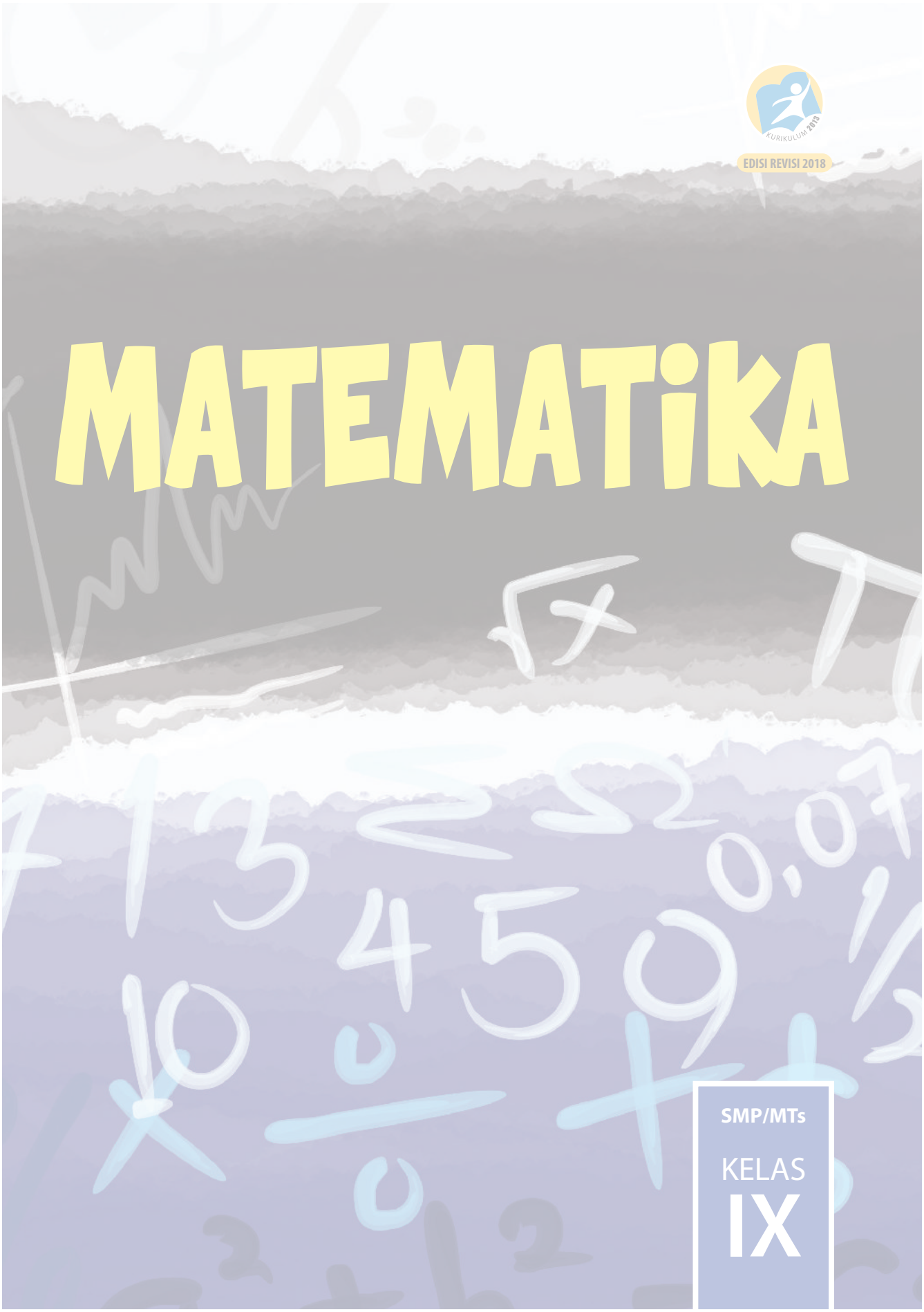

KURIKULUM 2013
EDISI REVISI 2018
MATEMATIKA
SMP/MTs
KELAS
IX

Hak Cipta © 2018 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Dilindungi Undang-Undang

***Disklaimer:*** *Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis dan laman http://buku.kemdikbud.go.id atau melalui email buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.*

*Katalog Dalam Terbitan (KDT)*

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
Matematika/ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- . Edisi Revisi Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018.
vi, 330 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas IX
ISBN 978-602-282-984-3 (jilid lengkap)
ISBN 978-602-282-989-8 (jilid 3)

1. Matematika -- Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

510

Penulis : Subchan, Winarni, Muhammad Syifa'ul Mufid, Kistosil Fahim, dan Wawan Hafid Syaifudin.

Penelaah : Agung Lukito, Turmudi, Sri Wardhani, St. Suwarno, dan Alhadi Bustamam.

Pe-*review* : Rachimin

Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.

Cetakan Ke-1, 2015 (ISBN: 978-602-282-989-8 (jilid 3))
Cetakan Ke-2, 2018 (Edisi Revisi)
Disusun dengan huruf Times New Roman, 11 pt.

# Kata Pengantar

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Berkat kuasa Allah SWT penulis bisa menuntaskan Buku Matematika Kelas IX SMP/MTs Kurikulum 2013 ini. Buku ini disusun berdasarkan Kurikulum 2013 yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. Selain itu, buku ini juga ditulis dengan menyesuaikan materi dan kompetensi yang berdasar standar internasional seperti PISA (*Program for International Student Assessment*) dan TIMSS (*The International Mathematics and Science Survey*).

Siswa dalam pembelajaran Kurikulum 2013 tidak diperkenankan lagi meminta guru untuk memberikan semua pengetahuan secara langsung atau dengan metode lama yaitu ceramah. Dalam pembelajaran berdasarkan kurikulum 2013, siswa akan diajak, diarahkan, dan dipandu oleh guru agar siswa secara aktif menggali pengetahuan, menemukan dan mengkontruksi suatu konsep dengan beraktivitas dan bernalar melalui kegiatan-kegiatan yang disajikan. Pembelajaran matematika diarahkan agar siswa mampu berpikir rasional, kritis dan kreatif, memiliki rasa ingin tahu yang tinggi pada ilmu pengetahuan, mampu berkomunikasi dan bekerjasama, jujur, konsisten, dan tangguh dalam menghadapi masalah. Untuk itu, pembelajaran dilakukan dengan pendekatan pembelajaran ilmiah yang mencakup lima hal, yaitu (1) mengamati suatu objek, fenomena, kejadian, atau informasi lainnya; (2) membuat pertanyaan/menanya; (3) menggali/mengumpulkan informasi/ mencoba; (4) menalar/mengasosiasi/menganalisa; dan (5) mengkomunikasikan.

Pembahasan materi dalam buku ini selalu didahului dengan pengetahuan konkret yang dijumpai siswa dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan konkret tersebut dipergunakan sebagai jembatan untuk menuju ke dunia matematika abstrak melalui pemanfaatan simbol-simbol matematika yang sesuai melalui permodelan. Sesampainya pada ranah abstrak, metode-metode matematika diperkenalkan untuk menyelesaikan model permasalahan yang diperoleh dan mengembalikan hasilnya pada ranah konkret. Sesuai dengan pendekatan yang dipergunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diharuskan untuk mencari dan mengeksplorasi sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersedian kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan dan media belajar lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Terkait dengan materi, dalam kurikulum 2013 sejak kelas VII telah diajarkan antara lain tentang data dan peluang; pola dan barisan bilangan, aljabar, dan bangun; serta transformasi geometri. Keseimbangan antara matematika angka dan matematika pola dan bangun selalu dijaga. Kompetensi pengetahuan bukan hanya sampai memahami secara konseptual tetapi sampai ke penerapan melalui pengetahuan prosedural dalam pemecahan masalah matematika termasuk dalam masalah dalam kehidupan nyata. Kompetensi keterampilan berfikir juga diasah untuk dapat memecahkan masalah yang membutuhkan pemikiran order tinggi seperti menalar pemecahan masalah melalui pemodelan, pembuktian dan perkiraan/pendekatan.

Implementasi kurikulum 2013 yang telah berjalan selama tiga tahun ini telah mendapat tanggapan yang positif dan masukan yang sangat berharga. Berbagai evaluasi dan revisi juga dilakukan oleh Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. Hal tersebut dipergunakan semaksimal mungkin, salah satunya dengan menyiapkan buku untuk menyempurnakan implementasi pada tahun ajaran 2016/2017 dan seterusnya. Sebagai edisi revisi pertama, buku ini sangat terbuka dan perlu dilakukan perbaikan untuk penyempurnaan. Oleh karena itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Kritik, saran, dan masukan dapat disampaikan melalui email. Atas kontribusi tersebut, kami mengucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan Indonesia yang lebih baik.

Selamat belajar putra-putri Indonesia, generasi penerus bangsa tercinta. Kelak di tanganmulah bangsa, negara bahkan dunia ini. Belajarlah dengan sungguh-sungguh, niatkanlah untuk mempersiapkan bekal dunia dan akhiratmu. Semoga Allah SWT senantiasa memberi kekuatan dan memudahkan langkahmu dalam jalan kebaikan.

Jakarta, Januari 2016

Tim Penulis

# DAFTAR ISI


**Kata Pengantar** ..... iii

**Daftar Isi** ..... iv

**Bab I Perpangkatan dan Bentuk Akar** ..... **1**

Tokoh Matematika ..... 3

1.1 Bilangan Berpangkat ..... 4

Latihan 1.1 Bilangan Berpangkat ..... 10

1.2 Perkalian pada Perpangkatan ..... 12

Latihan 1.2 Perkalian pada Perpangkatan ..... 20

1.3 Pembagian pada Perpangkatan ..... 22

Latihan 1.3 Pembagian pada Perpangkatan ..... 30

1.4 Pangkat Nol, Pangkat Negatif, dan Bentuk Akar ..... 32

Latihan 1.4 Pangkat Nol, Pangkat Negatif, dan Bentuk Akar ..... 46

1.5 Notasi Ilmiah (Bentuk Baku) ..... 50

Latihan 1.5 Notasi Ilmiah (Bentuk Baku) ..... 55

Proyek 1 ..... 57

Uji Kompetensi 1 ..... 58

**Bab II Persamaan dan Fungsi Kuadrat** ..... **63**

Tokoh Matematika ..... 65

2.1 Persamaan Kuadrat ..... 66

Latihan 2.1 Persamaan Kuadrat ..... 81

2.2 Grafik Fungsi Kuadrat ..... 82

Latihan 2.2 Grafik Fungsi Kuadrat ..... 92

2.3 Sumbu Simetri dan Nilai Optimum ..... 93

Latihan 2.3 Sumbu Simetri dan Nilai Optimum ..... 102
2.4 Menentukan Fungsi Kuadrat ..... 103
Latihan 2.4 Menentukan Fungsi Kuadrat ..... 115
2.5 Aplikasi Fungsi Kuadrat ..... 116
Latihan 2.5 Aplikasi Fungsi Kuadrat ..... 126
Proyek 2 ..... 128
Uji Kompetensi 2 ..... 129

**Bab III Transformasi ..... 133**
Tokoh Matematika ..... 135
3.1 Pencerminan (Refleksi) ..... 136
Latihan 3.1 Pencerminan (Refleksi) ..... 149
3.2 Pergeseran (Translasi) ..... 152
Latihan 3.2 Pergeseran (Translasi) ..... 158
3.3 Rotasi ..... 162
Latihan 3.3 Perpuatan (Rotasi) ..... 169
3.4 Dilatasi ..... 172
Latihan 3.4 Dilatasi ..... 179
Proyek 3 ..... 182
Uji Kompetensi 3 ..... 191

**Bab IV Kekongruenan dan Kesebangunan ..... 199**
Tokoh Matematika ..... 201
4.1 Kekongruenan Bangun Datar ..... 202
Latihan 4.1 Kekongruenan Bangun Datar ..... 212
4.2 Kekongruenan Dua Segitiga ..... 216
Latihan 4.2 Kekongruenan Dua Segitiga ..... 226
4.3 Kesebangunan Bangun Datar ..... 228
Latihan 4.3 Kesebangunan Bangun Datar ..... 238

4.4 Kesebangunan Dua Segitiga ..... 242
Latihan 4.4 Kesebangunan Dua Segitiga ..... 254
Proyek 4 ..... 259
Uji Kompetensi 4 ..... 261

**Bab V Bangun Ruang Sisi Lengkung ..... 269**
Tokoh Matematika ..... 271
5.1 Tabung ..... 272
Latihan 5.1 Tabung ..... 280
5.2 Kerucut ..... 283
Latihan 5.2 Kerucut ..... 293
5.3 Bola ..... 296
Latihan 5.3 Bola ..... 303
Proyek 5 ..... 306
Uji Kompetensi 5 ..... 307

**Daftar Pustaka ..... 314**
**Glosarium ..... 319**
**Indeks ..... 321**
**Profil Penulis ..... 322**
**Profil Penelaah ..... 327**
**Profil Editor ..... 329**
**Profil Ilustrator ..... 330**

Belajar memang melelahkan,
namun lebih lelah nanti jikalau saat ini tidak belajar.

# Bab III

# Transformasi

## Kata Kunci

- *Refleksi*
- *Translasi*
- *Rotasi*
- *Dilatasi*

## Kompetensi Dasar

3.5 *Menjelaskan transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi) yang dihubungkan dengan masalah kontekstual.*

4.5 *Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan transformasi geometri (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi).*




*Sumber: Dokumen Kemdikbud*

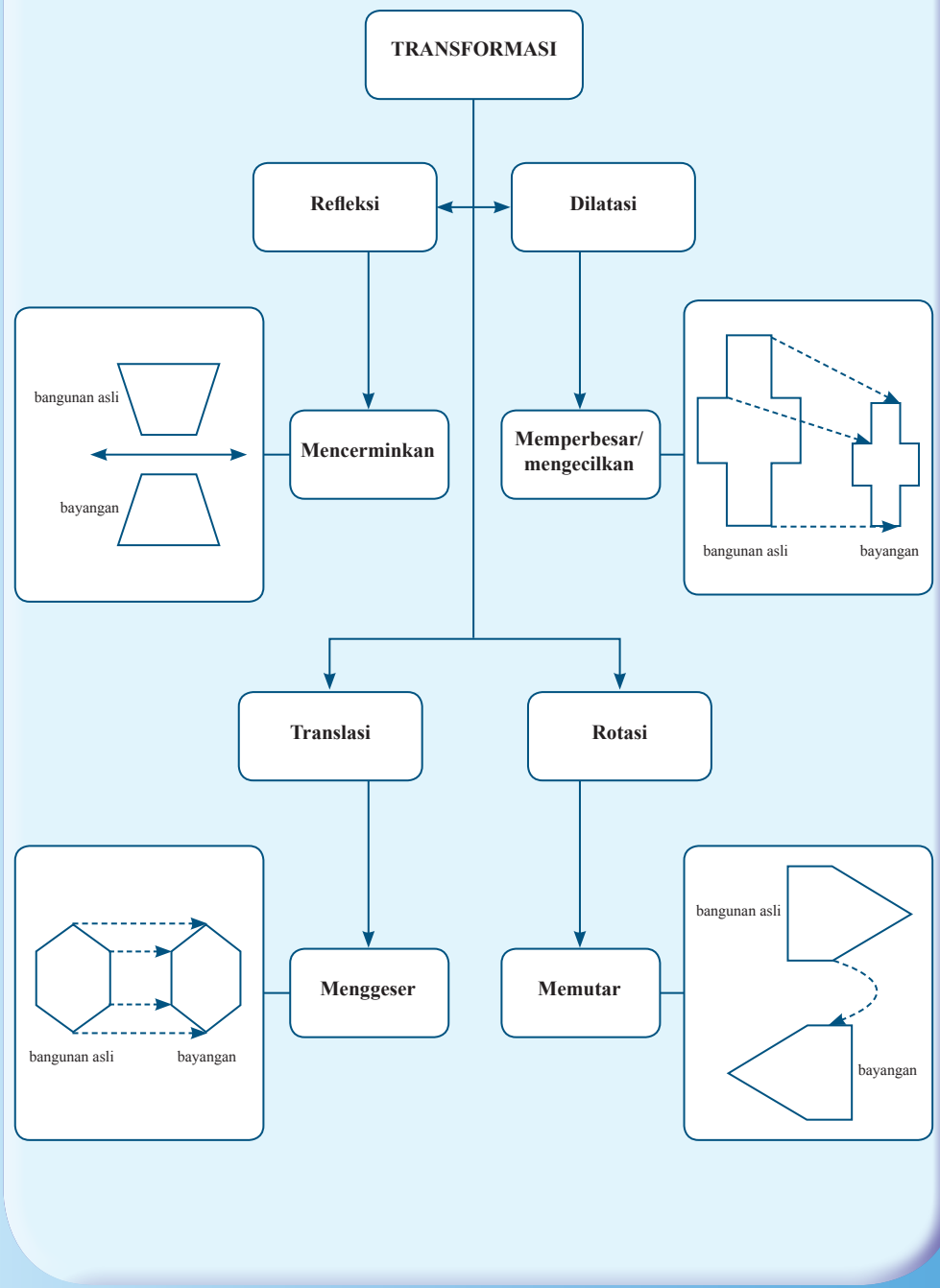
*Apakah kalian pernah memindahkan atau menggeser suatu benda dari suatu tempat ke tempat lainnya? Ketika kalian memindahkan suatu benda ke tempat lain maka bentuk benda tetaplah seperti semula, hanya saja posisi dari benda telah berubah dari posisi awalnya.Apakah kalian pernah memperhatikan bentuk dari bayangan kalian saat bercermin? Bagaimana caramu untuk menggambar bayangan benda hasil suatu pencerminan?*

*Pernahkah kamu memperhatikan suatu roda sepeda yang sedang berputar searah maupun berlawanan dengan jarum jam? Apakah roda sepeda tersebut sedang berotasi? Hal-hal apa saja yang mempengaruhi rotasi suatu benda? Apakah kamu mengetahui apa itu dilatasi pada suatu benda? Faktor apa saja yang mempengaruhi dilatasi? Kamu akan mengetahui jawaban dari setiap pertanyaan dan permasalahan tersebut dengan menggunakan transformasi geometri. Konsep mengenai transformasi pada benda akan kita pelajari bersama di Bab 3 ini.*

## Pengalaman Belajar

1. *Menggambar bayangan benda hasil refleksi pada cermin.*
2. *Mengenali garis simetri serta menentukan banyak simetri lipat suatu benda.*
3. *Menggambar bayangan benda hasil transformasi (refleksi, translasi, rotasi, atau dilatasi).*
4. *Menentukan koordinat bayangan benda hasil transformasi (refleksi, translasi, rotasi, atau dilatasi) pada koordinat kartesius.*
5. *Menentukan pasangan bilangan translasi yang menggerakkan bangun datar maupun titik pada koordinat kartesius.*
6. *Menentukan apakah dilatasi merupakan pembesaran atau pengecilan.*
7. *Menentukan faktor skala untuk dilatasi yang diberikan.*
8. *Menggambar dan menentukan koordinat bayangan hasil transformasi berulang.*
9. *Menerapkan transformasi dalam masalah nyata (seni dan alam).*

## Peta Konsep


TRANSFORMASI
Refleksi
Dilatasi
bangunan asli
bayangan
Mencerminkan
Memperbesar/
mengecilkan
bangunan asli
bayangan
Translasi
Rotasi
bangunan asli
bayangan
Menggeser
Memutar
bangunan asli
bayangan



*Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Alhazen*

**Ibnu al-Haytham**

Ibnu al-Haytham adalah salah satu saintis besar yang hidup antara tahun 965-1038 M, tepatnya lahir pada 1 Juli 965 di Bashra, Irak. Nama lengkapnya Abū ʿAlī al-Ḥasan ibn al-Ḥasan Ibn al-Haytham. Masyarakat barat mengenalnya dengan nama Alhazen. Ibn al-Haytham hidup di masa Daulah Abbasiyah, salah satu dinasti muslim besar yang pernah berkuasa di Timur Tengah hingga Eropa.

Alhazen seorang *prolific* tulen. Karyanya mencapai lebih dari 185 buah, ia juga seorang *polymath* sejati sebab karyanya meliputi berbagai bidang keilmuan seperti matematika, fisika, astronomi, metafisika, anatomi tubuh, akuntansi hingga kaligrafi. Namanya sering dikaitkan dengan *camera obscura* yang merupakan cikal bakal kamera saat ini. Ia memperkenalkan nama bagian-bagian mata yang kita kenal melalui terjemah Latinnya seperti *vitreous humour*, *aqueous humour*, retina, kornea, dan lain-lain. Ia meredakan polemik beratus tahun lamanya tentang teori penglihatan, memunculkan permasalahan klasik dalam matematika di mana dunia mengenalnya dengan *Alhazen's Problem* yang baru dapat dipecahkan secara eksak pada 1997 oleh matematikawan Oxford Peter Neumann.

Karya Ibnu al-Haytham di bidang optik pada masa itu seakan melampaui jaman. Dari eksperimen yang dilakukan, Ibn al-Haytham berkesimpulan bahwa cahaya merambat lurus. Ia mengembangkan konsep pemantulan pada cermin parabolik. Ia juga melakukan eksperimen untuk pembiasan. Konvensi "sudut datang" dan "sudut bias" adalah temuannya, dan hingga kini masih digunakan dalam hukum pembiasan Snellius. Ibn al-Haytham jugalah yang menyatakan bahwa ketika cahaya memasuki suatu medium yang lebih rapat, cahaya tersebut bergerak lebih lambat. Pendapatnya tentang pembiasan itu digunakannya untuk menjelaskan fenomena fajar/senja, dengan menyatakan bahwa fajar/senja terjadi karena matahari berada di bawah ufuk (horizon) sehingga cahayanya dibiaskan oleh atmosfer. Karya Ibnu al-Haytham dalam bidang optik ini berkaitan erat dengan salah satu aplikasi matematika di bidang transformasi geometri, yaitu refleksi.

*Sumber: Buku Ibn al-Haytham Sang Pembawa Cahaya Sains (Usep Muhamad Ishaq), Wikipedia.*

***Hikmah yang bisa diambil***

1. Kita harus terus berusaha untuk mencapai keberhasilan.
2. Kita harus mau dan mampu melakukan pembuktian-pembuktian tentang fenomena alam sekitar yang merupakan bukti kekuasaan Tuhan melalui keilmuan yang diketahui manusia.

## 3.1 Pencerminan (Refleksi)



***Pertanyaan Penting***

Bagaimana caramu untuk menggambar bayangan hasil pencerminan suatu benda? Bagaimana caramu menentukan koordinat bayangan hasil pencerminan pada koordinat kartesius? Supaya kamu dapat mengetahui dan memahami jawaban pertanyaan di atas lakukanlah kegiatan-kegiatan di bawah ini.

.

### Kegiatan 1 Pencerminan Suatu Benda

Ketika melihat foto bangunan di samping, maka kamu akan melihat bayangan dari bangunan tersebut pada permukaan air. Perhatikan bahwa setiap titik dari bangunan asli di atas garis air memiliki titik yang bersesuaian dengan bayangannya pada air. Jarak dari semua titik pada bangunan asli ke permukaan air sama besarnya dengan jarak dari bayangan titik tersebut ke permukaan air. Bayangan dari bangunan tersebut pada air dikenal dengan **refleksi** (**pencerminan**) bangunan pada air.



*Sumber: https://pixabay.com*
**Gambar 3.1** Foto Pencerminan Bangunan pada Air

Refleksi atau pencerminan merupakan salah satu jenis transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu bidang (atau bangun geometri) dengan menggunakan sifat benda dan bayangannya pada cermin datar. Perhatikan gambar di bawah.

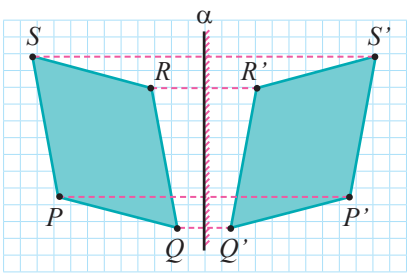


Apakah kamu ingat saat bercermin? Pada saat mendekati cermin, tampak bayanganmu juga akan mendekati cermin. Ketika kamu bergerak menjauhi cermin, bayanganmu juga akan menjauhi cermin.

Sifat bayangan benda yang dibentuk oleh pencerminan di antaranya sebagai berikut.

- Bayangan suatu bangun yang dicerminkan memiliki bentuk dan ukuran yang sama dengan bangun aslinya.
- Jarak bayangan ke cermin sama dengan jarak benda aslinya ke cermin.
- Bayangan bangun pada cermin saling berhadapan dengan bangun aslinya.

Gambar di samping merupakan contoh pencerminan (refleksi) dari segi empat *PQRS* terhadap garis α sehingga menghasilkan bayangan yaitu segi empat *P'Q'R'S'*.




Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menggambar bayangan hasil refleksi segi empat *PQRS* terhadap garis α.

Langkah 1 Gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap garis α dari *P*, *Q*, *R*, dan *S*.

Langkah 2 Tentukan titik *P'*, *Q'*, *R'*, dan *S'* sehingga garis α tegak lurus dan membagi *PP'*, *QQ'*, *RR'*, dan *SS'* sama panjang. Titik *P'*, *Q'*, *R'*, dan *S'* merupakan bayangan titik *P*, *Q*, *R*, dan *S*.

Langkah 3 Hubungkan titik-titik *P'*, *Q'*, *R'*, dan *S'*. Oleh karena *P'*, *Q'*, *R'*, dan *S'* merupakan bayangan dari *P*, *Q*, *R*, dan *S* yang direfleksikan oleh garis α, maka segi empat *P'Q'R'S'* merupakan bayangan segi empat *PQRS*.



***Ayo Kita Menanya***

Setelah kamu mengamati contoh-contoh pencerminan (refleksi) serta cara membuat bayangan hasil pencerminan suatu bangun datar pada Kegiatan 1, sekarang buatlah pertanyaan dengan menggunakan kata pencerminan (refleksi).

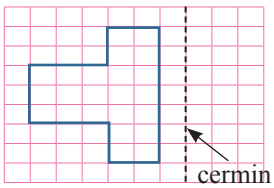
## Kegiatan 2 Menggambar Bayangan Hasil Pencerminan

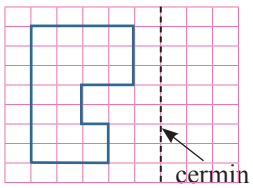


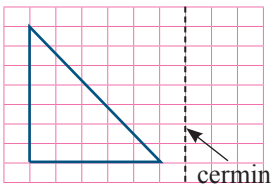
***Ayo Kita Mencoba***

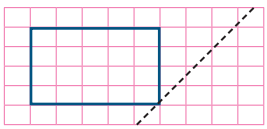
Sediakan kertas milimeter (kertas berpetak). Lakukanlah kegiatan berikut ini.

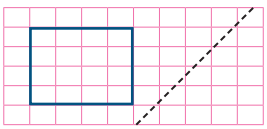
Salinlah gambar berikut ini pada kertas berpetak yang telah kamu sediakan. Gambar bayangan dari tiap-tiap bangun datar sesuai dengan garis refleksi tiap-tiap gambar. Ikuti langkah-langkah menggambar bayangan hasil pencerminan suatu bangun datar pada Kegiatan 1.

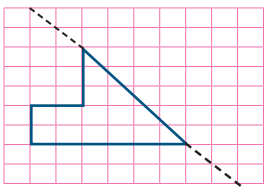
a. 


b. 


c. 


d. 

e. 

f. 



***Dikusi dan Berbagi***

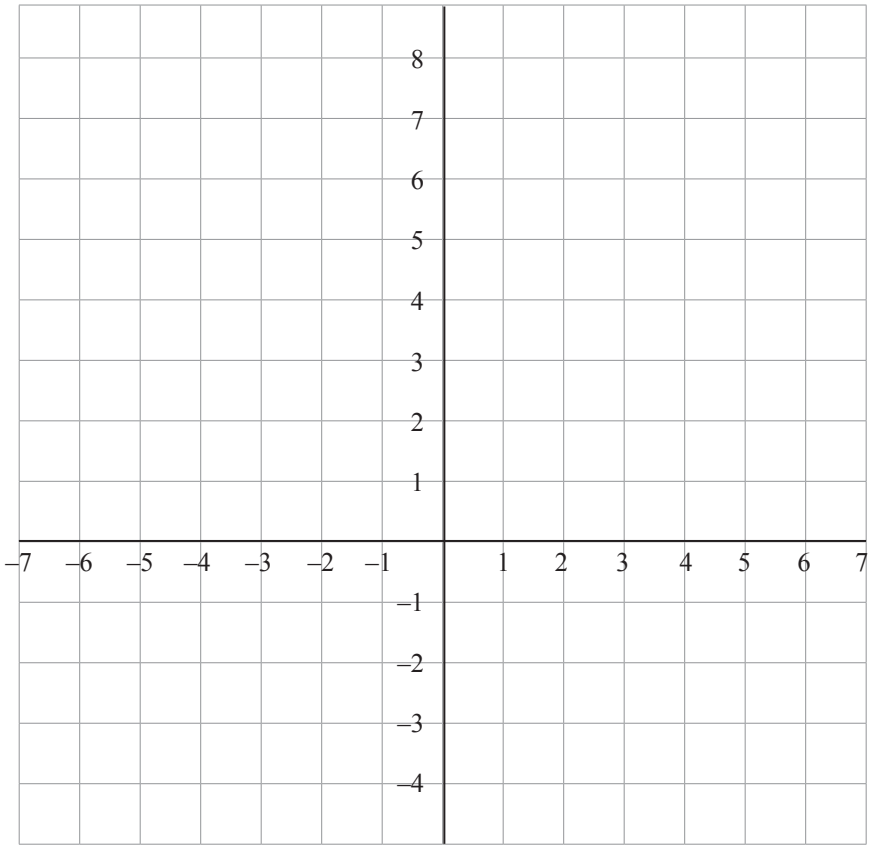
Setelah kamu selesai menggambar bayangan hasil pencerminan dari tiap-tiap bangun datar, selanjutnya diskusikan hasil yang telah kamu dapatkan dengan teman sebangkumu. Periksalah apakah kalian memiliki jawaban yang sama. Majulah ke depan kelas, bagikan hasil diskusimu kepada teman sekelasmu.

## Kegiatan 3 Pencerminan pada Bidang Koordinat



***Ayo Kita Mencoba***

Buatlah kelompok yang terdiri atas 5 anak.Sediakan kertas karton berukuran minimal 1 × 1 meter, spidol, penggaris, dan 10 tutup botol minuman bekas. Pada bagian belakang tutup botol berikan selotip sehingga tutup botol tersebut dapat ditempelkan pada kertas. Gambarlah koordinat kartesius pada kertas karton dengan menggunakan spidol dan penggaris seperti gambar di samping ini. Setiap anak, secara bergantian, diberikan tugas untuk melakukan Subkegiatan 3.1 sampai dengan Subkegiatan 3.5




**Sub Kegiatan 3.1**

1. Letakkan tutup botol pada koordinat *A* (3, 4).
2. Gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap sumbu-*x* dari titik *A*.
3. Hitung jarak titik *A* terhadap sumbu-*x*. Berapa satuan jarak titik *A* terhadap sumbu-*x*?
4. Tentukan titik *A'* sehingga garis yang menghubungkan titik *A* dan *A'* (disebut garis *AA'*) tegak lurus terhadap sumbu-*x* dan sumbu-*x* membagi garis *AA'* menjadi 2 bagian sama panjang. Letakkan tutup botol berikutnya pada titik *A'*. Berapakah koordinat titik *A'*? (Keterangan: titik *A'* merupakan hasil pencerminan titik *A* terhadap sumbu-*x*)
5. Apakah koordinat-*x* dari titik *A* dan *A'* sama? Apakah koordinat-*y* dari titik *A* dan *A'* berlawanan?

**Sub Kegiatan 3.2**

1. Letakkan tutup botol pada koordinat $B$ (2, 3).
2. Gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap sumbu-$y$ dari titik $B$.
3. Hitung jarak titik $B$ terhadap sumbu-$y$. Berapa satuan jarak titik $B$ terhadap sumbu-$y$?
4. Tentukan titik $B'$ sehingga garis yang menghubungkan titik $B$ dan $B'$ (disebut garis $BB'$) tegak lurus terhadap sumbu-$y$ dan sumbu-$y$ membagi garis $BB'$ menjadi 2 bagian sama panjang. Letakkan tutup botol berikutnya pada titik $B'$. Berapakah koordinat titik $B'$? (Keterangan: titik $B'$ merupakan hasil pencerminan titik $B$ terhadap sumbu-$y$).
5. Apakah koordinat-$y$ dari titik $B$ dan $B'$ sama? Apakah koordinat-$x$ dari titik $B$ dan $B'$ berlawanan?

**Sub Kegiatan 3.3**

1. Letakkan tutup botol pada koordinat $C$ (4, 4).
2. Gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap titik asal dari titik $C$.
3. Hitung jarak titik $C$ terhadap titik asal O (0, 0). Berapa satuan jarak titik $C$ terhadap titik asal O (0, 0)?
4. Tentukan titik $C'$ sehingga garis yang menghubungkan titik $C$ dan $C'$ (disebut garis $CC'$) tegak lurus terhadap titik asal dan membagi garis $CC'$ menjadi 2 bagian sama panjang. Letakkan tutup botol berikutnya pada titik $C'$. Berapakah koordinat titik $C'$? (Keterangan: titik $C'$ merupakan hasil pencerminan titik $C$ terhadap titik asal).
5. Apakah koordinat-$x$ dan $y$ dari titik $C$ dan $C'$ berlawanan semua?

**Sub Kegiatan 3.4**

1. Letakkan tutup botol pada koordinat $D$ (4, 5).
2. Gambar garis $y = x$ pada koordinat kartesius tersebut. Kemudian gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap titik asal dari titik $D$.
3. Gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap garis $y = x$ dari titik $D$.
4. Hitung jarak titik D terhadap garis $y = x$. Berapa satuan jarak titik $D$ terhadap garis $y = x$?

5. Tentukan titik *D'* sehingga garis yang menghubungkan titik *D* dan *D'* (disebut garis *DD'*) tegak lurus terhadap garis $y = x$ dan membagi garis *DD'* menjadi 2 bagian sama panjang. Letakkan tutup botol berikutnya pada titik *D'*. Berapakah koordinat titik *D'*? (Keterangan: titik *D'* merupakan hasil pencerminan titik *D* terhadap garis $y = x$).
6. Apakah koordinat $-x$ dan $y$ dari titik *D* dan *D'* saling berkebalikan?

**Sub Kegiatan 3.5**

1. Letakkan tutup botol pada koordinat *E* (5, 7).
2. Gambar garis $y = -x$ pada koordinat kartesius tersebut. Kemudian gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap titik asal dari titik *E*.
3. Gambar ruas garis yang tegak lurus terhadap garis $y = -x$ dari titik *E*.
4. Hitung jarak titik *E* terhadap garis $y = -x$. Berapa satuan jarak titik *E* terhadap garis $y = -x$?
5. Tentukan titik *E'* sehingga garis yang menghubungkan titik *E* dan *E'* (disebut garis *EE'*) tegak lurus terhadap garis $y = -x$ dan membagi garis *EE'* menjadi 2 bagian sama panjang. Letakkan tutup botol berikutnya pada titik *E'*. Berapakah koordinat titik *EE'*? (Keterangan: titik *E'* merupakan hasil pencerminan titik *E* terhadap garis $y = -x$)
6. Apakah koordinat $-x$ dan $y$ dari titik *E* dan *E'* saling berkebalikan serta berlawanan?



***Ayo Kita Menanya***

Setelah kamu melakukan Kegiatan 3 di atas, sekarang buatlah pertanyaan dengan menggunakan beberapa kata berikut ini: koordinat, bayangan, refleksi, sumbu-$x$, sumbu-$y$, titik asal, garis $y = x$, garis $y = -x$. Tuliskan pertanyaanmu tersebut dengan rapi pada buku tulismu.



***Ayo Kita Gali Informasi***

Setelah kamu melakukan Kegiatan 3 bersama teman kelompokmu, coba kamu amati koodinat hasil pencerminan pada tiap-tiap sub kegiatan. Lengkapi Tabel 3.1 berikut ini berdasarkan Kegiatan 3 yang telah kamu lakukan sebelumnya.

**Tabel 3.1** Titik Koordinat Hasil Pencerminan

| No. | Titik Koordinat | Pencerminan Terhadap | Titik Koordinat Bayangan |
|---|---|---|---|
| 1. | $A$ (..., ...) | | |
| 2. | $B$ (..., ...) | | |
| 3. | $C$ (..., ...) | | |
| 4. | $D$ (..., ...) | | |
| 5. | $E$ (..., ...) | | |



***Dikusi dan Berbagi***

Setelah kamu mengisi Tabel 3.1, jawablah pertanyaan berikut ini melalui diskusi bersama teman sekelompokmu.

Untuk sembarang titik $(x, y)$ yang dicerminkan terhadap:
1. sumbu-$x$
2. sumbu-$y$
3. titik asal O (0, 0)
4. garis $y = x$
5. garis $y = -x$

bagaimana koordinat dari masing-masing bayangannya?

Tuliskan jawabnmu tersebut pada kertas dan paparkan kepada teman sekelasmu.

## Kegiatan 4 Pencerminan Terhadap Garis Sejajar Sumbu-$x$ dan Sumbu-$y$



***Ayo Kita Mencoba***

Sediakan kertas milimeter (kertas berpetak). Kemudian buatlah koordinat kartesius pada kertas tersebut. Lakukanlah kegiatan di bawah ini.

1. Gambarlah segitiga $ABC$ dengan koordinat titik sudut $A$ (3, 9), $B$ (3, 3), dan $C$ (6, 3), kemudian gambarlah garis $y = 1$. Dengan menggunakan cara yang sama pada kegiatan-kegiatan yang telah kamu lakukan sebelumnya, gambar bayangan hasil pencerminan segitiga $ABC$ terhadap garis $y = 1$. Bayangan hasil pencerminan tersebut selanjutnya disebut dengan segitiga $ABC_1$ dengan koordinat titik sudutnya antara lain $A_1'$, $B_1'$, dan $C_1'$.
2. Setelah kamu mendapatkan gambar bayangan hasil pencerminan segitiga $ABC$ terhadap garis $y = 1$, selanjutnya gambar garis $x = -2$. Dengan cara yang sama, gambar bayangan hasil pencerminan segitiga $ABC$ terhadap garis $x = -2$. Bayangan hasil pencerminan tersebut selanjutnya disebut dengan segitiga $ABC_2$ dengan koordinat titik sudutnya antara lain $A_2'$, $B_2'$, dan $C_2'$.
3. Berapakah koordinat dari $A_1'$, $B_1'$, $C_1'$, $A_2'$, $B_2'$, dan $C_2'$?



***Ayo Kita Gali Informasi***

Amati koordinat bayangan hasil pencerminan segitiga $ABC$ terhadap garis $y = 1$ dan garis $x = -2$, selanjutnya lengkapilah tabel di bawah ini.

**Tabel 3.2** Koordinat Titik Sudut Awal dan Bayangan Hasil Pencerminan Terhadap Garis $y = 1$

| Koordinat Awal | Koordinat Bayangan Pada Sumbu-$x$ | Koordinat Bayangan Pada Sumbu-$y$ |
|---|---|---|
| $A$ (3, 9) | ... | $-7 = 2 \times 1 - 9$ |
| $B$ (3, 3) | ... | ... |
| $C$ (6, 3) | ... | ... |

angka 1 menunjukkan bahwa bangun segitiga $ABC$ direfleksikan terhadap garis $y = 1$

angka 9 menunjukkan bahwa koordinat awal titik $A$ pada sumbu-$y$ adalah 9

**Tabel 3.3** Koordinat Titik Sudut Awal dan Bayangan Hasil Pencerminan TerhadapaGaris $x = 2$

| Koordinat Awal | Koordinat Bayangan Pada Sumbu-$x$ | Koordinat Bayangan Pada Sumbu-$y$ |
|---|---|---|
| $A$ (3, 9) | $-7 = 2 \times (-2) - 3$ | ... |
| $B$ (3, 3) | ... | ... |
| $C$ (6, 3) | ... | ... |

angka –2 menunjukkan bahwa bangun segitiga $ABC$ direfleksikan terhadap garis $x = -2$

angka 3 menunjukkan bahwa koordinat awal titik $A$ pada sumbu-$x$ adalah 3



***Dikusi dan Berbagi***

Setelah kamu melakukan Kegiatan 4 di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini melalui diskusi dengan teman sebangkumu.

1. Pada pencerminan segitiga $ABC$ terhadap garis $y = 1$, apakah koordinat-$x$ dari titik sudut segitiga $ABC$ dan bayangannya sama? Menurutmu apakah jika segitiga $ABC$ dicerminkan terhadap sembarang garis $y = h$, dengan $h$ merupakan bilangan bulat (garis $y = h$ merupakan garis yang sejajar dengan sumbu-$x$) maka koordinat titik sudut pada sumbu-$x$ dari bayangannya akan selalu sama dengan bangun aslinya?
2. Berdasarkan Kegiatan 4 dan hasil pengamatanmu pada Tabel 3.2 di atas, menurutmu bagaimana rumus untuk mendapatkan koordinat bayangan pada sumbu-$y$ dari suatu titik yang direfleksikan terhadap garis $y = h$?
3. Pada pencerminan segitiga $ABC$ terhadap garis $x = -2$, Apakah koordinat-$y$ dari titik sudut segitiga $ABC$ dan bayangannya sama? Menurutmu apakah jika segitiga $ABC$ dicerminkan terhadap sembarang garis $x = h$, dengan $h$ merupakan bilangan bulat (garis $x = h$ merupakan garis yang sejajar dengan sumbu-$y$) maka koordinat titik sudut pada sumbu-$y$ dari bayangannya akan selalu sama dengan bangun aslinya?

4. Berdasarkan Kegiatan 4 dan hasil pengamatanmu pada Tabel 3.3 di atas, menurutmu bagaimana rumus untuk mendapatkan koordinat bayangan pada sumbu-$x$ dari suatu titik yang direfleksikan terhadap garis $x = h$?

Tuliskan jawabnmu tersebut pada kertasdan paparkan kepada teman sekelasmu.

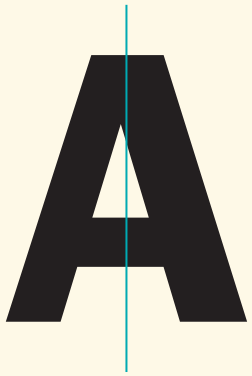
**Sedikit Informasi**

**Simetri Lipat**

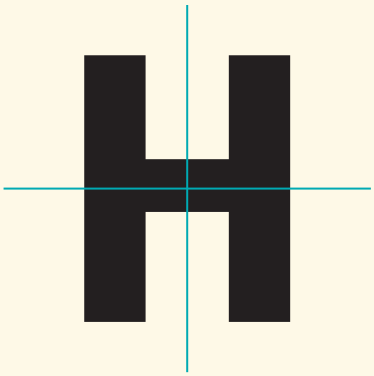
Beberapa gambar dapat dilipat sedemikian sehingga setengah bangun tersebut sama dengan bagian yang lain. Lipatan yang dimaksud merupakan garis refleksi yang disebut **garis simetri** atau **simetri lipat**.



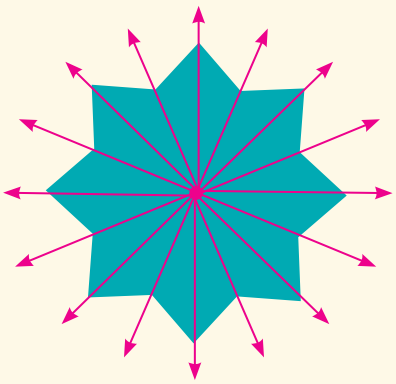

Huruf G tidak memiliki simetri lipat




Huruf A memiliki 1 simetri lipat




Huruf H memiliki 2 simetri lipat



Memiliki lebih dari 2 simetri lipat



**Ayo Kita Menalar**

Setelah kamu melakukan Kegiatan 1 sampai dengan Kegiatan 4, jawablah pertanyaan berikut ini.

1. Tunjukkan bahwa bayangan sebuah titik yang direfleksikan terhadap titik asal sama dengan bayangan titik tersebut jika direfleksikan terhadap sumbu -$x$ dan dilanjutkan refleksi di sumbu-$y$.
2. Diketahui segitiga $ABC$ yang titik sudutnya di $A$ (3, 2), $B$ (4, 4), dan $C$ (1, 3). Gambarlah segitiga tersebut kemudian gambar hasil bayangannya jika dicerminkan terhadap:
   a. Sumbu-$x$
   b. Sumbu-$y$
   c. Titik asal O (0,0)
   d. Garis $y = x$
   e. Garis $y = –x$
   f. Garis $y = 2$
   g. Garis $x = 3$



**Ayo Kita Simpulkan**

Berdasarkan Kegiatan 1, kesimpulan apa yang kamu peroleh?

Berdasarkan Kegiatan 3 dan Kegiatan 4 di atas, kesimpulan apa yang kamu peroleh? Perhatikan contoh kesimpulan berikut ini.

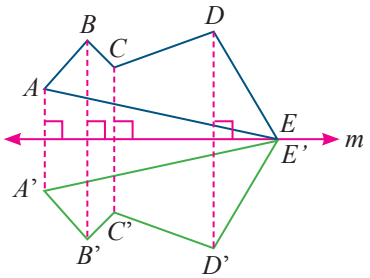
Berdasarkan Subkegiatan 3.1 diperoleh kesimpulan bahwa untuk sebarang titik koordinat $(x, y)$ jika dicerminkan terhadap sumbu-$x$ maka koordinat-$x$ tetap sedangkan koordinat-$y$ berlawanan. Sehingga hasil refleksi sembarang titik $(x, y)$ terhadap sumbu-$x$ akan menghasilkan bayangan dengan koordinat $(x, –y)$ atau dapat ditulis $(x, y) \rightarrow (x, –y)$.

Buatlah kesimpulan seperti contoh di atas jika diketahui sebarang titik koordinat $(x, y)$ dicerminkan terhadap sumbu-$y$, titik asal O (0, 0), garis $y = x$, garis $y = –x$, garis $y = h$, dan garis $x = h$.

## Materi Esensi 3.1 Pencerminan (Refleksi)

Refleksi atau pencerminan merupakan satu jenis transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu bidang dengan mengggunakan sifat bayangan cermin dari titik-titik yang dipindahkan. Perhatikan gambar di bawah.

Gambar di samping menunjukkan contoh refleksi (pencerminan) bangun datar *ABCDE* pada garis *m*. Perhatikan bahwa ruas garis yang menghubungkan titik dan bayangannya tegak lurus terhadap garis *m*. Garis *m* disebut **garis refleksi** untuk *ABCDE* dan bayangannya *A'B'C'D'E'*.




Karena *E* terletak pada garis refleksi, titik awal dan bayangannya berada di titik yang sama. Jarak antara *A* terhadap garis *m* sama dengan jarak *A'* terhadap garis *m*, begitu pula untuk titik sudut yang lainnya dan bayangannya yang memiliki jarak sama terhadap garis refleksi *m*.

Jika diketahui sebarang titik dengan koordinat $(x, y)$ pada koordinat kartesius, maka koordinat bayangan hasil pencerminannya dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

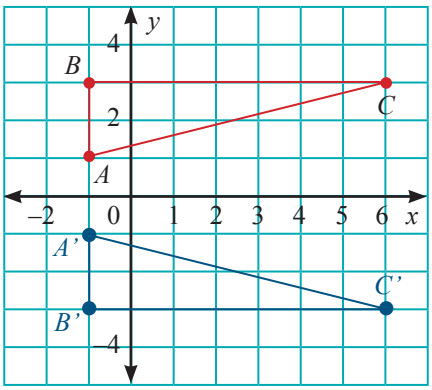
**Tabel 3.4** Koordinat Bayangan Hasil Pencerminan dari $(x, y)$

| No. | Pencerminan Terhadap | Titik Koordinat Bayangan |
|---|---|---|
| 1. | Sumbu-$x$ | $(x, -y)$ |
| 2. | Sumbu-$y$ | $(-x, y)$ |
| 3. | Titik Asal O (0, 0) | $(-x, -y)$ |
| 4. | Garis $y = x$ | $(y, x)$ |
| 5. | Garis $y = -x$ | $(-y, -x)$ |
| 6. | Garis $y = h$ | $(x, 2h - y)$ |
| 7. | Garis $x = h$ | $(2h - x, y)$ |

## Contoh 1 Pencerminan Terhadap Sumbu-$x$

Segitiga $ABC$ berkoordinat di $A$ (–1, 1), $B$ (–1, 3), dan $C$ (6, 3). Gambar segitiga $ABC$ dan bayangannya yang direfleksikan terhadap sumbu-$x$. Bandingkan koordinat titik-titik $ABC$ dengan koordinat bayangannya.

**Penyelesaian:**




Perhatikan bahwa titik $A$ berada 1 satuan di atas sumbu-$x$, maka bayangannya adalah $A'$ yang terletak 1 satuan di bawah sumbu-$x$. Sedangkan titik $B$ dan $C$ berada pada 3 satuan di atas sumbu-$x$, maka banyangannya adalah $B'$ dan $C'$ yang terletak 3 satuan di bawah sumbu-$x$. Dengan demikian diperoleh koordinat masing-masing titik dan bayangannya adalah sebagai berikut:

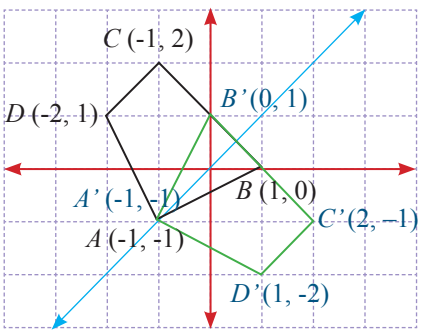
$A$ (–1, 1) → $A'$ (–1, –1)

$B$ (–1, 3) → $B'$ (–1, –3)

$C$ (6, 3) → $C'$ (6, –3)

Hubungkan ketiga titik sehingga membentuk segitiga $A'B'C'$.

## Contoh 2 Pencerminan Terhadap Garis $y = x$




Diketahui segi empat $ABCD$ yang memiliki koordinat di $A$ (-1, -1), $B$ (1, 0), $C$ (-1, 2) dan $D$ (-2, 1) direfleksikan terhadap garis $y = x$. Gambar $ABCD$ dan bayangannya yang direfleksikan terhadap garis $y = x$. Bandingkan koordinat titik-titik $ABCD$ dengan koordinat bayangannya.

**Penyelesaian:**

Untuk menentukan bayangan titik-titik segi empat $ABCD$, perhatikan jarak titik $B$ ke garis

$y = x$. Dari titik B buat garis yang tegak lurus ke garis $y = x$ (disebut garis $BB'$) kemudian dapatkan titik $B'$ yang memiliki jarak yang sama besar dengan jarak titik $B$ ke garis $y = x$. Titik $B'$ merupakan bayangan titik $B$ hasil refleksi terhadap garis $y = x$. Dengan demikian diperoleh koordinat $B'$ (0, 1). Gunakan cara yang sama, sehingga diperoleh koordinat bayangan untuk titik-titik yang lainnya sebagai berikut:

$A$ (–1, –1) → $A'$ (–1, –1)

$B$ (1, 0) → $B'$ (0, 1)

$C$ (–1, 2) → $C'$ (2, –1)

$D$ (–2, 1) → $D'$ (1, –2)

Hubungkan keempat titik sehingga membentuk segi empat $A'B'C'D'$.



***Ayo Kita Tinjau Ulang***

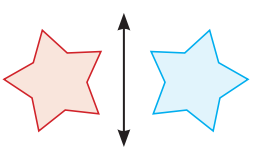
1. Setelah dicerminkan terhadap titik asal, $\Delta XYZ$ memiliki bayangan di $X'$ (1 ,4), $Y'$ (2, 2), dan $Z'$ (–2, –3). Tentukan bayangan $\Delta XYZ$ jika direfleksikan terhadap garis $x = –1$.

2. Setelah direfleksikan terhadap sumbu-$x$, $\Delta FGH$ memiliki bayangan di $F'$(1, 4), $G'$ ( 4, 2), dan $H'$ (3, –2). Tentukan bayangan $\Delta FGH$ setelah direfleksikan terhadap sumbu-$y$.

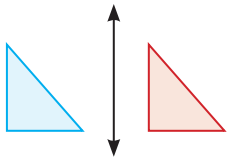
## Latihan 3.1 Pencerminan (Refleksi)

1. Tunjukkan apakah gambar yang berwarna biru merupakan hasil pencerminan dari gambar yang berwarna merah. Berikan penjelasanmu.

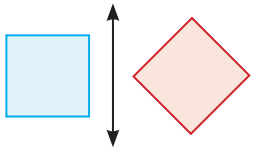
a.



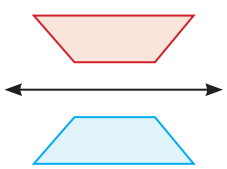
b.



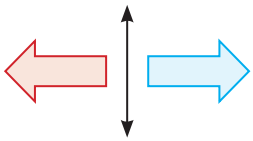
c.



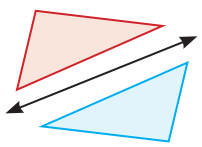
d.



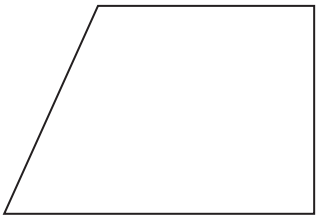
e.

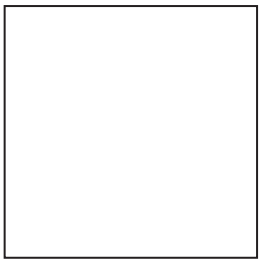


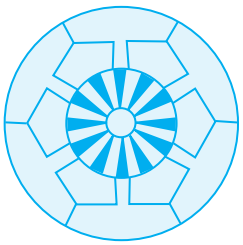
f.

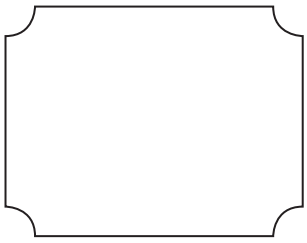


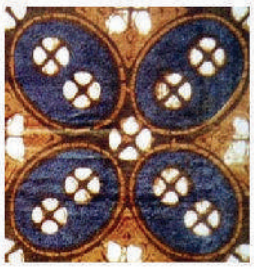
2. Tentukan berapa banyak simetri lipat yang dimiliki gambar berikut.

a. 

b. 

c. 

d. 

e. 

f. 

3. Gambar masing-masing bangun berikut dan bayangannya terhadap refleksi yang diberikan.

   a. Segi empat $JKLM$ dengan titik sudutnya di $J$ (2, 2), $K$ (7, 4), $L$ (9, –2), dan $M$ (3, –1) terhadap sumbu-$y$.

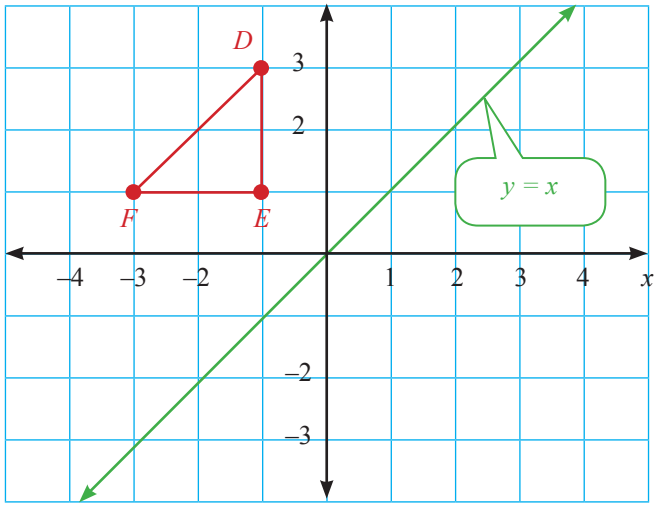
   b. Trapesium dengan titik sudutnya di $D$ (4, 0), $E$ (–2, 4), $F$ (–2, –1), dan $G$ (4, –3) terhadap titik asal.

   c. $\Delta ABC$ dengan titik sudutnya di $A$ (4, –2), $B$ (4, 2), dan $C$ (6, –2) terhadap garis $y = x$.

   d. $\Delta OPQ$ dengan titik sudutnya di O (–2, 1), $P$ (0, 3), dan $Q$ (2, 2) terhadap garis $y = -x$.

e. Segi empat $WXYZ$ dengan titik sudutnya di $W(2, -1)$, $X(5, -2)$, $Y(5, -5)$, dan $Z(2, -4)$ terhadap garis $y = 2$.

4. Cerminkan segitiga $DEF$ terhadap garis $y = x$. Gambar segitiga $D'E'F'$ dan tuliskan koordinatnya yang merupakan hasil pencerminan $DEF$ terhadap garis $y = x$.




5. Huruf mana yang akan tetap sama jika dicerminkan terhadap suatu garis?

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

6. Segi empat $KLMN$ dengan titik sudut di $K(-2, 4)$, $L(3, 7)$, $M(4, -8)$, dan $N(-3, -5)$ direfleksikan terhadap sumbu-$x$ kemudian direfleksikan terhadap garis $y = x$. Tentukan koordinat $K''L''M''N''$.

7. Segitiga $HIJ$ direfleksikan terhadap sumbu-$x$, kemudian sumbu-$y$, kemudian titik asal. Hasilnya refleksinya berkoordinat di $H'''(2, 3)$, $I'''(8, -4)$, dan $J'''(-6, -7)$. Tentukan koordinat $H$, $I$, dan $J$.

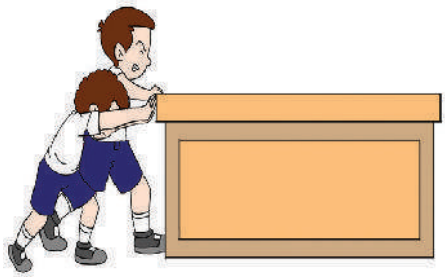
## 3.2 Pergeseran (Translasi)

***Pertanyaan Penting***

Apa yang dimaksud dengan translasi pada suatu benda? Bagaimana caramu menentukan koordinat bayangan hasil translasi pada koordinat kartesius? Supaya kamu mengetahui dan memahami jawaban dari pertanyaan di atas lakukan kegiatan-kegiatan di bawah ini.

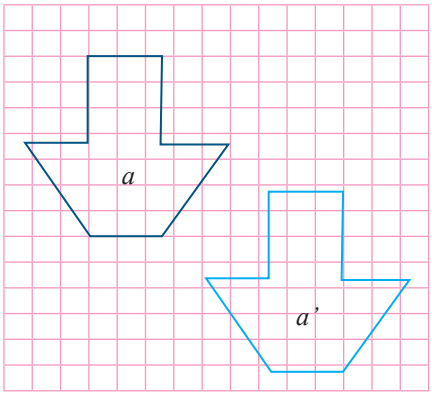
### Kegiatan 1 Translasi Pada Suatu Benda

***Ayo Kita Amati***



*Sumber: Dokumen Kemdikbud*
**Gambar 3.2** Mendorong meja

Pernahkah kamu menggeser meja dari satu tempat ke tempat lainnya? Ketika kamu berhasil memindahkan meja tersebut maka posisi meja akan berubah dari posisi awal menuju posisi akhir. Gerakan memindahkan meja tersebut merupakan salah satu contoh dari translasi.

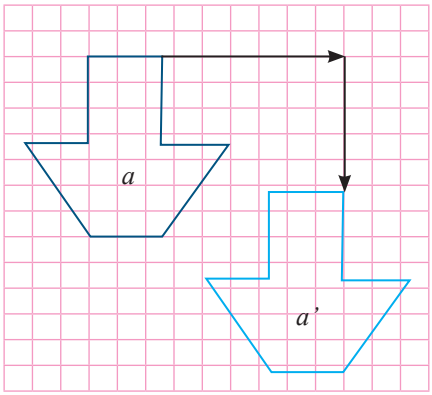



Perhatikan bangun datar *a* pada gambar di samping. Kemudian perhatikan bangun *a'* yang merupakan bayangan dari *a*. Kamu dapat memperoleh bangun datar *a'* dengan cara menggeser (mentranslasikan) bangun *a*.

## Ayo Kita Mencoba

Untuk mengetahui jenis translasi yang menggerakkan bangun *a* sehingga menjadi bangun *a'*, ikuti langkah-langkah berikut ini.

1. Pilih sebarang titik sudut pada bangun awal *a* (kamu dapat memilih sebarang titik sudut dari bangun), kemudian beri nama titik sudut tersebut *A*. Pada titik sudut bayangan yang bersesuaian dengan titik *A* berikan nama *A'*.
2. Dari titik *A* gambarlah garis horizontal sampai tepat berada pada bagian atas titik *A'*. Selanjutnya gambarlah garis vertikal dari titik tersebut sehingga garis tersebut bertemu dengan titik *A'*.




3. Hitung berapa satuan panjang garis horizontal yang menunjukkan seberapa jauh bangun datar *a* bergeser (bertranslasi) secara horizontal (ke kanan).
4. Hitung berapa satuan panjang garis vertikal yang menunjukkan seberapa jauh bangun datar *a* bergeser (bertranslasi) secara vertikal (ke bawah).

## Ayo Kita Menanya

Setelah kamu memahami Kegiatan 1 di atas, sekarang buatlah pertanyaan dengan menggunakan beberapa kata berikut: translasi, sumbu horizontal, sumbu vertikal. Tuliskan pertanyaanmu tersebut dengan rapi pada buku tulismu.

### Sedikit Informasi

Jika suatu translasi (pergeseran) pada suatu benda dilakukan sepanjang garis horizontal, maka translasi tersebut akan bernilai positif jika benda ditranslasikan ke arah kanan, dan bernilai negatif jika benda ditranslasikan ke arah kiri.

Jika suatu translasi (pergeseran) pada suatu benda dilakukan sepanjang garis vertikal, maka translasi tersebut akan bernilai positif jika benda ditranslasikan ke arah atas, dan bernilai negatif jika benda ditranslasikan ke arah bawah.



***Ayo Kita Gali Informasi***

Berdasarkan informasi yang telah kamu dapatkan sebelumnya serta Kegiatan 1, jawablah pertanyaan berikut.

1. Apakah translasi pada bagian horizontal yang menggerakkan bangun datar *a* sehingga menjadi *a'* bernilai positif atau negatif?
2. Apakah translasi pada bagian vertikal yang menggerakkan bangun datar *a* sehingga menjadi *a'* bernilai positif atau negatif?
3. Jika $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ menunjukkan translasi yang menggerakan suatu bangun datar dengan *x* menunjukkan translasi pada garis horizontal dan *y* menunjukkan translasi pada garis vertikal, coba kamu tuliskan pasangan bilangan translasi yang menggerakkan bangun datar *a* sehingga menjadi *a'*.

## Kegiatan 2 Translasi Pada Koordinat Kartesius



***Ayo Kita Mencoba***

Diketahui segi empat *ABCD* memiliki titik sudut di *A* (1, 2), *B* (3, 1), *C* (4, –1) dan *D* (2, 0). Gambarlah segi empat tersebut kemudian gambar hasil bayangannya jika ditranslasikan sejauh 4 satuan ke kiri dan 2 satuan ke bawah. Tuliskan koordinat bayangan hasil translasi segi empat *ABCD* (Bayangan *ABCD* selanjutnya disebut dengan *A'B'C'D'*).



***Ayo Kita Gali Informasi***

Setelah kamu melakukan aktivitas Kegiatan 2, coba kamu lengkapi Tabel 3.5 berikut ini.

**Tabel 3.5** Koordinat Bayangan Hasil Translasi Segi empat *ABCD*

| Titik Sudut *ABCD* | $(x - 4, y - 2)$ | Titik Sudut *A'B'C'D'* |
|---|---|---|
| *A* (1, 2) | (1 – 4, 2 – 2) | (–3, 0) |
| ... | Titik Asal O (0, 0) | $(-x, -y)$ |
| *B* (3, 1) | ... | ... |
| *C* (4, –1) | ... | ... |
| *D* (2, 0) | ... | ... |

Coba kamu perhatikan Tabel 3.5 di atas. Apakah kolom kedua dan kolom ketiga dari tabel di atas memiliki nilai yang sama? Salah satu cara untuk mendapatkan koordinat bayangan hasil translasi adalah dengan menambahkan secara langsung bilangan yang menunjukkan translasi dengan koordinat awal bangun.

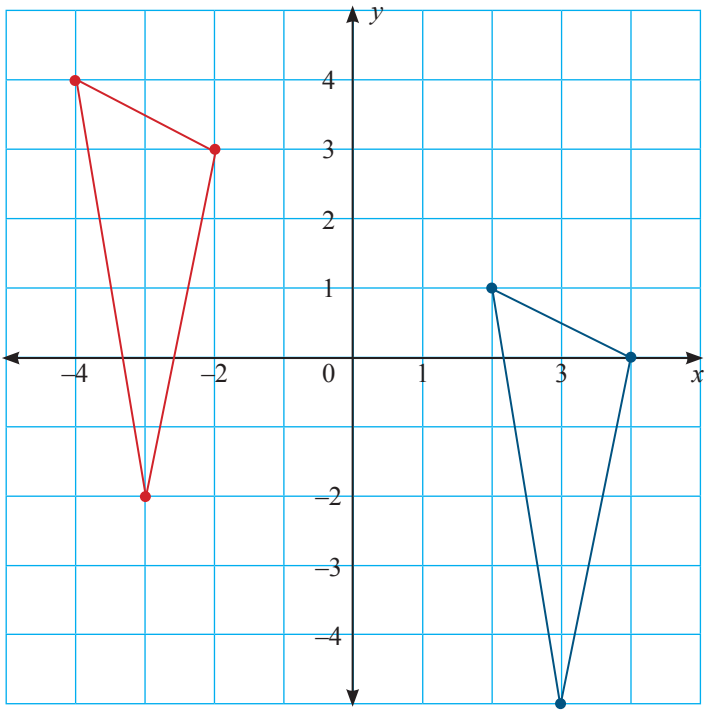
Jika suatu translasi pada suatu titik dilakukan sepanjang garis horizontal, maka bilangan translasi tersebut akan bernilai positif jika titik tersebut ditranslasikan ke arah kanan, dan bernilai negatif jika titik ditranslasikan ke arah kiri. Jika translasi pada suatu titik dilakukan sepanjang garis vertikal, maka bilangan translasi tersebut akan bernilai positif jika titik ditranslasikan ke arah atas, dan bernilai negatif jika titik ditranslasikan ke arah bawah.



***Ayo Kita Menalar***

Setelah kamu melakukan Kegiatan 1 dan 2, maka kamu telah mengetahui cara mendapatkan koordinat bayangan hasil translasi dari suatu titik maupun bangun datar. Sekarang jawablah pertanyaan di bawah ini agar kamu mengetahui jenis translasi yang menggerakkan koordinat suatu bangun.

Tentukan translasi (pasangan bilangan translasi) yang menggerakkan segitiga merah menjadi segitiga biru.






**Dikusi dan Berbagi**

Setelah kamu menjawab pertanyaan pada bagian Ayo Kita Menalar, tuliskan jawabanmu di buku tulis. Diskusikan jawabanmu dengan teman sebangkumu. Periksalah apakah kalian memiliki jawaban yang sama. Majulah ke depan kelas, bagikan hasil diskusimu kepada teman sekelasmu.

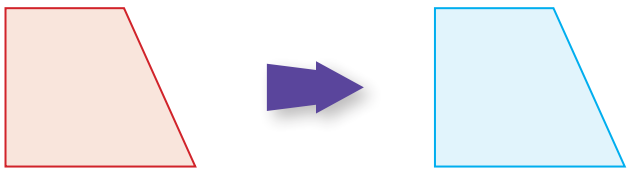


**Ayo Kita Simpulkan**

Setelah kamu melakukan beberapa kegiatan di atas, coba kamu simpulkan bagaimana cara mendapatkan koordinat hasil translasi dari suatu benda pada koordinat kartesius?

## Materi Esensi 3.2 Pergeseran (Translasi)

Translasi merupakan salah satu jenis transformasi yang bertujuan untuk memindahkan semua titik suatu bangun dengan jarak dan arah yang sama.



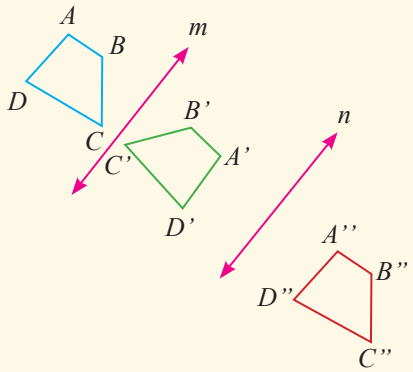
Translasi pada bidang Kartesius dapat dilukis jika kamu mengetahui arah dan seberapa jauh gambar bergerak secara mendatar dan atau vertikal. Untuk nilai yang sudah ditentukan $a$ dan $b$ yakni translasi $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ memindah setiap titik $P\ (x, y)$ dari sebuah bangun pada bidang datar ke $P'(x + a, y + b)$. Translasi dapat disimbolkan dengan $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$.

### Sedikit Informasi

**Menentukan Translasi Dengan Menggunakan Pencerminan Berulang**

Cara lain untuk menentukan translasi adalah dengan menunjukkan pencerminan terhadap dua garis sejajar, kemudian mencerminkan gambar/bangun terhadap garis lain yang sejajar. Perhatikan contoh berikut ini.

Perhatikan gambar di bawah. Garis $m$ dan $n$ sejajar. Tentukan apakah bangun berwarna merah merupakan translasi bangun yang berwarna biru, segi empat $ABCD$.

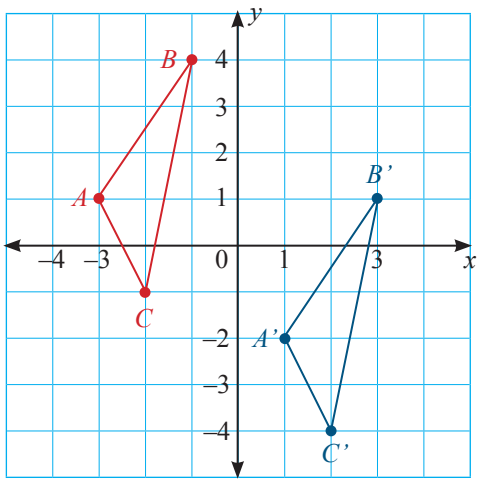


*Penyelesaian*

Cerminkan segi empat *ABCD* di garis *m*. Hasilnya yaitu bangun berwarna hijau, segi empat *A'B'C'D'*. Kemudian cerminkan bangun berwarna hijau, segi empat *A'B'C'D'* di garis *n* menghasilkan segi empat berwarna merah. Segiemmpat berwarna merah, *A''B''C''D''* memiliki bentuk dan arah yang sama dengan segi empat *ABCD*.

Jadi, segi empat *A''B''C''D''* merupakan bayangan hasil translasi segi empat *ABCD*.

## Contoh 1 Koordinat Bayangan Hasil Translasi




Gambar di samping menunjukkan segitiga *ABC* yang ditranslasikan 4 satuan ke kanan dan 3 satuan ke bawah. Hal ini dapat dinyatakan sebagai $(x, y) \rightarrow (x + 4, y - 3)$.

Koordinat bayangan hasil translasinya sebagai berikut

$A\,(-3, 1) \rightarrow A'\,(-3 + 4, 1 - 3)$ atau $A'\,(1, -2)$

$B\,(-1, 4) \rightarrow B'\,(-1 + 4, 4 - 3)$ atau $B'\,(3, 1)$

$C\,(-2, -1) \rightarrow C'\,(-2 + 4, -1 - 3)$ atau $C'\,(2, -4)$



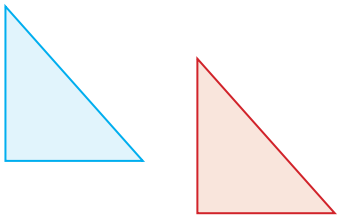
***Ayo Kita Tinjau Ulang***

Setelah ditranslasikan oleh $(x, y) \rightarrow (x - 4, y + 5)$, $\Delta XYZ$ memiliki bayangan $X'$ $(-8, 5)$, $Y'(2, 7)$, dan $Z'(3, 1)$. Tentukan koordinat *X*, *Y*, dan *Z*.

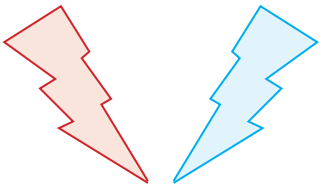
## Latihan 3.2 Pergeseran (Translasi)

1. Tentukan apakah gambar yang berwarna biru merupakan hasil pencerminan dari gambar yang berwarna merah. Berikan penjelasanmu.

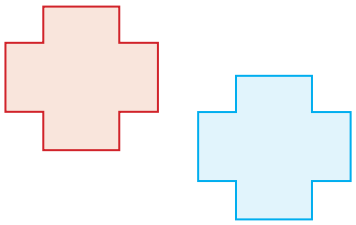
a.



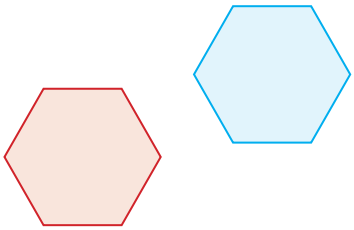
b.



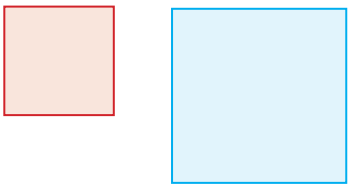
c.



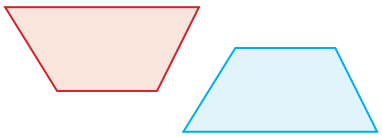
d.



e.

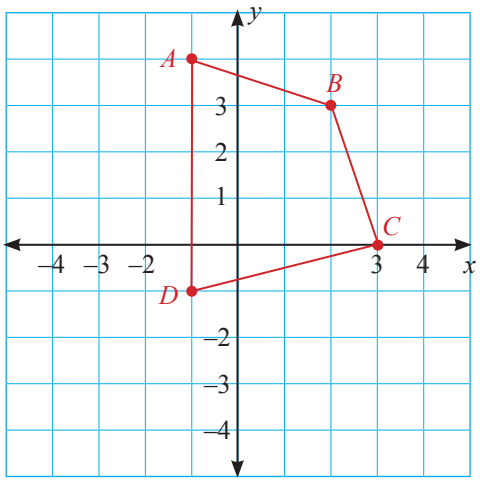


f.

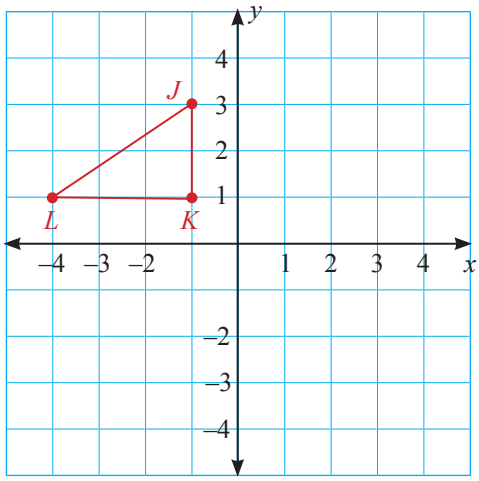


2. Gambar dan tentukan koordinat hasil translasi dari bangun datar di bawah ini.

   a. Translasikan segi empat merah sejauh 2 satuan ke kiri dan 5 satuan ke bawah

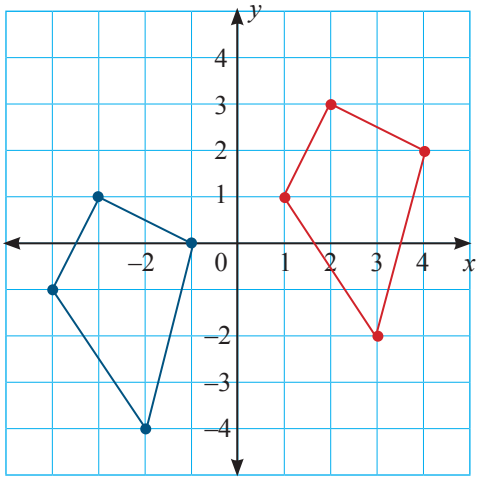


b. Translasikan segitiga merah sejauh 3 satuan ke kanan dan 4 satuan ke bawah.




3. Segitiga *FGH* ditranslasi sehingga menghasilkan bayangan Δ*PQR*. Diketahui koordinat *F* (3, 9), *G* (–1, 4), *P* (4, 2), dan *R* (6, –3), tentukan koordinat *H* dan *Q*. Tentukan pula translasinya.

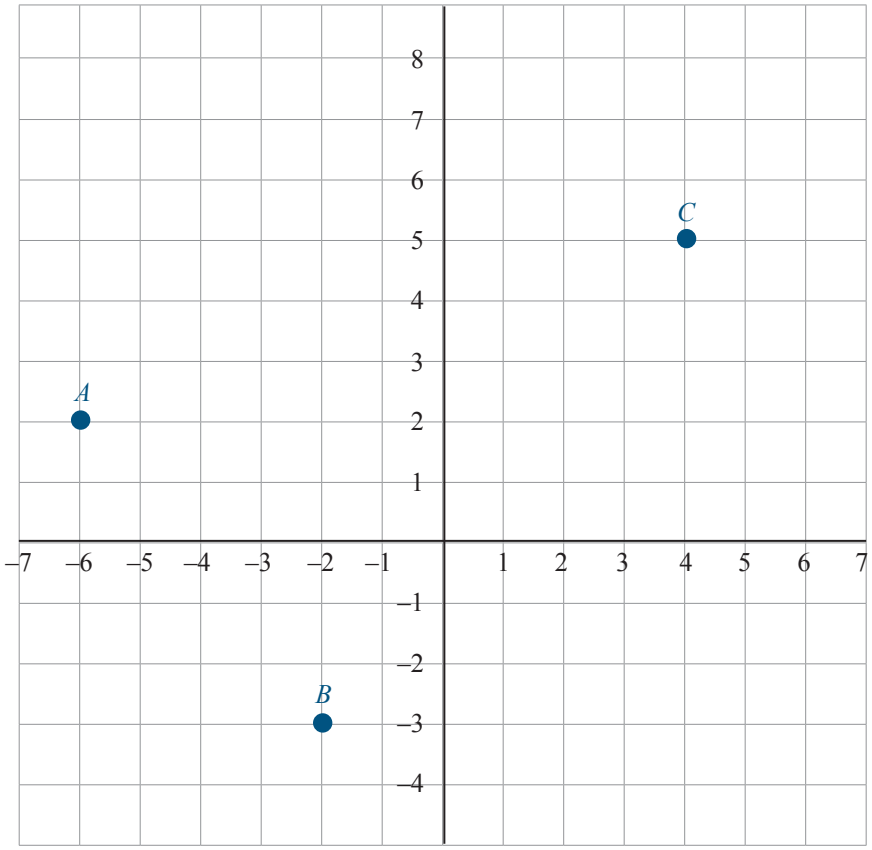
4. Segitiga *WAN* berkoordinat di *W* (0, 1), *A* (1, –2) dan *N* (–2, 1). Gambarlah segitiga tersebut beserta bayangannya setelah translasi:
   a. 1 satuan ke kiri dan 5 satuan ke atas
   b. $(x + 2, y + 4)$
   c. 3 satuan ke kanan dan 3 satuan ke bawah
   d. $\begin{pmatrix} 0 \\ -2 \end{pmatrix}$ kemudian dicerminkan terhadap sumbu-*y*.




5. Jelaskan translasi yang menggerakkan bangun datar yang berwarna biru menjadi bangun datar yang berwarna merah.

6. Diketahui Segitiga *OPQ* berkoordinat di *O* (2, 5), *P* (–3, 4), dan *Q* (4, –2) ditranslasikan sehingga didapatkan koordinat bayangannya adalah *O'* di (3, 1). Tentukan pasangan bilangan translasinya dan koordinat titik *P'* dan *Q'*.

7. Seekor harimau sedang berburu rusa di dalam hutan. Berdasarkan hasil pemantauan diketahui bahwa koordinat rusa berada di titik *A* dan koordinat harimau berada pada titik *B*. Rusa tersebut kemudian bergerak menuju titik *C*.




a. Tentukan pasangan bilangan translasi yang menggerakkan rusa dari titik *A* menuju titik *C*.

b. Jika harimau menggunakan translasi yang sama dengan yang dilakukan oleh rusa, apakah harimau dapat menangkap rusa tersebut?

c. Tentukan pasangan bilangan translasi yang harus dilakukan oleh harimau agar ia mendapatkan rusa.

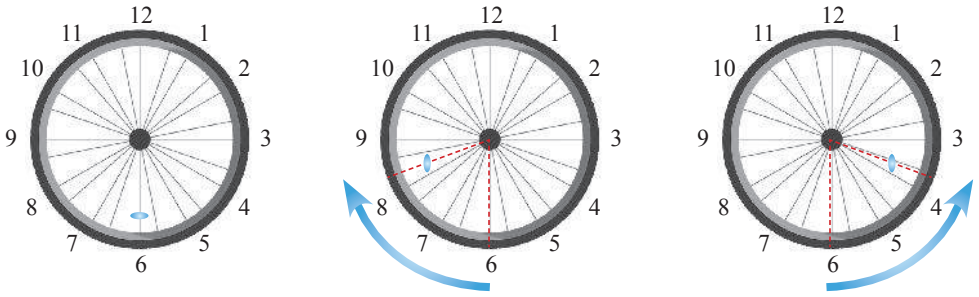
## 3.3 Perputaran (Rotasi)

*Pertanyaan Penting*

Apakah kamu pernah melihat suatu benda berputar? Apa yang dimaksud dengan rotasi pada suatu benda? Bagaimana caramu menentukan koordinat bayangan hasil rotasi pada koordinat kartesius? Supaya kamu dapat mengetahui dan memahami jawaban pertanyaan di atas lakukanlah kegiatan-kegiatan di bawah ini.

### Kegiatan 1 Rotasi Benda

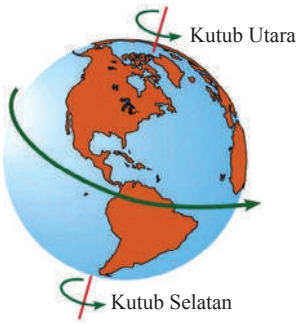
*Ayo Kita Amati*



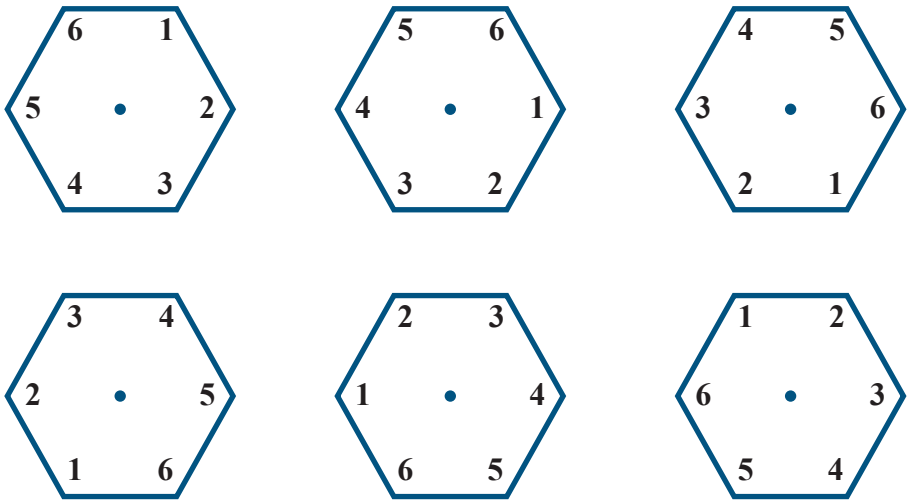

*Sumber: Dokumen Kemdikbud*
**Gambar 3.3** Perputaran roda

Coba perhatikan roda yang berputar pada Gambar 3.3 di atas. Roda tersebut dapat diputar searah jarum jam seperti yang terlihat pada Gambar 3.3 (b) atau dapat diputar berlawanan arah jarum jam seperti yang terlihat pada Gambar 3.3 (c). Gerakan putaran roda merupakan salah satu contoh dari rotasi. Rotasi merupakan salah satu bentuk transformasi yang memutar setiap titik pada gambar sampai sudut dan arah tertentu terhadap titik yang tetap. Titik tetap ini disebut *pusat rotasi*. Besarnya sudut dari bayangan benda terhadap posisi awal disebut dengan *sudut rotasi*.

Beberapa benda dapat berotasi dengan pusat rotasi berada di dalam benda itu sendiri. Salah satu contohnya adalah Planet Bumi berputar atau berotasi pada porosnya. Pada pembelajaran terdahulu, kamu juga telah mempelajari bahwa beberapa benda memiliki simetri putar. Jika suatu bangun/gambar dapat dirotasikan kurang dari $360^o$ terhadap titik pusat rotasi sedemikian sehingga bayangan dan gambar awalnya sama, maka bangun/gambar tersebut memiliki **simetri putar**.



*Sumber: http://www.fisikanet.lipi.go.id*




Gambar di atas menunjukkan segi enam beraturan yang memiliki 6 bentuk yang sama jika diputar/dirotasikan. Karena segi enam setelah diputar kurang dari $360^o$ (termasuk $0^o$) bentuknya sama seperti semula, maka segi enam memiliki **simetri putar tingkat enam**.

Jika suatu bangun setelah diputar satu putaran pada pusatnya dan bentuknya sama sepeti gambar awal setelah $n$ putaran, maka bangun tersebut memiliki simetri putar tingkat $n$, untuk $n > 1$.



***Ayo Kita Gali Informasi***

Sekarang coba kamu sebutkan sedikitnya 5 bangun yang memiliki simetri putar dan sebutkan bangun tersebut memiliki simetri putar tingkat berapa.

## Kegiatan 2 Merotasi *Puzzle*

### *Ayo Kita Amati*

Coba kamu amati *puzzle* di samping ini. Tariklah garis lurus dari titik *P* ke arah pusat *puzzle* tersebut. Rotasikan *puzzle* tersebut 270° searah jarum jam dengan pusat rotasi di titik *P*.



*P*

*Puzzle* mana yang menjadi hasil rotasinya?

A



B



C



D



### *Ayo Kita Gali Informasi*

1. Jika *puzzle* tersebut dirotasikan 90° berlawanan arah jarum jam dengan pusat rotasi titik *P*, *puzzle* mana yang menjadi bayangan hasil rotasinya?
2. Jika *puzzle* tersebut dirotasikan 180° berlawanan arah jarum jam dengan pusat rotasi titik *P*, *puzzle* mana yang menjadi bayangan hasil rotasinya? Bagaimana jika *puzzle* tersebut dirotasikan 180° berlawanan arah jarum jam dengan pusat rotasi titik *P*, *puzzle* mana yang menjadi bayangan hasil rotasinya? Apakah hasilnya sama?
3. Apakah pilihan D merupakan hasil rotasi dari *puzzle* awal? Jika tidak, jenis transformasi apakah yang ditunjukkan oleh pilihan D terhadap *puzzle* awal?

### *Ayo Kita Menanya*

Setelah kamu melakukan Kegiatan 2, buatlah pertanyaan dengan menggunakan beberapa kata berikut: rotasi, searah jarum jam, berlawanan jarum jam, sudut rotasi, dan pusat rotasi. Tuliskan pertanyaanmu tersebut dengan rapi pada buku tulismu.

## Kegiatan 3 Rotasi Titik pada Bidang Koordinat



*Ayo Kita Mencoba*

Sediakan kertas milimeter (kertas berpetak). Kemudian buatlah koordinat kartesius pada kertas tersebut. Lakukanlah kegiatan di bawah ini.

1. Buatlah titik $W$ (7, 7) dan titik $A$ (5, 4). Gambar dan tentukan bayangan titik $W$ dan $A$ pada rotasi $90^o$ dengan pusat rotasi titik asal $O$ (0, 0) searah jarum jam.
2. Gambar dan tentukan bayangan titik $W$ dan $A$ pada rotasi $90^o$ dengan pusat rotasi titik asal $O$ (0, 0) berlawanan arah jarum jam.
3. Jika titik $W$ dan $A$ dirotasikan sejauh $180^o$ dengan pusat rotasi titik asal $O$ (0, 0) searah jarum jam, berapakah koordinat bayangannya?
4. Apakah hasilnya sama jika kamu merotasikan titik tersebut sejauh $180^o$ dengan pusat rotasi titik asal $O$ (0, 0) berlawanan arah jarum jam?

## Kegiatan 4 Menggambar Rotasi Segitiga Pada Bidang Koordinat



*Ayo Kita Mencoba*

Sediakan kertas milimeter (kertas berpetak). Kemudian buatlah koordinat kartesius pada kertas tersebut. Lakukanlah kegiatan di bawah ini.

Diketahui segitiga $PQR$ memiliki koordinat di $P$ (2, 3), $Q$ (6, 3), dan $R$ (5, 5). Gambarlah $\Delta PQR$ dan bayangannya yaitu $\Delta P'Q'R'$ pada rotasi $60^o$ berlawanan dengan arah berlawanan perputaran jarum jam terhadap titik asal $O$ (0, 0). Ikuti langkah-langkah di bawah ini.

1. Pertama, gambar $\Delta PQR$.
2. Gambar ruas garis dari titik asal ke titik $P$. Tariklah garis $OP$ dengan $O$ menunjukkan titik asal.

3. Gunakan busur untuk mengukur sudut $60^o$ berlawanan arah jarum jam dengan $OP$ sebagai salah satu sisinya.
4. Gambar garis $OT$ sehingga $POT$ membentuk sudut $60^o$.
5. Gunakan jangka untuk menyalin $OP$ di $OT$. Beri nama garis $OP'$.
6. Ulangi langkah di atas untuk titik $Q$ dan $R$ sehingga didapatkan titik $Q'$ dan $R'$. Hubungkan titik $P'$, $Q'$ dan $R'$ sehingga terbentuk segitiga $P'Q'R'$.
7. $\Delta P'Q'R'$ merupakan bayangan hasil rotasi $60^o$ dari $\Delta PQR$ berlawanan arah jarum jam dengan pusat rotasi di titik asal $O$ (0, 0).



***Ayo Kita Menalar***

Bagaimana hasil bayangan dari $\Delta PQR$ jika dirotasikan $90^o$ dan $180^o$ searah jarum jam? Berapakah koordinat titik $P'$, $Q'$ dan $R'$ yang merupakan bayangan dari titik $P$, $Q$, dan $R$? Lakukan langkah-langkah yang sama seperti pada bagian Ayo Kita Mencoba.



***Dikusi dan Berbagi***

Setelah kamu menjawab pertanyaan pada bagian Ayo Kita Menalar, tuliskan jawabanmu di buku tulismu. Diskusikan jawabanmu dengan teman sebangkumu. Periksalah apakah kalian memiliki jawaban yang sama. Majulah ke depan kelas, bagikan hasil diskusimu kepada teman sekelasmu.



***Ayo Kita Simpulkan***

Setelah kamu melakukan Kegiatan 4, apa yang dapat kamu simpulkan?

Jika sembarang titik $(x, y)$ dirotasikan $90^o$ dengan pusat rotasi titik asal $O$ (0, 0) searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam bagaimana koordinat bayangan hasil rotasinya?

Jika sembarang titik $(x, y)$ dirotasikan $180^o$ dengan pusat rotasi titik asal $O$ (0, 0) searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam bagaimana koordinat bayangan hasil rotasinya?

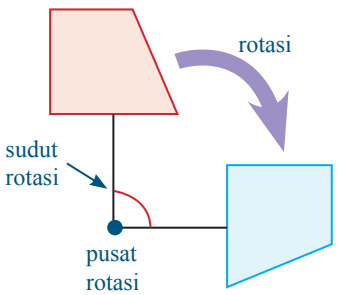
Isilah Tabel 3.6 untuk memudahkanmu menarik kesimpulan

**Tabel 3.6** Koordinat Bayangan Hasil Rotasi

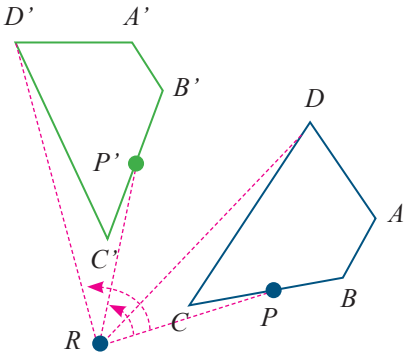
| Titik koordinat | Pusat Rotasi | Sudut Rotasi | Arah Rotasi | Bayangan Hasil Rotasi |
|---|---|---|---|---|
| (2, 4) | (0, 0) | $90^o$ | Searah jarum jam | ... |
| $(x, y)$ | (0, 0) | $90^o$ | Searah jarum jam | ... |
| $(x, y)$ | (0, 0) | $90^o$ | Berlawanan arah jarum jam | .. |
| (7, 5) | (0, 0) | $180^o$ | Berlawanan arah jarum jam | ... |
| $(x, y)$ | (0, 0) | $180^o$ | Searah jarum jam | ... |
| $(x, y)$ | (0, 0) | $180^o$ | Berlawanan arah jarum jam | ... |

## Materi Esensi 3.3 Perputaran (Rotasi)

Rotasi merupakan salah satu bentuk transformasi yang memutar setiap titik pada gambar sampai sudut dan arah tertentu terhadap titik yang tetap. Titik tetap ini disebut pusat rotasi. Besarnya sudut dari bayangan benda terhadap posisi awal disebut dengan sudut rotasi.



Gambar di bawah ini menunjukkan rotasi bangun *ABCD* terhadap pusat rotasi, *R*. Besar sudut *ARA'*, *BRB'*, *CRC'*, dan *DRD'* sama. Sebarang titik *P* pada bangun *ABCD* memiliki bayangan *P'* di *A'B'C'D'* sedemikian sehingga besar $\angle PRP'$ konstan. Sudut ini disebut sudut rotasi.




$m\angle D'RD = 60^o$
$m\angle P'RP = 60^o$

Suatu rotasi ditentukan oleh arah rotasi. Jika *berlawanan arah* dengan arah perputaran jarum jam, maka *sudut putarnya positif*. Jika *searah* perputaran jarum jam, maka sudut putarnya *negatif*. Pada rotasi, bangun awal selalu kongruen dengan bayangannya.

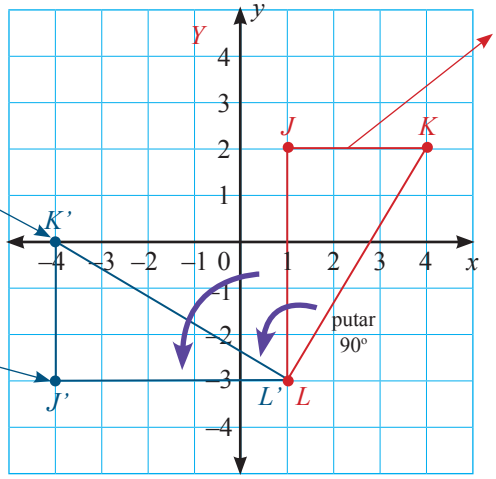
## Contoh 1 Menggambar Bayangan Segitiga Hasil Rotasi

Tentukan bayangan segitiga *JKL* dengan koordinat *J* (1, 2), *K* (4, 2), dan *L* (1, –3) pada rotasi 90° berlawanan jarum jam dengan pusat rotasi adalah titik *L*.

*Penyelesaian:*

dapatkan titik *K'* sehingga segmen garis *KL* memiliki panjang yang sama dengan segmen garis *K'L'* dan membentuk sudut 90°.

dengan cara yang sama untuk mendapatkan *J'*. Hubungkan ketiga titik tersebut.



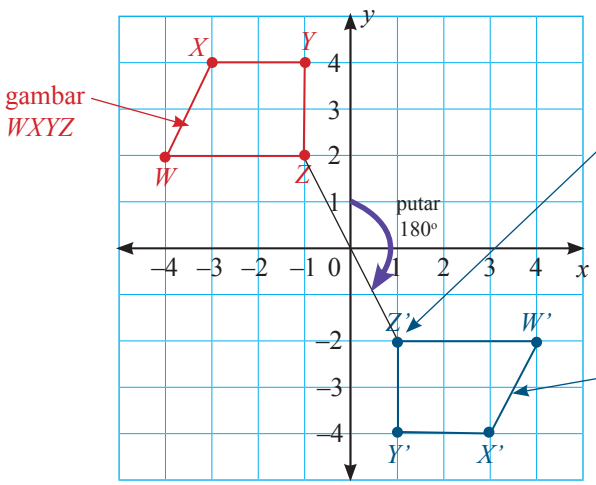

*gambar segitiga JKL*

Koordinat bayangannya *J'* (–4, –3), *K'* (–4, 0), dan *L'* (1, –3).

## Contoh 2 Menggambar Bayangan Trapesium Hasil Rotasi

Tentukan bayangan trapesium $WXYZ$ dengan koordinat $W$ (–4, 2), $X$ (–3, 4), $Y$ (–1, 4) dan $Z$ (–1, 2) pada rotasi 180° dengan pusat rotasi $O$ (0, 0).

*Penyelesaian:*




dapatkan titik $Z'$ sehingga segmen garis $ZO$ memiliki panjang yang sama dengan $Z'O$ dan membentuk sudut 180°.

dengan cara yang sama dapatkan titik $W'$, $X'$, dan $Y'$. Hubungkan keempat titik tersebut.

Koordinat bayangannya $W'$ (4, –2), $X'$ (3, –4), $Y'$ (1, –4) dan $Z'$ (1, –2).



### *Ayo Kita Tinjau Ulang*

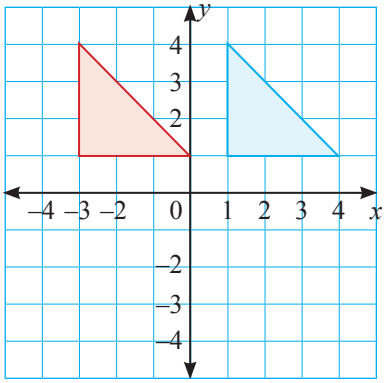
Setelah kamu mengamati, menggali informasi, dan menanya, sekarang selesaikan permasalahan berikut.

Gambar bayangan rotasi dari Segi empat $ABCD$ dengan $A$ (–5, 4), $B$ (–5, 1), $C$ (–1, 1) dan $D$ (–2, 4) berikut dengan sudut 90° jika diketahui arah rotasi berlawanan jarum jam dan pusat rotasi di titik $C$. Tentukan koordinat titik-titik bayangannya.

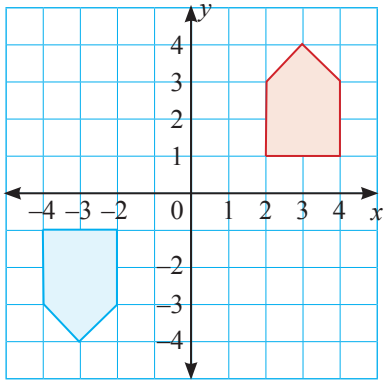
## Latihan 3.3 Perputaran (Rotasi)

1. Jelaskan apakah gambar yang berwarna biru merupakan hasil rotasi dari gambar yang berwarna merah. Jika ya, dapatkan berapa besar sudut rotasi dan bagaimana arah dari rotasi tersebut.

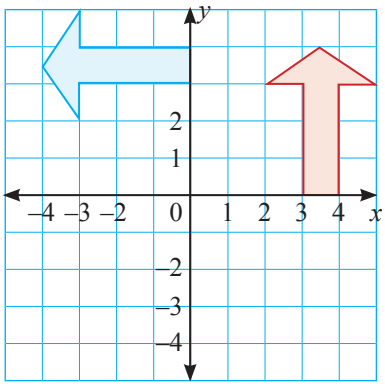
a.




c.

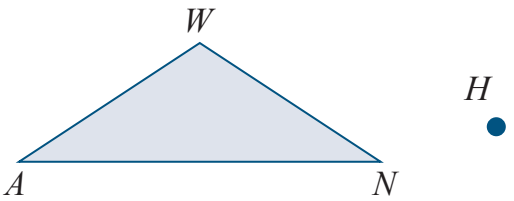



b.




2. Segi empat *PQRS* berkoordinat di *P* (2, –2), *Q* (4, –1), *R* (4, –3) dan *S* (2, –4). Gambarlah bayangan *PQRS* pada rotasi 90° berlawanan arah jarum jam yang berpusat di titik asal.

3. Salinlah Δ*WAN* berikut. Kemudian rotasikan segitiga tersebut sebesar 90° searah jarum jam yang berpusat di titik *H*.




4. Gambar bayangan rotasi setiap bangun berikut dengan sudut 90° jika diketahui arah dan pusat rotasi. Tentukan koordinat titik-titik bayangannya. Δ*WAN* dengan *W* (–4, 1), *A* (–2, 1), dan *N* (–4, –3) berlawanan arah jarum jam dengan pusat rotasi di titik *N*.

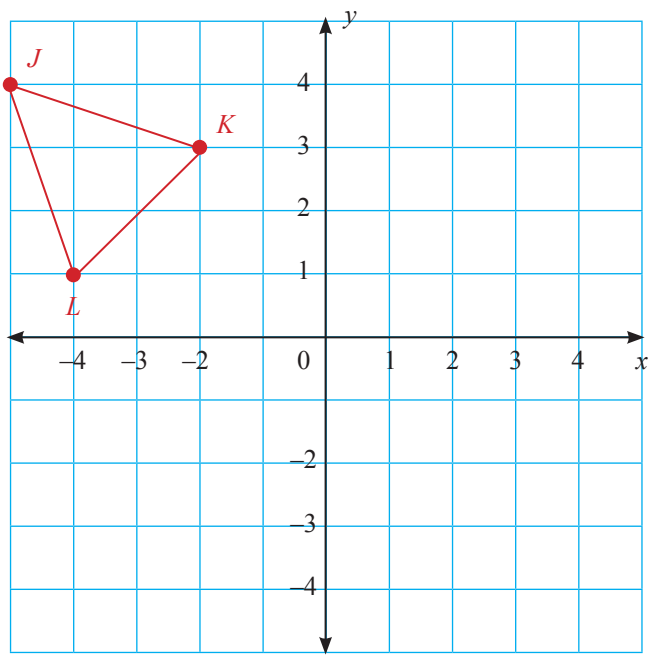
5. Gambar bayangan tranformasi untuk setiap segitiga berikut dengan mencerminkan segitiga pada garis yang diketahui. Bayangan akhir dari setiap bangun juga merupakan hasil rotasi. Tentukan koordinat bayangan dan sudut rotasi.

   a. $\Delta TUV$ dengan $T$ (4, 0), $U$ (2, 3), dan $V$ (1, 2) direfleksikan pada sumbu-$y$ dilanjutkan sumbu-$x$.

   b. $\Delta KLM$ dengan $K$ (5, 0), $L$ (2, 4), dan $M$ (–2, 4) direfleksikan pada garis $y = x$ dilanjutkan sumbu-$x$.

   c. $\Delta XYZ$ dengan $X$ (5, 0), $Y$ (3, 4), dan $Z$ (–3, 4) direfleksikan pada garis $y = –x$ dilanjutkan garis $y = x$.

6. Diketahui segitiga $JKL$ seperti pada gambar di bawah ini.




   a. Rotasikan segitiga $JKL$ dengan sudut rotasi 90$^o$ searah jarum jam dengan pusat rotasi titik asal (0, 0). Berapakah koordinat titik sudut dari segitiga $J'K'L'$ yang merupakan bayangan dari segitiga $JKL$?

   b. Rotasikan segitiga $JKL$ dengan sudut rotasi180$^o$ searah jarum jam dengan pusat rotasi titik asal (0, 0). Berapakah koordinat titik sudut dari segitiga $J'K'L'$ yang merupakan bayangan dari segitiga $JKL$?

7. Diketahui segitiga $RST$ dengan koordinat titik sudut di $R$ (3 ,6), $S$ (–5, 2) dan $T$ (3, –3). Gambar bayangan hasil transformasinya jika diketahui segitiga tersebut:

   a. Dirotasi 90° searah jarum jam yang berpusat di titik asal kemudian dicerminkan terhadap sumbu-$y$.

   b. Dirotasi 90° berlawanan arah jarum jam yang berpusat di titik asal kemudian didilatasi dengan faktor skala 2 berpusat di titik asal.

   c. Dirotasi 180° berlawanan arah jarum jam yang berpusat di titik asal kemudian diitranslasi $\begin{pmatrix} 4 \\ 5 \end{pmatrix}$ setelah itu dicerminkan terhadap sumbu-$x$.

## 3.4 Dilatasi



***Pertanyaan Penting***

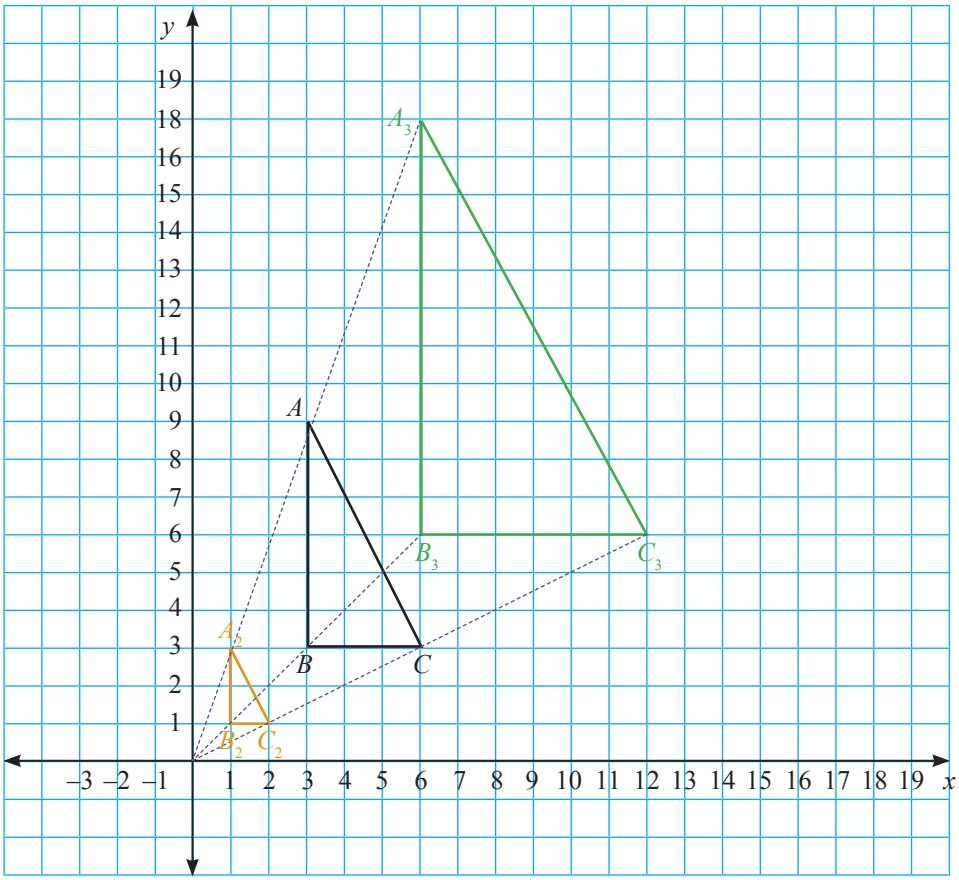
Semua transformasi yang telah kamu pelajari dalam bab ini menghasilkan gambar yang sama dengan gambar aslinya. Dilatasi merupakan jenis lain dari transformasi. Namun, bayangan dilatasi mungkin memiliki ukuran yang berbeda dari gambar aslinya. Dilatasi merupakan transformasi yang mengubah ukuran sebuah gambar. Dilatasi membutuhkan titik pusat dan faktor skala. Apa itu titik pusat dilatasi dan faktor skala? Lakukan kegiatan di bawah ini agar kamu dapat menjawab pertanyaan tersebut.

### Kegiatan 1 Dilatasi Benda



***Ayo Kita Amati***

Gambar di bawah ini menunjukkan bagaimana dilatasi dapat menghasilkan bayangan yang lebih besar dan bayangan yang lebih kecil dari aslinya. Segitiga $ABC$ didalatasi dengan pusat dilatasi titik awal $P$ (0, 0) sehingga menghasilkan segitiga $A_2B_2C_2$ dan segitiga $A_3B_3C_3$.




**Ayo Kita Gali Informasi**

Berapakah koordinat dari titik $A$, $B$, dan $C$? Berapakah koordinat dari titik $A_2$, $B_2$, dan $C_2$? Berapakah koordinat dari titik $A_3$, $B_3$, dan $C_3$?

Perhatikan segitiga $A_2B_2C_2$ dan segitiga $ABC$. Berapakah panjang $PA_2$ jikadibandingkan dengan $PA$? Bagaimana dengan perbandingan kedua sisi yang lain? Apakah sama? Coba lengkapi bagian kosong di bawah ini untuk memudahkanmu melihat hubungan antara segitiga $A_2B_2C_2$ dan segitiga $ABC$.

$$PA_2 = \ldots \times (PA)$$
$$PB_2 = \ldots \times (PB)$$
$$PC_2 = (\ldots) \times (PC)$$

Nilai ini selanjutnya disebut dengan faktor skala

Berapakah besarnya faktor skala segitiga $A_2B_2C_2$ yang merupakan hasil dilatasi dari segitiga $ABC$?

Dengan cara yang sama, berapakah faktor skala Segitiga $A_3B_3C_3$ yang merupakan hasil dilatasi segitiga $ABC$?



***Ayo Kita Mencoba***

Segitiga $ABC$ yang telah kamu amati pada Kegiatan 1, selanjutnya akan didilatasi dengan faktor skala 3. Berapa koordinat bayangan hasil dilatasi?



***Ayo Kita Menanya***

Setelah kamu melakukan Kegiatan 1, buatlah pertanyaan dengan menggunakan beberapa kata berikut: koordinat bayangan, dilatasi, dan faktor skala. Tuliskan pertanyaanmu tersebut dengan rapi pada buku tulismu.

## Kegiatan 2 Menggambar Bayangan Hasil Dilatasi



***Ayo Kita Mencoba***

Diketahui segitiga $ABC$ berkoordinat di $A$ (7, 10), $B$ (4, –6), dan $C$ (–2, 3). Tentukan bayangan $\Delta ABC$ setelah didilatasi yang berpusat di titik asal dengan faktor skala 2. Gambar segitiga asal dan bayangannya. Ikuti langkah-langkah berikut ini:

Langkah 1 Gambar $\Delta ABC$ sesuai koordinatnya.

Langkah 2 Tentukan titik $A'$ sehingga $OA' = 2OA$, titik $B'$ sehingga $OB' = 2OB$, dan titik $C'$ sehingga $OC' = 2OC$.

Langkah 3 Hubungkan titik-titik $A'$, $B'$ dan $C'$ menjadi $\Delta A'B'C'$.



***Ayo Kita Gali Informasi***

Berapakah koordinat titik $A'$, $B'$ dan $C'$? Lengkapi bagian kosong di bawah ini untuk mengetahui hubungan antar titik $A'$ dan $A$, $B'$ dan $B$, serta titik $C'$ dan $C$.

$A' = (\ldots,\ldots) = (2 \times \ldots, 2 \times \ldots)$

$B' = (\ldots,\ldots) = (2 \times \ldots, 2 \times \ldots)$

$C' = (\ldots,\ldots) = (\ 2\ \times \ldots\ , 2 \times \ \ldots\ )$

Nilai ini menunjukkan faktor skala

Nilai ini menunjukkan koordinat awal $ABC$



***Ayo Kita Menalar***

Berdasarkan Kegiatan 2, kamu telah mempelajari cara menentukan dilatasi dengan pusat di titik asal $O$ (0, 0). Kamu dapat dengan mudah menentukan titik-titik koordinat bayangan dengan mengalikan titik koordinat asli dengan faktor skala. Bagaimana jika pusat dilatasi bukan di titik asal $O$ (0, 0)? Jelaskan bagaimana caramu menentukan bayangan suatu bangun yang berpusat di suatu titik $P$ ($a$, $b$).



***Ayo Kita Simpulkan***

Berdasarkan Kegiatan 1, kesimpulan apa yang kamu peroleh?

Setelah kamu melakukan beberapa kegiatan di atas, coba kamu buat kesimpulan dengan menjawab beberapa pertanyaan berikut ini.

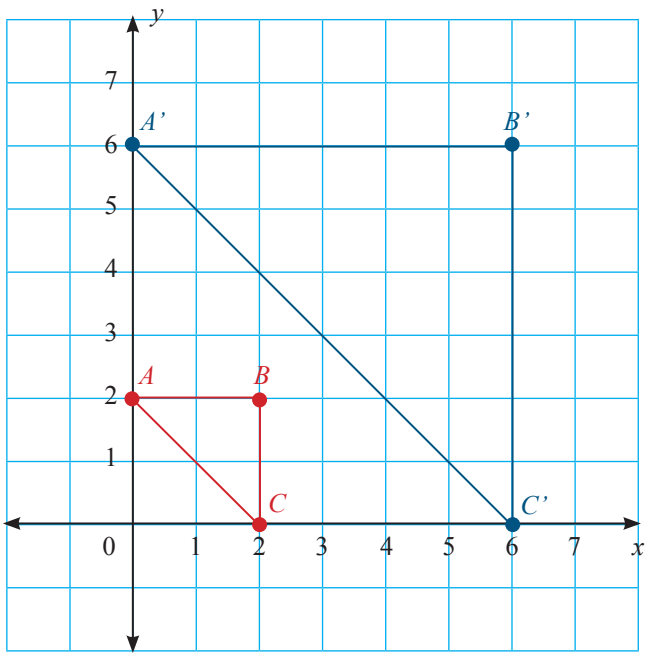
1. Apa saja faktor yang menentukan dalam proses dilatasi?
2. Jika suatu titik $P$ ($x$, $y$) didilatasi dengan pusat $O$ (0, 0) dengan faktor skala $k$, bagaimana koordinat akhirnya?
3. Apakah pembesaran dan pengecilan suatu bangun termasuk dilatasi? Jika ya, bagaimana cara membedakannya?

**Dikusi dan Berbagi**

Setelah kamu menjawab pertanyaan pada bagian Ayo Kita Simpulkan, tuliskan jawabanmu di buku tulismu. Diskusikan jawabanmu dengan teman sebangkumu. Periksalah apakah kalian memiliki jawaban yang sama. Majulah ke depan kelas, bagikan hasil diskusimu kepada teman sekelasmu.

## Materi Esensi 3.4 Dilatasi

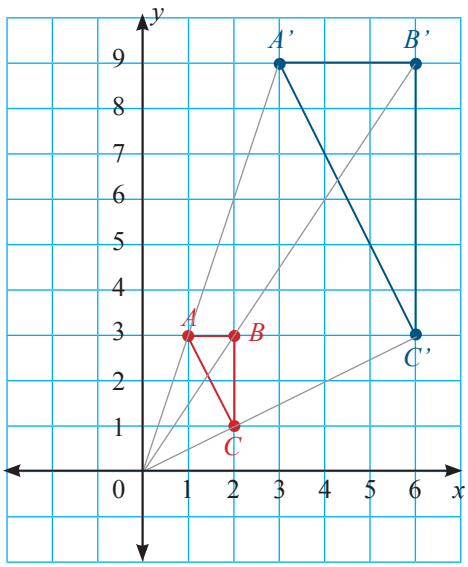
Dilatasi terhadap titik pusat merupakan perkalian dari koordinat tiap-tiap titik pada suatu bangun datar dengan faktor skala sebesar $k$. Faktor skala menentukan apakah suatu dilatasi merupakan pembesaran atau pengecilan. Secara umum dilatasi dari suatu koordinat $(x, y)$ dengan faktor skala $k$ akan menghasilkan koordinat $(kx, ky)$ atau dapat ditulis $(x, y) \rightarrow (kx, ky)$. Ketika $k > 1$ maka dilatasi tersebut termasuk ke dalam pembesaran, tetapi jika $0 < k < 1$ maka dilatasi tersebut termasuk ke dalam pengecilan. Untuk memperbesar atau memperkecil bangun, letak pusat dilatasi dapat di dalam, di luar, atau pada tepi bangun yang akan didilatasikan.



## Contoh 1

## Dilatasi Pada Segitiga dengan Pusat Dilatasi di Titik Asal

Diketahui segitiga *ABC* dengan titik sudut masing-masing *A* (1, 3), *B* (2, 3), dan *C* (2, 1). Gambar segitiga *ABC* dan bayangannya setelah didilatasi dengan faktor skala 3 dengan pusat dilatasi titik awal.



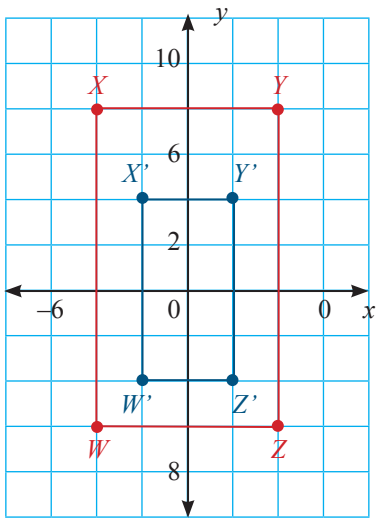

*Penyelesaian:*

| Titik sudut *ABC* | $(3x, 3y)$ | Titik sudut *A'B'C'* |
|---|---|---|
| *A* (1, 3) | (3 × 1, 3 × 3) | *A'* (3, 9) |
| B (2, 3) | (3 × 2, 3 × 3) | *B'* (6, 9) |
| *C* (2, 1) | (3 × 2, 3 × 1) | *C'* (6, 3) |

## Contoh 2

## Dilatasi Pada Segi Empat dengan Pusat Dilatasi di Titik Asal

Diketahui segi empat *WXYZ* dengan titik sudut masing-masing *W* (–4, –6), *X* (–4, 8), *Y* (4, 8) dan *Z* (4, –6). Gambar segi empat *WXYZ* dan bayangannya setelah didilatasi dengan faktor skala 0,5 dengan pusat dilatasi titik awal.




*Penyelesaian:*

| Titik sudut *WXYZ* | $(0{,}5x, 0{,}5y)$ | Titik sudut *W'X'Y'Z'* |
|---|---|---|
| *W* (–4, –6) | (0,5 × (–4), 0,5 × (–6)) | *W'* (–2, –3) |
| *X* (–4, 8) | (0,5 × (–4), 0,5 × 8) | *X'* (–2, 4) |
| *Y* (4, 8) | (0,5 × 4, 0,5 × 8) | *Y'* (2, 4) |
| *Z* (4, –6) | (0,5 × 4, 0,5 × (–6)) | *Z'* (2, –3) |

**Contoh 3**

## Dilatasi Pada Segi Empat dengan Pusat Dilatasi di Titik *P*

Persegi panjang *KLMN* berkoordinat di *K* (2, 0), *L* (3, 0), *M* (3, 2) dan *N* (2, 2). Tentukan koordinat *K'L'M'N'* yang merupakan bayangan dari persegi panjang *KLMN* setelah didilatasi dengan pusat dilatasi di titik *P* (1, 4) dan faktor skala 2.

*Penyelesaian*

**Langkah 1**

Tentukan titik *P* dan gambar persegi panjang *KLMN* pada bidang koordinat.

**Langkah 2**

Buat garis dari titik *P* sehingga $PK' = 2PK$

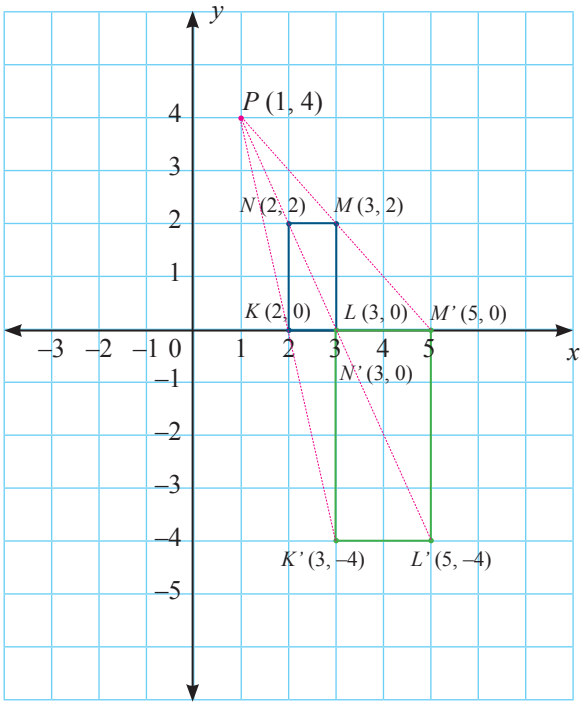
$PL' = 2PL$, $PM' = 2PM$, dan $PN' = 2PN$.

Sehingga diperoleh titik-titik koordinat bayangan *K*, *L*, *M*, dan *N* adalah sebagai berikut.

*K'* (3, -4), *L* (5, –4), *M* (5, 0), dan *N'* (3, 0).

**Langkah 3**

Hubungkan titik-titik *K'*, *L'*, *M'*, dan *N'* sehingga terbentuk persegi panjang *K'L'M'N'*.





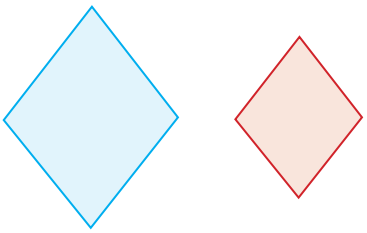
**Ayo Kita Tinjau Ulang**

1. Bagaimana bentuk bayangan suatu bangun jika didilatasi dengan faktor skala yang bernilai negatif? Apakah arahnya berbeda jika dibandingkan dengan bayangan hasil dilatasi oleh faktor skala positif? Jelaskan.
2. $\Delta DEF$ berkoordinat di $D$ (5, 8), $E$ (–3, 4), dan $F$ (–1, –6). Tentukan bayangan $\Delta DEF$ yang berpusat di titik asal dan faktor skala 3. Gambarlah $\Delta DEF$ sebelum dan sesudah didilatasi.

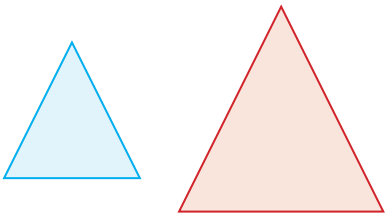
## Latihan 3.4 Dilatasi

1. Tunjukkan apakah gambar yang berwarna biru merupakan hasil dilatasi dari gambar yang berwarna merah. Berikan penjelasanmu.

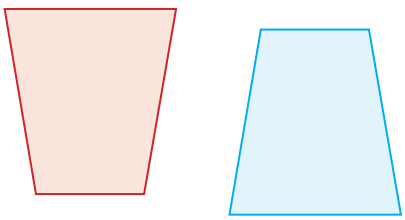
a.



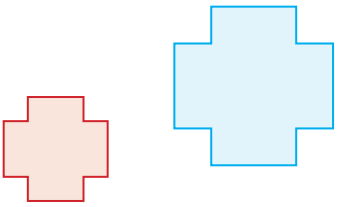
b.



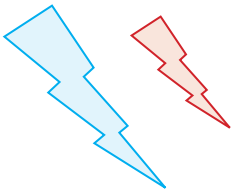
c.



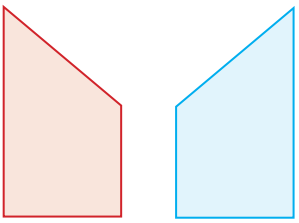
d.



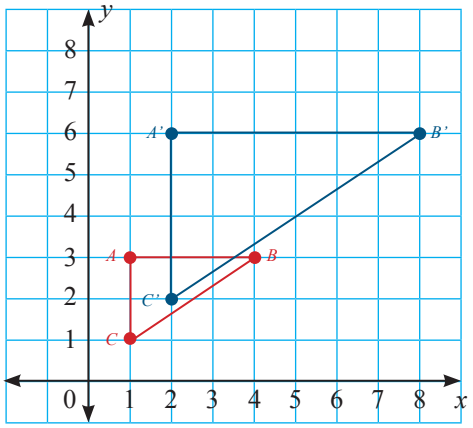
e.

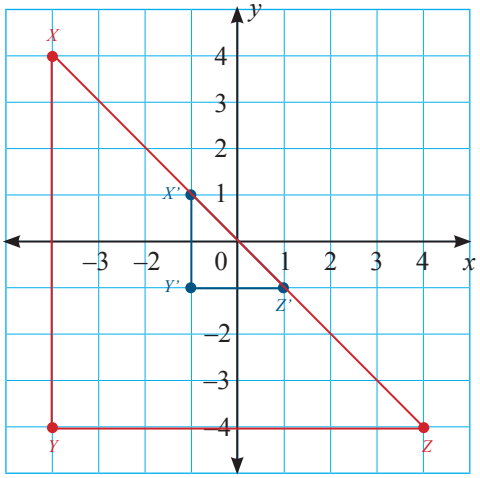


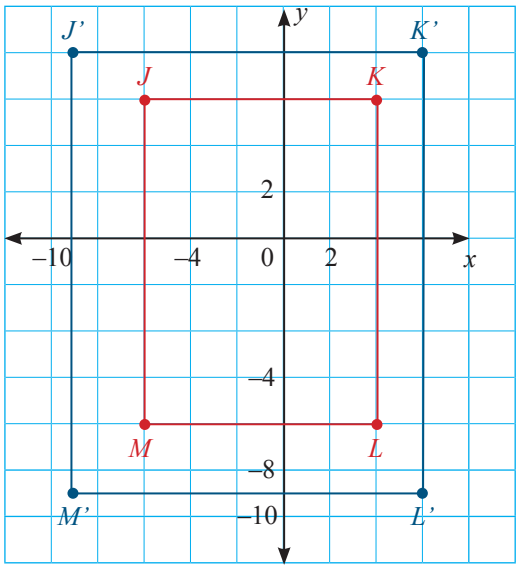
f.



2. Gambar yang berwarna biru merupakan hasil dilatasi dari gambar berwarna merah. Tentukan faktor skala dan jenis dilatasinya.




3. Titik sudut dari masing-masing bidang datar diberikan sebagai berikut. Gambar bidang datar yang dimaksud dan bayangannya setelah dilatasi dengan faktor skala yang diberikan masing-masing. Sebutkan jenis dilatasinya.

   a. $A$ (1, 1), $B$ (1, 4), dan $C$ (3, 1) dengan faktor skala 4

   b. $G$ (–2, –2), $H$ (–2, 6), dan $J$ (2, 6) dengan faktor skala 0,25

   c. $Q$ (–3, 0), $R$ (–3, 6), S (4, 6), dan $T$ (4, 0) dengan faktor skala $\frac{1}{3}$

4. Garis TU berkoordinat di $T$ (4, 2) dan $U$ (0, 5). Setelah didilatasi, bayangan yang terbentuk memiliki koordinat di $T'$ (6, 3) dan $U'$ (12, 11). Tentukan faktor skala yang digunakan.

5. Segitiga $KLM$ berkoordinat di $K$ (12, 4), $L$ (4, 8), dan $M$ (8, –8). Setelah dua kali dilatasi berturut-turut yang berpusat di titik pusat dengan faktor skala yang sama, bayangan akhirnya memiliki koordinat $K''$ (3, 1), $L''$ (1, 2), dan $M''$ (2, –2). Tentukan faktor skala $k$ yang digunakan untuk dilatasi $\Delta KLM$ menjadi $\Delta K''L''M''$.

6. Gambar sebarang persegi pada bidang koordinat (kamu bebas menentukan panjang sisi dari persegi tersebut). Pilih faktor skala 2, 3, 4, dan 5 kemudian dilatasikan persegi yang telah gambar dengan masing-masing faktor skala tersebut. Gambar bayangan hasil dilatasi dengan masing-masing faktor skala. Hitung luas tiap-tiap persegi, baik persegi awal, maupun persegi hasil dilatasi dengan masing-masing faktor skala.
   a. Berapa kali lebih besar luas persegi hasil dilatasi dengan menggunakan masing-masing faktor skala jika dibandingkan dengan luas persegi awal?
   b. Bagaimana rumus untuk mementukan luas persegi hasil dilatasi jika diketahui panjang sisi dari persegi awal adalah $r$ dan faktor skala $k$? (Dapatkan rumus tersebut tanpa harus menggambar bayangan hasil dilatasi, gunakan perbandingan pada jawaban a)
   c. Jika diberikan panjang sisi persegi awal 4 satuan, dan faktor skala 7. Berapa kali lebih besar luas persegi hasil dilatasi jika dibandingkan dengan luas persegi awal?

7. Gunakan lampu senter dan tanganmu untuk membuat bayangan kelinci pada dinding.



   a. Menurutmu mana yang lebih besar, apakah tanganmu yang asli atau bayangan tanganmu yang membentuk gambar kelinci?

b. Jika dihubungkan dengan dilatasi, merepresentasikan apakah lampu senter yang digunakan pada percobaan tersebut?

c. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa panjang hari tangan 7 cm, sedangkan panjang bayangannya di dinding 14 cm. Berapakah faktor skalanya?

d. Jika tanganmu digerakkan mendekati lampu senter, menurutmu apa yang akan terjadi pada bayangannya di dinding? Apa hubungannya dengan faktor skala?

8. Diketahui segitiga $ABC$ dengan koordinat titik sudut di $A$ (6, 12), $B$ (–9, 3) dan $C$ (6, –6). Gambar bayangan hasil transformasinya jika diketahui segitiga tersebut:

   a. Didilatasi dengan menggunakan faktor skala $\frac{1}{3}$ dengan pusat titik asal kemudian dirotasi $90^o$ searah jarum jam yang berpusat di titik asal.

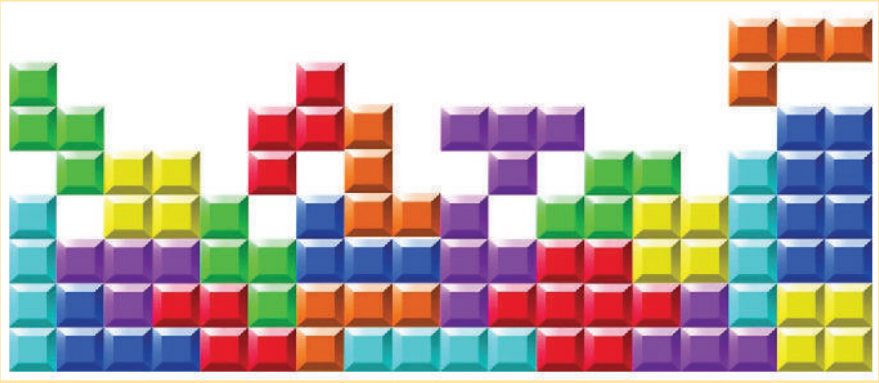
   b. Didilatasi dengan menggunakan faktor skala 2 dengan pusat titik asal kemudian diitranslasi $\begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$ setelah itu dicerminkan terhadap sumbu-$y$.



***Proyek 3***

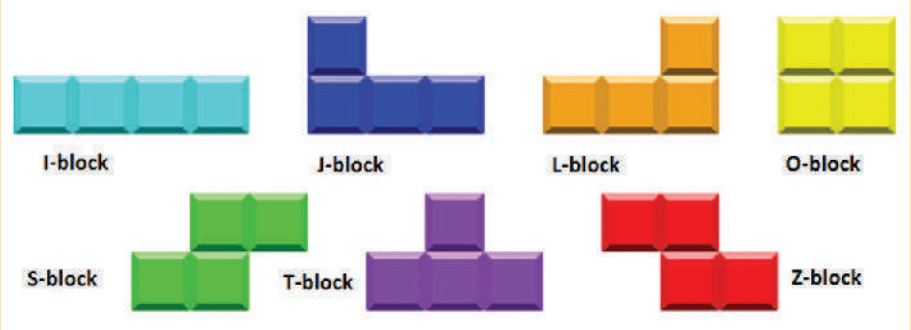
Buatlah kelompok yang terdiri atas 5 anak.Sebagai tugas dari proyek kali ini, kalian akan membuat permainan tetris dengan versimu sendiri. Sebelum bekerja lebih jauh, kalian perlu mengetahui terlebih dahulu mengenai beberapa hal terkait tetris.Tetris (bahasa Rusia: Тетрис) merupakan teka-teki yang didesain dan diprogram oleh Alexey Pajitnov pada bulan Juni1985, pada saat ia bekerja di Pusat Komputer Dorodnicyn di Akademi Sains Uni Soviet di Moskow. Namanya berasal dari awalan numerik Yunani *tetra* yang bermakna bangun dengan empat bagian.

Permainan ini (atau variasi lainnya) terdapat pada hampir setiap konsol permainan video dan komputer pribadi. Walaupun *Tetris* muncul kebanyakan pada komputer rumahan, permainan ini lebih sukses pada versi Gameboy yang dirilis pada 1989 yang membuatnya sebagai permainan paling populer sepanjang masa. Pada berita Electronic Gaming Monthly ke-100, Tetris berada pada urutan pertama pada "Permainan Terbaik Sepanjang Masa". Pada tahun 2007, Tetris berada di urutan kedua pada "100 Permainan Terbaik Sepanjang Masa" menurut IGN.



Gambar di atas merupakan contoh permainan tetris. Pada permainan ini berbagai macam tetromino yang terdiri dari empat balok akan jatuh. Tujuan dari permainan ini adalah bagaimana cara memanipulasi tetromino yang jatuh, dengan mengerakannya ke samping atau memutarnya, sehingga akan terbentuk garis horizontal tanpa celah, ketika sudah terbentuk, tetromino tersebut akan menghilang, sehingga tetromino diatasnya akan terjatuh. Ketika permainan berlanjut, tetromino tersebut akan jatuh lebih cepat. Permainan akan berakhir apabila tetromino berikutnya terhalang sehingga tidak bisa masuk.

Tetromino yang terdapat pada tetris terdiri atas 7 jenis, yaitu I-block, J-block, L-block, O-block, S-block, T-block, dan Z-block. Coba perhatikan gambar tetromino yang biasanya terdapat pada permainan tetris di bawah ini.




Setelah kalian mengetahui permainan dan cara kerja tetris, kini kalian akan membuat permainan tetris dari 7 jenis tetromino yang ada dengan menggunakan prinsip transformasi yang telah kalian pelajari pada bab ini.

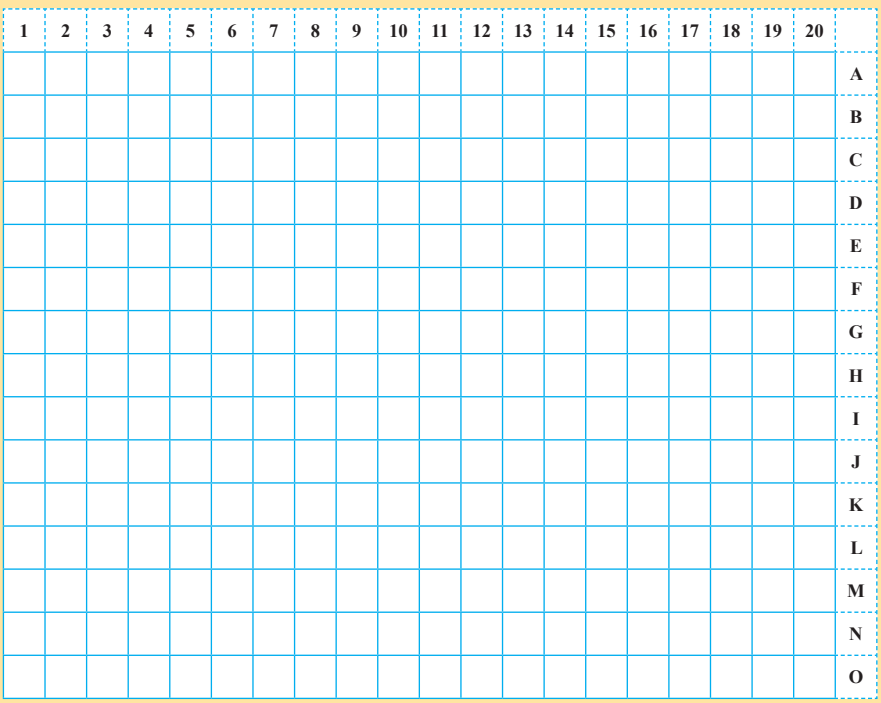
**Bahan**

- Kertas karton putih sebagai papan permainan tetris berukuran 2 meter × 1 meter.

- Kertas karton berwarna biru muda sebagai pembentuk I-block
- Kertas karton berwarna biru tua sebagai pembentuk J-block
- Kertas karton berwarna orange sebagai pembentuk L-block
- Kertas karton berwarna kuning sebagai pembentuk O-block
- Kertas karton berwarna hijau muda sebagai pembentuk S-block
- Kertas karton berwarna ungu muda sebagai pembentuk T-block
- Kertas karton berwarna merah sebagai pembentuk Z-block
- Penggaris
- Spidol Hitam
- Kertas untuk mencatat jenis transformasi pada masing-masing tetromino

**Langkah-langkah pembuatan permainan**

1. Buatlah papan permainan tetris dengan menggunakan kertas karton berwarna putih, spidol hitam, dan penggaris seperti gambar di bawah ini




2. Papan permainan tetris berukuran 15 (pada sumbu vertikal) dan 20 (pada sumbu horizontal). Tiap-tiap 1 kotak dalam papan permaian tetris memiliki

ukuran 5 × 5 cm. Selanjutnya berikan label huruf pada sumbu vertikal dan abel angka pada sumbu horizontal (perhatikan contoh papan permainan tetris di atas). Tujuan dari pemberian label adalah untuk mengetahui posisi/ koordinat dari masing-masing tetromino yang berada di dalam permainan.

3. Setelah kamu selesai membuat papan permaian tetris, selanjutnya kamu menbuat tetromino sesuai dengan warna yang telah ditentukan. Buatlah I-block dengan menggunakan kertas karton berwarna biru muda, J-block dengan menggunakan kertas karton berwarna biru tua, L-block dengan menggunakan kertas karton berwarna orange, O-block dengan menggunakan kertas karton berwarna kuning, S-block dengan menggunakan kertas karton berwarna hijau muda, T-block dengan menggunakan kertas karton berwarna ungu muda, dan Z-block dengan menggunakan kertas karton berwarna merah. Perhatikan bahwa ukuran dari tetromino haruslah sesuai dengan papan permainan tetris. Dengan demikian ukuran tiap-tiap kotak tetromino adalah 5 × 5 cm. Untuk tiap-tiap tetromino kalian diwajibkan membuat masing-masing 8 buah.

4. Setelah kamu selesai membuat tetromino, berikan label/nama pada masing-masing tetrimino dengan aturan berikut:
   - Untuk tetromino berbentuk I-block berikan label I-1 sampai dengan I-8
   - Untuk tetromino berbentuk J-block berikan label J-1 sampai dengan J-8
   - Untuk tetromino berbentuk L-block berikan label L-1 sampai dengan L-8
   - Untuk tetromino berbentuk O-block berikan label O-1 sampai dengan O-8
   - Untuk tetromino berbentuk S-block berikan label S-1 sampai dengan S-8
   - Untuk tetromino berbentuk T-block berikan label T-1 sampai dengan T-8
   - Untuk tetromino berbentuk Z-block berikan label Z-1 sampai dengan Z-8

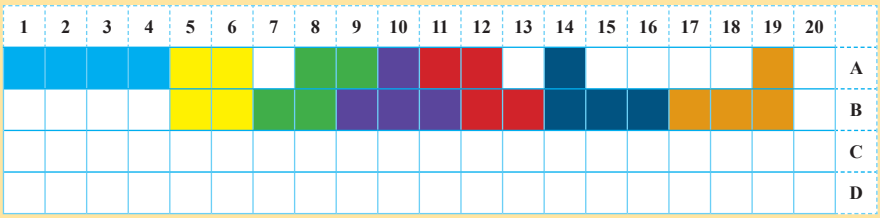
5. Setelah masing-masing tetromino memiliki label, langkah berikutnya adalah kamu mencoba masing-masing tetromino tersebut benar-benar memiliki ukuran yang bersesuaian dengan papan permainan tetris. Cobalah untuk memutar dan menggeser masing-masing tetromino tersebut pada papan permaian tetris. Jika semua telah sesuai, maka permaian tetris siap untuk dimulai.

**Langkah-langkah permainan**

1. Pada permainan tetris ini, kamu hanya menggunakan 2 prinsip transformasi, yaitu rotasi dan translasi.

2. Pada bagian awal papan tetris dalam kondisi kosong (tidak ada tetromino sama sekali)

3. Selanjutnya perhatikan gambar di bawah ini

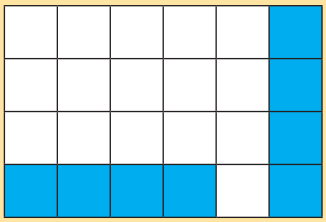



5. Pada permainan tetris, tetromino selalu muncul pada bagian paling atas dari papan permainan. Biasanya tetromino muncul secara acak. Namun pada permainan tetris kali ini, ada beberapa aturan terkait dengan kemunculan tetromino pada bagian atas papan permainan. Perhatikan gambar di atas yang menunjukkan koordinat atau posisi munculnya tetromino pada bagian atas papan permainan.
   - I-block selalu muncul pada koordinat A1, A2, A3, dan A4
   - O-block selalu muncul pada koordinat A5, A6, B5, dan B6
   - S-block selalu muncul pada koordinat A8, A9, B7, dan B8
   - T-block selalu muncul pada koordinat A10, B9, B10, dan B11
   - Z-block selalu muncul pada koordinat A11, A12, B12, dan B13
   - J-block selalu muncul pada koordinat A14, B14, B15, dan B16
   - L-block selalu muncul pada koordinat A19, B17, B18 dan B19

4. Urutan kemunculan dari tetromino yaitu I- block muncul pertama, kemudian diikuti oleh O-block pada urutan kedua, S-block pada urutan ketiga, T-block pada urutan keempat, Z-block pada urutan kelima, J-block pada urutan keenam, dan terakhir adalah L-block. Jika telah selesai, maka kembali lagi ke I-block, lalu O-block, dan seterusnya seperti urutan yang dijelaskan di atas. Permaian berhenti jika tetromino yang digunakan telah habis.

5. Langkah-langkah pada permainan ini yaitu:

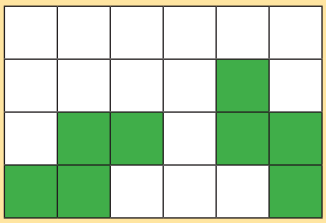
   a. I-block muncul terlebih dahulu kemudian pemain menggerakkan I-block hingga I-block menyentuh bagian paling bawah pada papan permaian tetris. Ketika I-block mencapai bagian bawah papan permaian tetris ada 2 kemungkinan posisi I-block, yaitu posisi horizontal dan vertikal. Perhatikan gambar di bawah ini.



   Pemain bebas menetukan pada posisi mana sebaiknya L-block diletakkan.

   b. Setelah I-block telah mencapai bagian bawah papan permainan, selanjutnya muncul O-block. Pemain harus menggerakkan O-block ini hingga mencapai bagian bawah papan permainan. Pemain bebas menentukan di posisi mana O-block akan diletakkan, apakah pada bagian paling bawah dari papan permainan ataukah di atas posisi dari I-block.

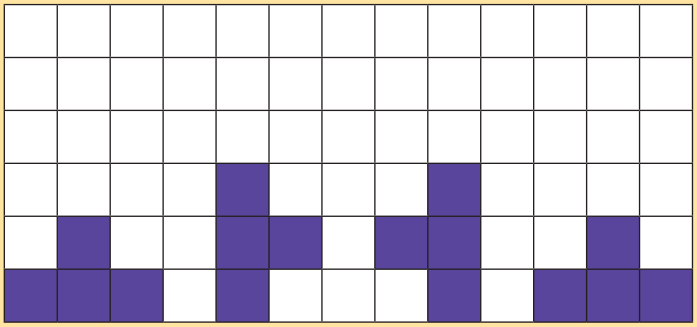
   c. Selanjutnya ketika O-block telah mencapai bagian bawah papan permainan maka muncul S-block. Pemain harus menggerakkan S-block ini hingga mencapai bagian bawah papan permainan. Pemain bebas menentukan di posisi mana S-block akan diletakkan, apakah pada bagian paling bawah dari papan permainan ataukah di bagian atas dari tetromino yang lainnya. Ketika S-block mencapai bagian bawah papan permaian tetris ada 2 kemungkinan posisi S-block, yaitu posisi horizontal dan vertikal. Perhatikan gambar di bawah ini.



   Pemain bebas menetukan pada posisi mana sebaiknya S-block diletakkan.

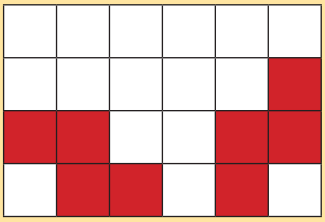
   d. Ketika S-block telah mencapai bagian bawah papan permainan maka muncul T-block. Pemain harus menggerakkan T-block ini hingga mencapai bagian bawah papan permainan. Pemain bebas menentukan di

posisi mana T-block akan diletakkan, apakah pada bagian paling bawah dari papan permainan ataukah di bagian atas dari tetromino yang lainnya. Ketika T-block mencapai bagian bawah papan permaian tetris ada 4 kemungkinan posisi T-block, yaitu posisi horizontal ke atas, horizontal ke bawah, vertikal ke arah kanan, dan vertikal ke arah kiri. Perhatikan gambar di bawah ini.



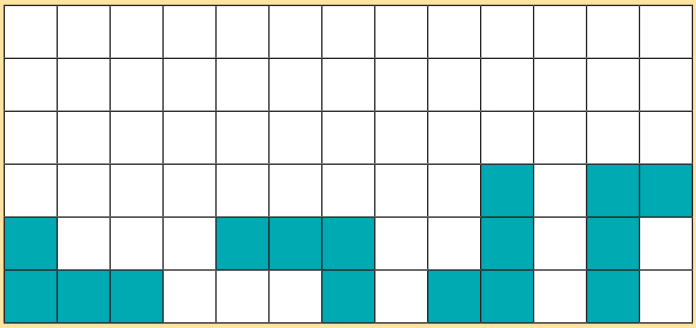
Pemain bebas menetukan pada posisi mana sebaiknya T-block diletakkan.

e. Setelah T-block telah mencapai bagian bawah papan permainan, selanjutnya muncul Z-block. Pemain harus menggerakkan Z-block ini hingga mencapai bagian bawah papan permainan. Pemain bebas menentukan di posisi mana Z-block akan diletakkan, apakah pada bagian paling bawah dari papan permainan ataukah di bagian atas dari tetromino yang lainnya. Ketika Z-block mencapai bagian bawah papan permaian tetris ada 2 kemungkinan posisi Z-block, yaitu posisi horizontal dan vertikal. Perhatikan gambar di bawah ini.



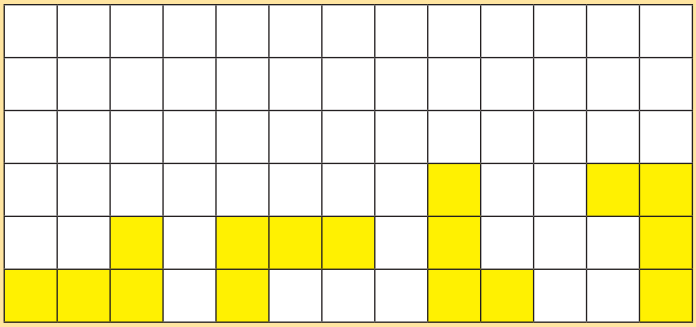
Pemain bebas menetukan pada posisi mana sebaiknya Z-block diletakkan.

f. Ketika Z-block telah mencapai bagian bawah papan permainan maka muncul J-block. Pemain harus menggerakkan J-block ini hingga mencapai bagian bawah papan permainan. Pemain bebas menentukan di posisi mana J-block akan diletakkan, apakah pada bagian paling bawah dari papan permainan ataukah di bagian atas dari tetromino yang lainnya. Ketika J-block mencapai bagian bawah papan permaian tetris ada 4 kemungkinan posisi T-block. Perhatikan gambar berikut ini.



Pemain bebas menetukan pada posisi mana sebaiknya J-block diletakkan.

g. Setelah J-block telah mencapai bagian bawah papan permainan, selanjutnya muncul L-block. Pemain harus menggerakkan L-block ini hingga mencapai bagian bawah papan permainan. Pemain bebas menentukan di posisi mana L-block akan diletakkan, apakah pada bagian paling bawah dari papan permainan ataukah di bagian atas dari tetromino yang lainnya. Ketika L-block mencapai bagian bawah papan permaian tetris ada 4 kemungkinan posisi L-block. Perhatikan gambar di bawah ini.



Pemain bebas menetukan pada posisi mana sebaiknya L-block diletakkan.

h. Setelah L-block mencapai bagian bawah papan permainan, selanjutnya kembali muncul I-block, kemudian diikuti oleh O-block, S-block, T-block, Z-block, J-block, dan terakhir L-block. Jika telah selesai, maka kembali lagi ke I-block, lalu O-block, dan seterusnya seperti urutan yang dijelaskan sebelumnya. Permainan berhenti jika tetromino yang digunakan telah habis.

6. Syarat dari permaian ini yaitu :

- Tidak boleh ada kotak yang kosong di sela-sela tetromino
- Jika baris bagian bawah dari papan permainan telah penuh, kamu dapat mengisi baris pada bagian yang berada pada posisi lebih atas

- Jika baris bagian bawah dari papan permainan telah penuh, kamu dapat mengisi baris pada bagian yang berada pada posisi lebih atas
- Kamu tidak diperbolehkan mengubah urutan dan posisi awal dari kemunculan tetromino
- Kamu hanya diperbolehkan melakukan rotasi dan translasi pada masing-masing tetromino
- Permainan berhenti jika tetromino telah habis

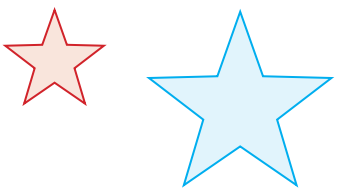
**Tugas**

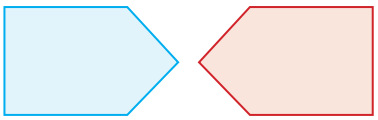
Sediakan kertas untuk mencatat, lalu buatlah tabel seperti di bawah ini

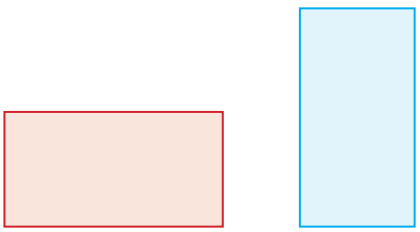
| No. | Nama/Label Tetromino | Urutan Translasi |
|---|---|---|
| 1. | I-1 | ... |
| 2. | O-1 | ... |
| 3. | S-1 | ... |
| 4. | ⋮ | ⋮ |

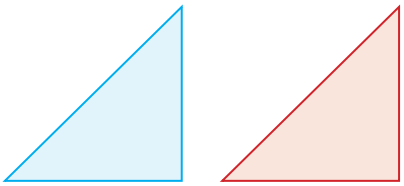
Jelaskan rangkaian urutan translasi yang dilakukan oleh masing-masing tetromino dari awal kemunculan hingga mencapai posisi akhir. Catatlah pada tabel di atas. Sajikan hasilmu tersebut di depan kelas.

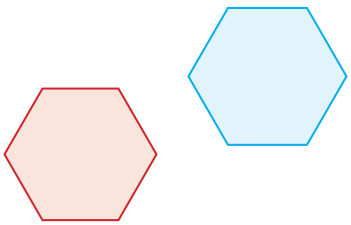
1. Diketahui gambar berwarna biru merupakan bayangan hasil trasnformasi dari gambar berwarna merah. Tentukan jenis transformasinya.

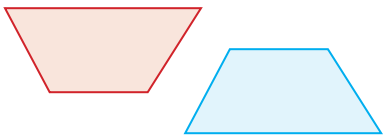
a. 

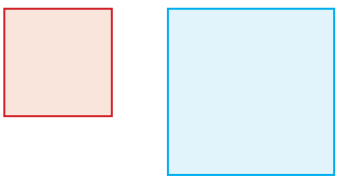
b. 

c. 

d. 

e. 

f. 

g. 

2. Gambar setiap bangun berikut beserta bayangan hasil refleksi yang diberikan.
   a. Garis $MN$ dengan $M$ (3, 5) dan $N$ (–2, –4) direfleksikan terhadap sumbu-$x$.
   b. $\Delta RST$ yang berkoordinat di $R$ (2, –3), $S$ (4, 5), dan $T$ (–4, 6) direfleksikan terhadap sumbu-$y$.

c. $\Delta KLM$ yang berkoordinat di $K$ (2, 5), $L$ (3, –4), dan $M$ (–4, –7) direfleksikan terhadap titik asal.

d. Segi empat $ABCD$ dengan $A$ (–1, –2), $B$ (2, –3), $C$ (6, 3), dan $D$ (–4, 2) direfleksikan terhadap garis $y = x$.

e. Garis $FG$ dengan $F$ (–4, 6) dan $G$ (7, –9) direfleksikan terhadap garis $y = -x$.

3. Diketahui titik $C$ $(u, v)$ dicerminkan terhadap garis $x = 2$ menghasilkan bayangan di titik $C'$ (5, 7). Maka nilai $u + v$ adalah ....

4. Diketahui segi empat TUVW berkoordinat T (3, 2), U (1, –4), V (–2, –3) dan $W$ (–2, 4). Gambar bayangan segi empat $TUVW$ setelah ditranslasi oleh $\begin{pmatrix} -2 \\ 3 \end{pmatrix}$ dan dicerminkan terhadap garis $y = x$.

5. Diketahui titik sudut sebuah segitiga yaitu $I$ (–2, –1), $J$ (–1, –4), dan $K$ (–4, –1). Gambar bangun tersebut dan bayangannya dengan menggunakan translasi berikut ini.

a. 3 satuan ke kanan dan 4 satuan ke atas

b. $(x - 2, y + 5)$

c. 5 satuan ke kiri dan 7 satuan ke bawah

d. $\begin{pmatrix} 7 \\ -10 \end{pmatrix}$

6. Diketahui segi empat $ABCD$ dengan koordinat titik sudut di $A$ (2, 5), $B$ (–3, 4), $C$ (4, 3) dan $D$ (4, –2). Gambar bayangan hasil transformasinya jika diketahui segi empat tersebut:

a. Ditranslasi 3 satuan ke kanan dan 5 satuan ke bawah kemudian dicerminkan terhadap sumbu-$x$.

b. Dirotasi $90^o$ berlawanan arah jarum jam yang berpusat di titik asal kemudian ditranslasi $(x - 3, y + 2)$.

c. Ditranslasi $\begin{pmatrix} 3 \\ 6 \end{pmatrix}$ kemudian didilatasi dengan faktor skala 2 dan berpusat di titik asal.