}{4}, -\frac{25}{8}\right)$ dan paksi simetri, $x = -\frac{3}{4}$.

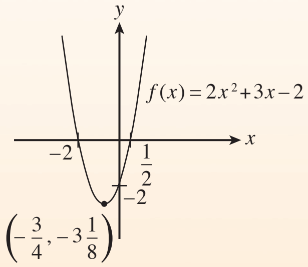
Apabila $f(x) = 0$

$2x^2 + 3x - 2 = 0$

$(2x - 1)(x + 2) = 0$

$x = \frac{1}{2}$ dan $x = -2$

Persilangan paksi-$x$ ialah $x = \frac{1}{2}$ dan $x = -2$.




Apabila $x = 0$,

$$\begin{aligned} f(0) &= 2(0)^2 + 3(0) - 2 \\ &= -2 \end{aligned}$$

Graf menyilang paksi-$y$ pada $(0, -2)$.

(i) $f(x) = -x^2 + 4x + 12$

$= -(x^2 - 4x - 12)$

Oleh sebab $a < 0$, maka $f(x)$ mempunyai titik maksimum.

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= (4)^2 - 4(-1)(12) \\ &= 16 + 48 \\ &= 64\ (> 0) \end{aligned}$$

Lengkung menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.

$$\begin{aligned} f(x) &= -(x^2 - 4x - 12) \\ &= -\left[x^2 - 4x + \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - \left(\frac{-4}{2}\right)^2 - 12\right] \\ &= -[(x - 2)^2 - 16] \\ &= -(x - 2)^2 + 16 \end{aligned}$$

Titik minimum ialah $(2, 16)$ dan paksi simetri, $x = 2$.

Apabila $f(x) = 0$

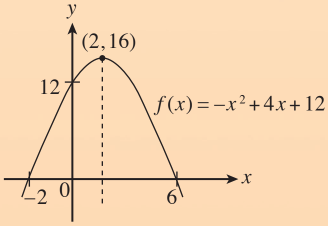
$-x^2 + 4x + 12 = 0$

$x^2 - 4x - 12 = 0$

$(x - 6)(x + 2) = 0$

$x = 6$ dan $x = -2$

Persilangan paksi-$x$ ialah $x = -2$ dan $x = 6$.



Apabila $x = 0$,

$f(0) = -(0)^2 + 4(0) + 12$
$= 12$

Graf menyilang paksi-$y$ pada $(0, 12)$.

## Latih Diri 2.11 (Halaman 63)

**1.** Diberi $h(t) = -5t^2 + 8t + 4$

(a) Apabila $t = 0$, $h(0) = -5(0)^2 + 8(0) + 4$
$= 4$

Tinggi papan terjun dari permukaan air ialah 4 m.

(b) Koordinat-$x$ bagi verteks $= -\dfrac{b}{2a}$

$= -\dfrac{8}{2(-5)}$

$= 0.8$

Masa penerjun itu terjun pada ketinggian maksimum ialah 0.8 saat.

(c) Apabila $t = 0.8$,

$h(0.8) = -5(0.8)^2 + 8(0.8) + 4$
$= 7.2$

Tinggi maksimum yang dicapai oleh penerjun ialah 7.2 m.

(d)
$$\begin{aligned} h(t) &= 0 \\ -5t^2 + 8t + 4 &= 0 \\ 5t^2 - 8t - 4 &= 0 \\ (5t + 2)(t - 2) &= 0 \\ t &= -\frac{2}{5} \text{ atau } t = 2 \end{aligned}$$

Julat masa penerjun berada di udara ialah $0 < t < 2$ saat.

**2.** Diberi $h(x) = 15 - 0.06x^2$

(a) Apabila $x = 0$,

$h(0) = 15 - 0.06(0)^2$
$= 15$

Tinggi maksimum terowong ialah 15 meter.

(b) Apabila $h(x) = 0$,
$$\begin{aligned} 15 - 0.06x^2 &= 0 \\ 0.06x^2 &= 15 \\ x^2 &= 250 \\ x &= 15.81 \text{ meter} \end{aligned}$$

Lebar terowong ialah $2(15.81) = 31.62$ meter.

**3.** Lebar $= 2(2)$
$= 4$ meter

Kedalaman $= 1$ meter

**4.** $y = \frac{1}{400}x^2 - x + 150$

(a) Koordinat $x$ bagi verteks $= -\frac{b}{2a}$

$$= -\frac{(-1)}{2\left(\frac{1}{400}\right)}$$

$$= 200$$

Jarak titik minimum dengan setiap tiang ialah 200 meter.

(b) $f(200) = \frac{1}{400}(200)^2 - 200 + 150$

$= 50$

Tinggi jalan raya di atas paras air ialah 50 meter.

## Latihan Intensif 2.3 (Halaman 63)

**1.** (a) $f(x) = kx^2 - 4x + k - 3$

Fungsi kuadratik yang mempunyai satu pintasan-$x$ bermaksud fungsi mempunyai dua punca nyata yang sama.

Untuk dua punca nyata yang sama,

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 0 \\ (-4)^2 - 4(k)(k - 3) &= 0 \\ 16 - 4k^2 + 12k &= 0 \\ k^2 - 3k - 4 &= 0 \\ (k + 1)(k - 4) &= 0 \\ k = -1 \text{ atau } k &= 4 \end{aligned}$$

(b) $f(x) = 3x^2 - 4x - 2(2k + 4)$

Fungsi kuadratik yang menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza bermaksud fungsi mempunyai dua punca nyata dan berbeza.

Untuk dua punca nyata dan berbeza,

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &> 0 \\ (-4)^2 - 4(3)(-4k - 8) &> 0 \\ 16 + 48k + 96 &> 0 \\ 48k &> -112 \\ k &> -\frac{7}{3} \end{aligned}$$

**2.** $f(x) = mx^2 + 7x + 3$

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &< 0 \\ 7^2 - 4(m)(3) &< 0 \\ 49 - 12m &< 0 \\ 12m &> 49 \\ m &> 4.083 \end{aligned}$$

Nilai terkecil bagi $m$ ialah 5.

**3.** (a) $f(x) = x^2 + 6x + n$

$= x^2 + 6x + 3^2 - 3^2 + n$

$= (x + 3)^2 - 9 + n$

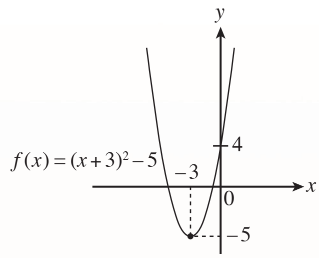
(b) $-9 + n = -5$

$n = 4$

(c) $f(x) = x^2 + 6x + 4$

$b^2 - 4ac = 6^2 - 4(1)(4)$
$= 36 - 16$
$= 20\ (> 0)$

Lengkung akan menyilang paksi-$x$ pada dua titik yang berbeza.




Titik minimum ialah $(-3, -5)$ dan paksi simetri ialah $x = -3$.

$f(0) = 0^2 + 6(0) + 4$
$= 4$

Pintasan-$y$ ialah 4.

**4.** $rx + 4 = x^2 - 4x + 5$

$x^2 + (-4 - r)x + 1 = 0$

Garis tidak menyilang lengkung,

$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &< 0 \\ (-4 - r)^2 - 4(1)(1) &< 0 \\ 16 + 8r + r^2 - 4 &< 0 \\ r^2 + 8r + 12 &< 0 \\ (r + 6)(r + 2) &< 0 \\ -6 < r &< -2 \end{aligned}$$

Garis ialah tangen kepada lengkung,

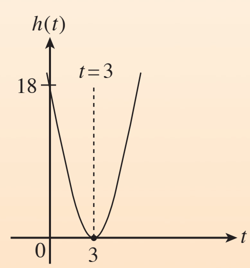
$$\begin{aligned} b^2 - 4ac &= 0 \\ (-4 - r)^2 - 4(1)(1) &= 0 \\ 16 + 8r + r^2 - 4 &= 0 \\ r^2 + 8r + 12 &= 0 \\ (r + 6)(r + 2) &= 0 \\ r = -6 \text{ atau } r &= -2 \end{aligned}$$

**5.** (a) Kelebaran graf berkurang. Paksi simetri graf dan nilai minimumnya tidak berubah.

(b) Graf dengan bentuk yang sama bergerak secara mengufuk 3 unit ke kanan. Persamaan paksi simetrinya menjadi $x = 4$ dan nilai minimumnya tidak berubah, iaitu 2.

(c) Graf dengan bentuk yang sama bergerak secara menegak 3 unit ke atas. Nilai minimumnya menjadi 5 dan paksi simetrinya tidak berubah, iaitu $x = 1$.

**6.** (a) $h(t) = 2(t - 3)^2$
$= 2t^2 - 12t + 18$
$= 2(t^2 - 6t + 9)$




$b^2 - 4ac = (-12)^2 - 4(2)(18)$
$= 144 - 144$
$= 0$

Lengkung menyentuh paksi-$t$ pada satu titik.

$$\begin{aligned} h(t) &= 0 \\ 2(t^2 - 6t + 9) &= 0 \\ 2(t - 3)^2 &= 0 \\ t &= 3 \end{aligned}$$

Lengkung menyentuh paksi-$t$ di $t = 3$.

$h(0) = 2(0 - 3)^2$
$= 18$

Pintasan-$h$ lengkung ialah 18.

(b) $r(t) = 2h(t)$
$= 2[2(t - 3)^2]$
$= 4t^2 - 24t + 36$

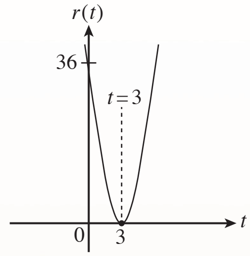
$= 4(t^2 - 6t + 9)$

$b^2 - 4ac = (-24)^2 - 4(4)(36)$

$= 576 - 576$

$= 0$

Lengkung menyentuh paksi-$t$ pada satu titik.




$r(t) = 0$

$4(t^2 - 6t + 9) = 0$

$4(t - 3)^2 = 0$

$t = 3$

Lengkung menyentuh paksi-$t$ di $t = 3$.

$r(0) = 4(0 - 3)^2$

$= 36$

Pintasan-$r$ lengkung ialah 36.

(c) Graf fungsi $h(t)$ dengan nilai $a = 2$ lebih lebar daripada graf $r(t)$ dengan nilai $a = 4$. Maka, burung yang diwakili oleh fungsi $r(t)$ bergerak pada kedudukan tertinggi, iaitu 36 m dari paras air berbanding burung yang diwakili oleh fungsi $h(t)$ dengan 18 m.

**7.** $f(x) = 3 - 4k - (k + 3)x - x^2$

$= -x^2 - (k + 3)x + 3 - 4k$

$b^2 - 4ac < 0$

$(-k - 3)^2 - 4(-1)(3 - 4k) < 0$

$k^2 + 6k + 9 + 12 - 16k < 0$

$k^2 - 10k + 21 < 0$

$(k - 7)(k - 3) < 0$

$3 < k < 7$

Maka, $p = 3$ dan $q = 7$.

**8.** (a) Koordinat-$x$ bagi verteks $= -\dfrac{b}{2a}$

$4 = -\dfrac{b}{2\left(\frac{1}{8}\right)}$

$b = -1$

(b) $y = \frac{1}{8}x^2 - x + c$

$b^2 - 4ac < 0$

$(-1)^2 - 4\left(\frac{1}{8}\right)c < 0$

$\frac{1}{2}c > 1$

$c > 2$

(c) $f(x) = \frac{1}{8}x^2 - x + c$

Pada verteks (4, 2),

$2 = \frac{1}{8}(4)^2 - 4 + c$

$2 = -2 + c$

$c = 4$

**9.** (a) Koordinat-$t$ bagi verteks $= -\dfrac{b}{2a}$

$$= -\frac{32}{2(-4)}$$

$$= 4$$

Jadi, bunga api itu meletup pada masa 4 saat.

(b) Apabila $t = 4$,

$$h(4) = -4(4)^2 + 32(4)$$
$$= -64 + 128$$
$$= 64$$

Jadi, bunga api itu meletup pada ketinggian 64 m.

**10.** $y = -(x - \alpha)(x - \beta)$

(a) (i) $\alpha$ (ii) $\beta$

(iii) $-\alpha\beta$ (iv) $\dfrac{\alpha + \beta}{2}$

(b) $\dfrac{\alpha + \beta}{2}$ ialah koordinat-$x$ bagi titik minimum graf dan $-\alpha\beta$ ialah pintasan-$y$ bagi graf tersebut.

**11.** $f(x) = x^2 - 4nx + 5n^2 + 1$

$$= x^2 - 4nx + \left(\frac{-4n}{2}\right)^2 - \left(\frac{-4n}{2}\right)^2 + 5n^2 + 1$$
$$= (x - 2n)^2 - 4n^2 + 5n^2 + 1$$
$$= (x - 2n)^2 + n^2 + 1$$

Diberi nilai minimum bagi $f(x)$ ialah $m^2 + 2n$.

Jadi, $n^2 + 1 = m^2 + 2n$

$$m^2 = n^2 - 2n + 1$$
$$= (n - 1)^2$$

$\therefore\ m = n - 1$ (tertunjuk)

**Latihan Pengukuhan** **(Halaman 66)**

**1.**

$$3x(x - 4) = (2 - x)(x + 5)$$
$$3x^2 - 12x = 2x + 10 - x^2 - 5x$$
$$4x^2 - 9x - 10 = 0$$

$$x = \frac{-(-9) \pm \sqrt{(-9)^2 - 4(4)(-10)}}{2(4)}$$

$$= \frac{9 \pm \sqrt{241}}{8}$$

$x = \dfrac{9 + \sqrt{241}}{8}$ atau $x = \dfrac{9 - \sqrt{241}}{8}$

$= 3.066$ $= -0.816$

**2.** (a)

$$(x - 4)^2 = 3$$
$$x^2 - 8x + 16 - 3 = 0$$

$x^2 - 8x + 13 = 0$

(b) Hasil tambah punca $= -\frac{b}{a}$

$= 8$

Hasil darab punca $= \frac{c}{a}$

$= 13$

(c) $b^2 - 4ac = (-8)^2 - 4(1)(13)$

$= 64 - 52$

$= 12\ (> 0)$

Persamaan mempunyai dua punca nyata dan berbeza.

**3.** (a) $x^2 + kx = k - 8$

$x^2 + kx - k + 8 = 0$

Untuk dua punca nyata yang sama,

$b^2 - 4ac = 0$

$k^2 - 4(1)(-k + 8) = 0$

$k^2 + 4k - 32 = 0$

$(k + 8)(k - 4) = 0$

$k = -8$ atau $k = 4$

(b) Untuk dua punca nyata dan berbeza,

$b^2 - 4ac > 0$

$k^2 + 4k - 32 > 0$

$(k + 8)(k - 4) > 0$

$k < -8$ atau $k > 4$

(c) Untuk punca nyata,

$b^2 - 4ac \geqslant 0$

$k^2 + 4k - 32 \geqslant 0$

$(k + 8)(k - 4) \geqslant 0$

$k \leqslant -8$ atau $k \geqslant 4$

**4.** (a) Apabila satu punca ialah $-2$,

$3(-2)^2 + p(-2) - 8 = 0$

$4 - 2p = 0$

$2p = 4$

$p = 2$

(b) $-\frac{p}{3} = \frac{1}{3}$

$p = -1$

**5.** $3hx^2 - 7kx + 3h = 0$

Untuk dua punca nyata yang sama,

$b^2 - 4ac = 0$

$(-7k)^2 - 4(3h)(3h) = 0$

$49k^2 - 36h^2 = 0$

$\frac{h^2}{k^2} = \frac{49}{36}$

$\frac{h}{k} = \frac{7}{6}$

Maka, $h : k = 7 : 6$.

$3hx^2 - 7kx + 3h = 0 \ldots ❶$

$h = \frac{7}{6}k \ldots ❷$

Gantikan ❷ ke dalam ❶.

$3\left(\frac{7}{6}k\right)x^2 - 7kx + 3\left(\frac{7}{6}k\right) = 0$

$\frac{7}{2}kx^2 - 7kx + \frac{7}{2}k = 0$

$7kx^2 - 14kx + 7k = 0 \ldots ❸$

Bahagikan ❸ dengan $7k$.

$x^2 - 2x + 1 = 0$

$(x - 1)^2 = 0$

$x = 1$

**6.** $x^2 - 7x + 10 > 0$

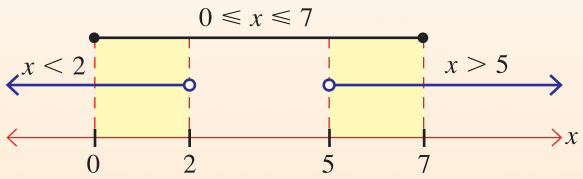
$(x - 2)(x - 5) > 0$

Julat nilai $x$ ialah $x < 2$ atau $x > 5$.

$x^2 - 7x \leqslant 0$

$x(x - 7) \leqslant 0$

Julat nilai $x$ ialah $0 \leqslant x \leqslant 7$.




Daripada garis nombor, julat nilai $x$ untuk $-10 < x^2 - 7x \leqslant 0$ ialah $0 \leqslant x < 2$ atau $5 < x \leqslant 7$.

**7.** (a) Punca-puncanya ialah 3 dan 7

(b) $p = -5$ dan $-\frac{1}{3}q = 4$

$q = -12$

(c) $x = 5$

(d) $3 < x < 7$

**8.** (a) $f(x) = x^2 + bx + c$

Pada $(2, 0)$, $0 = 2^2 + b(2) + c$

$2b + c = -4 \ldots ❶$

Pada $(6, 0)$, $0 = 6^2 + b(6) + c$

$6b + c = -36 \ldots ❷$

❷ – ❶: $4b = -32$

$b = -8$

Gantikan $b = -8$ ke dalam ❶.

$2(-8) + c = -4$

$c = 12$

(b) $f(x) = x^2 - 8x + 12$

Apabila $x = 4$,

$f(4) = 4^2 - 8(4) + 12$

$= -4$

Koordinat titik minimum ialah (4, –4).

(c) Apabila $f(x)$ ialah negatif, julat $x$ berada di bawah paksi-$x$. Maka, $2 < x < 6$.

(d) Apabila graf dipantulkan pada paksi-$x$, nilai maksimum ialah 4.

**9.** Katakan halaju bot ialah $v$.

Oleh sebab jumlah masa pergi dan balik ialah 6 jam, jadi,

$$\frac{24}{v-3} + \frac{24}{v+3} = 6$$

$$\frac{24(v+3) + 24(v-3)}{(v-3)(v+3)} = 6$$

$$\frac{48v}{v^2 - 9} = 6$$

$$48v = 6(v^2 - 9)$$

$$6v^2 - 48v - 54 = 0$$

$$v^2 - 8v - 9 = 0$$

$$(v + 1)(v - 9) = 0$$

$$v = -1 \text{ atau } v = 9$$

Maka, halaju bot ialah 9 km/j.

**10.** Katakan lebarnya ialah $w$. Jadi,

$$w^2 + (w + 6.8)^2 = 100^2$$

$$w^2 + w^2 + 13.6w + 46.24 = 10\ 000$$

$$2w^2 + 13.6w - 9953.76 = 0$$

$$w = \frac{-13.6 \pm \sqrt{13.6^2 - 4(2)(-9953.76)}}{2(2)}$$

$$= \frac{-13.6 \pm \sqrt{79815.04}}{4}$$

$$w = \frac{-13.6 + \sqrt{79815.04}}{4} \quad \text{atau} \quad x = \frac{-13.6 - \sqrt{79815.04}}{4}$$

$$= 67.229 \qquad\qquad = -74.029$$

Maka, lebarnya ialah 67.229 unit.

**11.** (a) $y = \frac{1}{5}x^2 - 24x + 700$

Katakan lantai sebagai paksi-$x$ dan dinding rumah sebagai paksi-$y$.

Pada paksi-$x$, $y = 0$

$$\frac{1}{5}x^2 - 24x + 700 = 0$$

$$x^2 - 120x + 3\ 500 = 0$$

$$(x - 50)(x - 70) = 0$$

$$x = 50 \quad \text{atau} \quad x = 70$$

Lebar bukaan longkang = 70 – 50

$= 20$ unit

(b) Koordinat-$x$ bagi titik minimum $= \dfrac{50 + 70}{2}$
$= 60$

Apabila $x = 60$, $y = \frac{1}{5}(60)^2 - 24(60) + 700$
$= -20$

Kedalaman minimum longkang ialah 20 unit.

**12.** (a) $y = a(x - 3)^2 + 2.5$

Pada titik (0, 2),

$2 = a(0 - 3)^2 + 2.5$

$9a = -\frac{1}{2}$

$a = -\frac{1}{18}$

Maka, $y = -\frac{1}{18}(x - 3)^2 + 2.5$

(b) Pada paksi-$x$, $y = 0$.

$$0 = -\frac{1}{18}(x - 3)^2 + 2.5$$
$$\frac{1}{18}(x - 3)^2 = 2.5$$
$$(x - 3)^2 = 45$$
$$x - 3 = \pm\sqrt{45}$$
$$x = 3 + \sqrt{45} \quad \text{atau} \quad x = 3 - \sqrt{45}$$
$$= 9.708 \qquad\qquad = -3.708$$

Jarak maksimum bagi jarak lontaran mengufuk yang dilakukan oleh Krishna ialah 9.708 m.