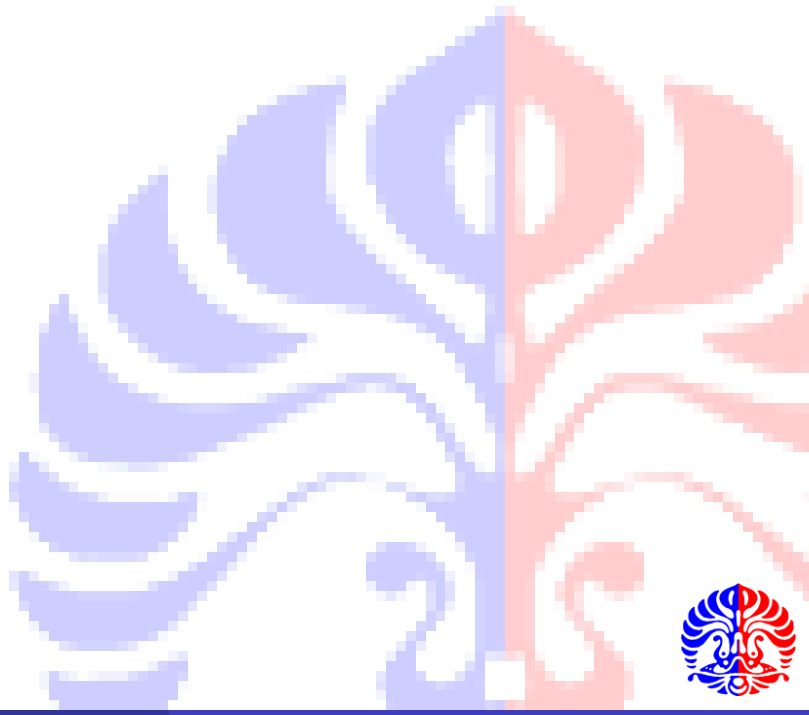
IKI10400 • Struktur Data & Algoritma: Review Java & OOP

Fakultas Ilmu Komputer • Universitas Indonesia

Slide acknowledgments:
Suryana Setiawan, Ade Azurat, Denny, Ruli Manurung, Tisha Melia

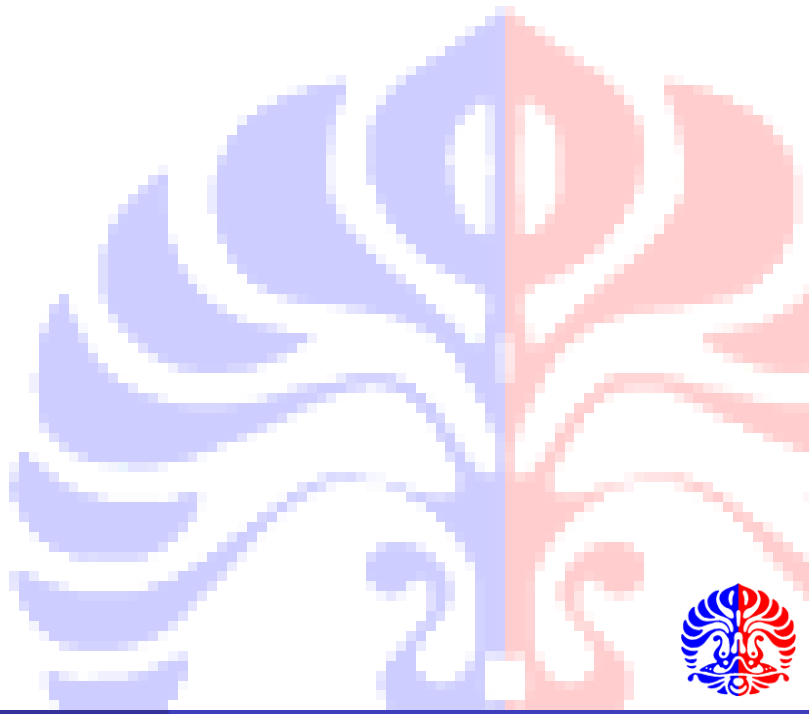
Tujuan kuliah

- Mengulang dan mengingatkan kembali beberapa konsep penting dalam *Object Oriented Programming* dan *Java*.



Outline

- Variables: Primitive Types
- Operator & Expresion
- Flow Control (Decision & Iteration)
- Variables: Reference Types
- Exception Handling
- OOP



Java: *strongly* typed language

- Variable adalah sebuah tempat atau lokasi dalam memory untuk menyimpan sebuah nilai.

  var•i•a•ble

  - **adj.**: 1 Math. having no fixed value
  - **n.**: 2 Math., Physics a) a part of a mathematical expression that may assume any value in a specific, related set of values b) a symbol for such a part: opposed to constant

- dalam Java, setiap variable harus diasosiasikan dengan sebuah tipe yang telah ditentukan (*strongly typed languages*)
- dengan tipe, compiler dapat membatasi nilai yang dapat disimpan dalam variable tersebut. Contoh:

  –int grade;

  –grade = 85; // ok

  –grade = ‘A’; // not ok, compiler error

Tipe data dalam Java

- Primitive types: tipe boolean, char, numerik
- Reference types: class (termasuk String, Integer), array.
- Apa perbedaan antara primitive dan reference type?

Tipe	Isi	Nilai default	Besar
boolean	True, false	False	1 bit
char	Unicode char	\u0000	16 bit
byte	Signed integer	0	8 bit
short	Signed integer	0	16 bit
int	Signed integer	0	32 bit
long	Signed integer	0	64 bit
float	IEEE 754/floating-point	0.0	32 bit
double	IEEE 754/floating-point	0.0	64 bit

Operator

- Apakah itu *operator*?

- Berdasarkan jumlah dari *operands*:
  - Unary
  - Binary

- Berdasarkan operasi yang dilakukannya:
  - Arithmetic
  - Logical

Operator & expression

- Apakah itu *expression*?

- Apakah output dari potongan program berikut?

```
int ii = 1;
int jj = 2;
double a = (ii + 1) / (jj + 1);
double b = (double) (ii + 1) / (jj + 1);
double c = (ii + 1) / (double) (jj + 1);
double d = (ii + 1.0) / (jj + 1.0);
System.out.println (a + " " + b);
System.out.println (c + " " + d);
```

Operator & expression

- Apakah output dari potongan program berikut?

```
int width = 10;
int a = 3 / 4 * width;
System.out.println (a);
int b = width * 3 / 4;
System.out.println (b);
int c = width / 4 * 3;
System.out.println (c);
```

- Perlu diingat:
  - Tipe data dari sebuah ekspresi bergantung pada *operator* dan tipe data dari *operands*.
  - Urutan evaluasi sebuah ekspresi bergantung pada tingkat *precedence operator*. Jika dua buah *operator* memiliki tingkat *precedence* yang sama, lihat *associativity* operatornya:
    - LR: Left to Right
    - RL: Right to Left

Flow control

- Branch (cabang)
  - Digunakan untuk memilih perintah mana yang akan dijalankan berdasarkan kondisi tertentu.

- Loop (pengulangan)
  - Suatu kelompok program dijalankan secara berulang. Kondisi berhenti menyatakan berapa kali pengulangan dijalankan.

Flow control: if

```
if (condition)
{
    statement;
}
next statement
```

```
if (condition)
{
    statement1
}
else
{
    statement2
}
next statement
```

- Kesalahan umum:

```
if (x == 0);
    System.out.println ("x is zero");

if (x > 0)
    System.out.println ("x = ");
    System.out.println (x);
```

Flow control: switch

- Perintah **`if-else-if`** yang membandingkan nilai sebuah variable dapat digantikan dengan perintah **`switch`**.

```
int digit;
String digitName;
switch (digit) {
    case 0: digitName = "zero"; break;
    case 1: digitName = "one"; break;
    case 2: digitName = "two"; break;
    case 3: digitName = "three"; break;
    case 4: digitName = "four"; break;
    case 5: digitName = "five"; break;
    case 6: digitName = "six"; break;
    case 7: digitName = "seven"; break;
    case 8: digitName = "eight"; break;
    case 9: digitName = "nine"; break;
    default: digitName = ""; break;
}
```

Flow control: ?

`testExpr ? yesExpr : noExpr`

- Berguna untuk menyederhanakan perintah `if-else` sederhana.
- Contoh:

```
if (x > 100)
    y = x * 0.9;
else
    y = x;
```

- Setara dengan:

```
y = (x > 100) ? (x * 0.9) : x;
```

Flow Control: while

```
while (condition){
      statement;
}
/* Post condition: ~condition */
```

- Selama nilai ekspresi `condition` adalah `true`, maka `statement` akan dijalankan, kemudian ekspresi `condition` akan dievaluasi lagi.
- Saat nilai ekspresi `condition` menjadi `false`, pengulangan berhenti. Perintah `statement` tidak lagi dijalankan.
- **Ingat**: `condition` dievaluasi lebih dulu!

Flow Control: do-while

```
do {
    statement;
    ...
} while (condition);
/* Post condition: ~condition */
```

- `statement` dijalankan lebih dulu, kemudian `condition` dievaluasi.
  - Jika `true` → `statement` dijalankan lagi.
  - Jika `false` → loop berhenti.
- Minimal `statement` dijalankan sekali.

Flow control: for

```
for (initialization; condition; update)
{
   statement;
}
```

- setara dengan perintah `while` berikut:

```
initialization;
while (condition) {
   statement;
   update;
}
```

- `for` digunakan bila kita sudah tahu berapa banyak pengulangan yang akan dilakukan.

Flow Control: break

- Kegunaan: keluar dari loop terdalam
- Bukan kebiasaan *programming* yang baik (poor design)!
- Contoh:

```
while (...) {
    ...
    if (something) {
        break;
    }
    ...
}
```

Flow Control: continue

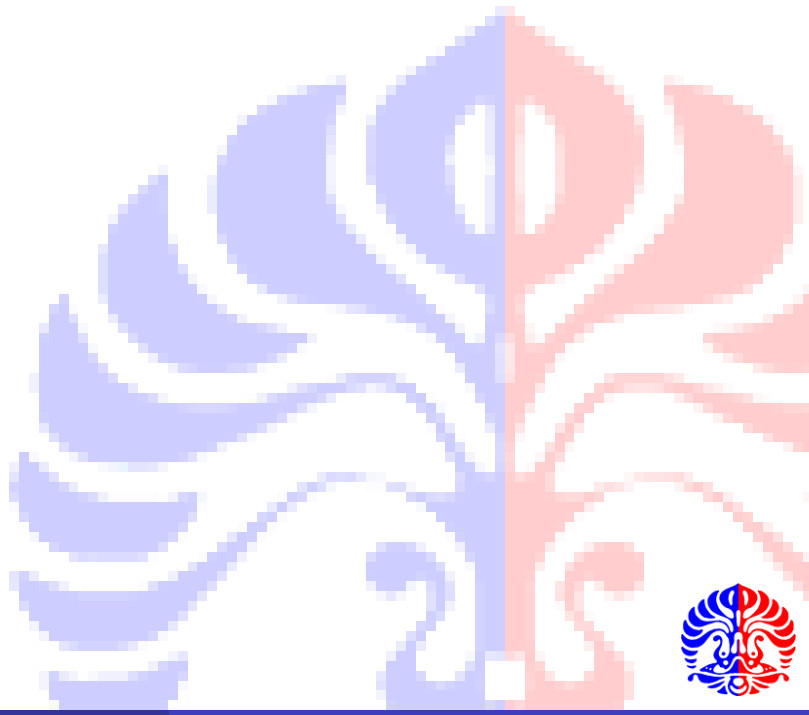
- Kegunaan: menjalankan pengulangan selanjutnya tanpa menjalankan sisa dalam blok pengulangan.
- Juga bukan kebiasaan programming yang baik!
- Contoh:

```
for (int ii = 1; ii <= 100; ii++) {
    if (ii % 10 == 0) {
        continue;
    }
    System.out.println (ii);
}
```

- Bisakah anda tulis ulang tanpa **continue**?

Flow Control: latihan

- Tulislah sebuah program yang mencetak semua pasangan *positive integer* (a, b) di mana:
  - $a < b < 1000$, dan
  - $(a^2 + b^2 + 1)/(ab)$ adalah integer.



Object oriented programming

- Class
  - Kombinasi dari data dan operasi (metode) dengan *access modifier*.
  - Satu class membentuk sebuah tipe data
- Object
  - *instance* dari *class*
  - tiap object memiliki:
    - *state* → variable instances / fields
    - *behaviour* → methods

Class

- Class memiliki:
  - Detail implementasi (*blue print*) sebuah *object* yang akan dibuat → bayangkan sebuah *"object factory"*.
  - Class juga menyimpan static methods dan static variables dari object yang akan dibuat.
- Class menyatakan detail implementasi object
  - Seluruh *method* dan *fields*
  - code untuk method yang akan menentukan perilaku dari object.
- Berdasarkan definisi class → object dibuat.

Object

- Membuat object dengan operator `new`
  - Mengalokasikan ruang memory untuk object baru, dan mengembalikan ***alamat*** dari object dalam memory.
  - Panggil ***constructor*** yang sesuai.
    Contoh: `new Integer (20);`
- Mendeklarasikan reference variable
  - `ClassName varName;`
    `Contoh:`
    - `Integer x;`
    - `int ii;`
  - **Ingat**: mendeklarasikan sebuah *reference variable* **belum** membuat object!

Object

- Menyimpan alamat dari object agar dapat digunakan lagi: gunakan operator =
  - Contoh: `Integer x = new Integer (20);`
  - Ingat: operator = tidak meng-copy (clone) object
- Mengakses field dan memanggil method: gunakan operator . (*dot*)
  - Contoh:

```
Dimension size;
size = getSize();
System.out.println(size.width);
System.out.println(size.getWidth());
```

Field

- Menyimpan status dari object atau class
- Terdapat dua jenis field:
  - ***Instance variable***
    - Tiap object punya nilai variable masing-masing → ***object*** variable
  - ***Static variable***
    - Satu class hanya punya satu nilai variable, walaupun class tersebut memiliki beberapa object → ***class*** variable

Method

- Definisi method terdiri dari:
  - Header
    - Access specifier (mis: **`public`**)
    - Return type (mis : **`double`**, **`String`**)
    - Nama method (mis: **`deposit`**, **`openFile`**)
    - Kumpulan parameter
  - Body (implementasi dari method)
- Method yang tidak memiliki body (implementasi) disebut *abstract method*.
- Mengapa ada method yang tidak memiliki body (implementasi)?

Method

- Sebagaimana field, ada dua jenis method:
  - ***Instance method*** (non-static method)
    - method dapat dijalankan dari sebuah object → object method
    - ada parameter implisit **`this`** → method dapat mengakses dirinya sendiri.
  - ***Static method***
    - method dapat dijalankan tanpa object → class method
    - tidak ada parameter **`this`** → static method tidak dapat mengakses instance variable
- Parameter Passing bersifat *call by value*: pemanggil memberikan *copy* nilai kepada method yang dipanggil.

Reference Type

- Sebuah ***reference variable*** dalam Java menyimpan lokasi (alamat) dari objects dalam memory komputer.
- Sebuah ***primitive variable*** menyimpan nilai sebenarnya dari sebuah primitive data type.
- Dengan kata lain, reference variable tidak menyimpan object secara konkret (sebenarnya) tapi primitive variable menyimpan 'object'.

Reference Type (2)

- Operator `==`
  - Untuk *primitive data type*, operator `==` digunakan untuk menguji apakah kedua variable memiliki nilai yang sama.
  - Untuk *reference data type*, operator `==` digunakan untuk menguji apakah dua reference variables menunjuk pada object yang sama, **TIDAK** menunjukkan apakah dua objects berbeda memiliki nilai yang sama.
- Method `equals`
  - Metode `equals` dapat digunakan untuk menguji apakah kedua object berbeda memiliki nilai yang sama.
  - Metode `equals` pada beberapa object seperti Button, akan mengembalikan `true` bila keduanya merujuk pada object yang sama.

Array

- Deklarasi Array (array adalah object juga)

```
int [] array1;
```

Ingat: mendeklarasikan sebuah reference variable tidak berarti mengalokasikan memory dan membuat object.

- Membuat array

```
array1 = new int[100];
int[] array2 = { 2, 3, 7, 5 };
```

- Untuk mengakses element dalam array, gunakan index

```
array1[0] = 20;
```

- Karena array adalah object juga, operator = tidak mengcopy(clone) array.

```
int[] lhs = new int[100];
int[] rhs = new int[100];
...
lhs = rhs;
```

Dynamic Array Expansion

- Misalkan, kita hendak membaca sederetan bilangan bulat dari sebuah file dan menyimpannya dalam array untuk kemudian diproses.
- Untuk membuat array, kita harus menyatakan ukuran dari array.
- Jika kita tidak tahu berapa banyak bilangan bulat dalam file, maka kita tidak dapat menentukan ukuran dari array.

Dynamic Array Expansion (2)

- Contoh:

```
int[] a = new int[10];
```

Jika array tidak cukup, kita dapat melakukan pengembangan array dengan contoh berikut:

```
int[] original = a;
a = new int[original.length * 2];
for (int ii = 0; ii < original.length;
ii++) {
    a[ii] = original[ii];
}
```

Apakah hal ini efisien?

Multidimensional Array

- Array dapat diakses dengan menggunakan lebih dari satu indeks:

```
int[][] x = new int[2][5];
```

- Latihan:
  - Buat prosedur pembuatan matriks (diberikan ukurannya) yang akan mengembalikan upper triangle matrix (2 dimensi). Tipe data dari tiap elemen adalah double.
  - Contoh: dengan parameter size = 5, maka method tersebut mengembalikan output berikut (dalam format desimal):

```
1/1  1/2  1/3  1/4  1/5  ...
2/1  2/2  2/3  2/4
3/1  3/2  3/3
4/1  4/2
5/1
```

Contoh solusi: Cantor

```
public static double[][] cantor (int size)
{
    double[][] result = new double[size][];
    for (int ii = 0; ii < size; ii++) {
        result[ii] = new double[size - ii];
        for (int jj = 0; jj < result[ii].length; jj++) {
            result[ii][jj] = (ii + 1.0) / (jj + 1.0);
            // not the type of the operands
            // (ii + 1) / (jj + 1)
            // will produce an integer
        }
    }

    return result;
}
```

Exceptions

- Exception menyatakan bahwa sebuah “kejadian aneh” telah terjadi.
- Sebuah object Exception menyimpan informasi tentang keanehan tersebut.
  - throw →“menandakan” keanehan
  - catch → tindakan “mengatasi” keanehan
- Error vs. Exception
  - Error → kesalahan fatal, mis: out of memory
  - Exception → masih bisa “dibetulkan”, mis: EOFException, ArrayIndexOutOfBoundException.

Exception throwing (≈tidak bertanggungjawab!)

- Klausa throws menyatakan bahwa sebuah method tidak menangani checked exception.
- Exception yang tidak ditangani akan di-propagate ke caller method.
- Exception yang tidak ditangani sampai di method main(String[] args) menyebabkan JVM mencetak error message, stack trace, lalu berhenti.

Exception handling (≈bertanggungjawab!)

- Gunakan statement try/catch/finally
  - try menandakan kumpulan statement (try block) yang mungkin menyebabkan exception.
  - try block diikuti 0 atau lebih catch block yang menangani sebuah tipe exception.
  - Sesudah catch block, boleh ada finally block yang biasanya berisi statement “beres-beres”. Statement ini dieksekusi apapun yang terjadi di try block.
    - Jika flow control keluar dari try block karena break, continue atau return, finally block tetap dijamin akan dijalankan.

Contoh: exception handling

```
try {
    // Statement yang biasanya berjalan tanpa masalah
    // tapi mungkin menyebabkan exception
}
catch (SebuahException e1) {
    // Menangani exception dengan tipe SebuahException
    // atau subclass-nya. Info tentang exception bisa
    // ditemukan dalam object e1
}
catch (SatuLagiException e2) {
    // Menangani exception dengan tipe SatuLagiException
    // atau subclass-nya. Info tentang exception bisa
    // ditemukan dalam object e2
}
finally {
    // Statement yang pasti dijalankan, bagaimanapun
    // flow control berakhir dalam try block.
}
```

Prinsip-prinsip OOP

- Prinsip utama OOP:
  - Abstraction: membuang detail yang “tidak penting”
  - Encapsulation: menggabungkan data dan prosedur di dalam sebuah object
  - Inheritance: tambahkan fungsionalitas dengan membuat subclass baru
  - Polymorphism: “banyak bentuk”. Dalam Java, ada 2 jenis:
    - Overloading: polymorphism secara trivial
    - Overriding: polymorphism yang sebenarnya

Overloading

- Memakai nama sama untuk method berbeda
- Method-method ini dibedakan berdasarkan signature-nya:
  - Jumlah parameter
  - Tipe parameter
  - Urutan parameter
- Perhatikan bahwa signature tidak tergantung
  - Nama parameter
  - Return type
- Overloading ditangani pada saat kompilasi (static binding)

Overriding

- Sebuah method yang memiliki nama dan signature yang sama dengan method dari superclass.
- Method dari subclass dikatakan meng-override method dari superclass.
- Ditangani pada saat runtime (dynamic binding): instance type menentukan method mana yang digunakan.

Polymorphism

- Dalam mendefinisikan method untuk sebuah subclass, ada tiga kemungkinan:
  - override a method from the superclass (Nama dan signature sama dengan method milik superclass).
  - inherit method from the superclass. Methods yang tidak ditulis ulang otomatis akan diturunkan kepada seluruh subclass.
  - create a new method (Nama dan signature berbeda dengan method milik superclass)

Polymorphism

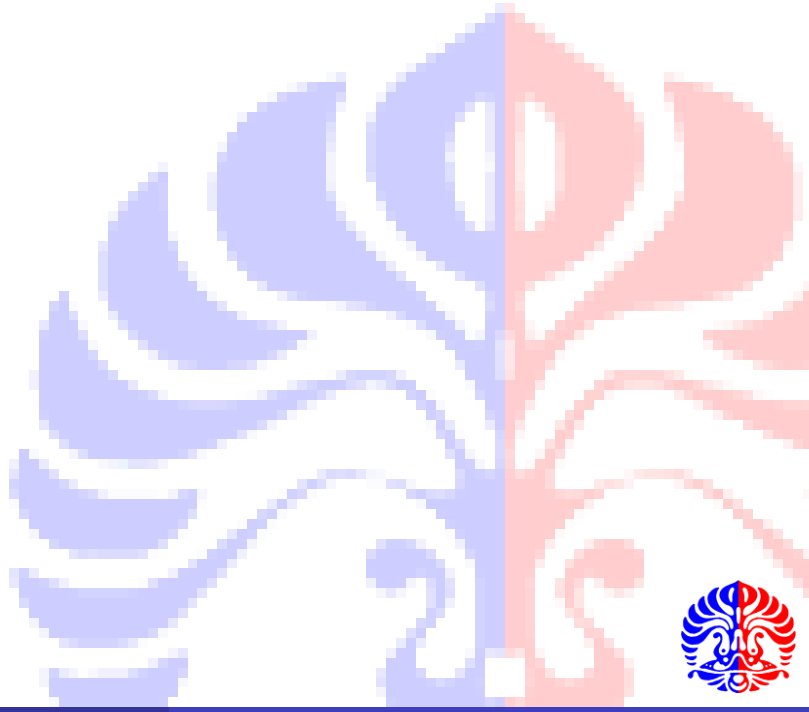
- Ketika sebuah method dari sebuah object dipanggil (called), class/type dari object tersebut menentukan implementasi method yang mana yang akan dijalankan.
- Sebuah method/field dapat atau tidaknya dipanggil/diakses ditentukan oleh type of the reference variable.
- Kata kunci (keyword) “super” berfungsi sebagai reference terhadap object tapi diperlakukan sebagai instance dari superclass.
- Polymorfism dapat diartikan bahwa sebuah object dapat memiliki banyak ‘bentuk’, yaitu sebagai object dari class-nya sendiri atau sebagai object dari superclass-nya.

Abstract Class

- Abstract class sangat bermanfaat untuk menyimpan aspect generic dari subclass-nya.
- Sebuah method dapat didefinisikan tanpa implementasi dengan menyatakan method tersebut sebagai abstract.
- Abstract method tidak memiliki body, body –nya ‘digantikan’ dengan (;).
- Sebuah Class yang memiliki abstract method harus dinyatakan sebagai abstract class.
- Abstract class tidak dapat dibuatkan langsung instance-nya. (objectnya)
- Subclass dari abstract class dapat di buat instance-nya jika subclass override dan implement seluruh abstract methods dari superclass-nya.

Abstract Class

- Jika sebuah subclass dari sebuah abstract class tidak meng-implement seluruh abstract methods dari superclass, maka subclass tersebut adalah abstract class juga.



```
public abstract class Shape{
    public abstract double area ();
    public abstract double circumference ();
}
public class Circle extends Shape{
    protected double radius;
    public Circle (double r){
            radius = r;
    }
    public Circle (){
            this (1.0);
    }
    public double area (){
            return Math.PI * radius * radius;
    }
    public double circumference (){
            return 2 * Math.PI * radius;
    }
    public double getRadius (){
            return radius;
    }
}
```

```
public class Rectangle extends Shape{
    protected double length, width;
    public Rectangle (double length, double width)
    {   this.length = length;
        this.width = width;
    }
    public Rectangle ()
    {   this (1.0, 1.0);
    }
    public double area ()
    {   return length * width;
    }
    public double circumference ()
    {   return 2 * (length + width);
    }
    public double getLength ()
    {   return length;
    }
    public double getWidth ()
    {   return width;
    }
}
```

```
public class Square extends Rectangle
{
    public Square (double edge)
    {
        super (edge, edge);
    }
    public Square ()
    {
        this (1.0);
    }
    public double getEdge ()
    {
        return length;
    }
}
```

```
public class TryShape {
    public static void main (String args[]){
        Shape[] shape2 = new Shape[3];
        shape2[0] = new Circle (3.0);
        shape2[1] = new Rectangle (1.0, 2.0);
        shape2[2] = new Square (4.0);

        double totalArea = 0.0;
        double totalCircumference = 0.0;

        for (int ii = 0; ii < Shape2.length; ii++) {
            totalArea += shape2[ii].luas();
            totalCircumference += shape2[ii].keliling();
        }

        System.out.println ("Total Area = " + totalArea);
        System.out.println ("Total Circumference = "
            + totalCircumference);
    }
}
```

Interface

- Sebuah class hanya boleh meng-extend satu superclass, tapi boleh meng-implement banyak interface.
- Ketika meng-extend superclass, sebuah class mewarisi interface (definisi method) dan juga implementasinya.
- Ketika meng-implement interface, sebuah class hanya mewarisi interface (definisi method).
- Contoh: sifat generik "comparable" didefinisikan di dalam sebuah interface:

```
public interface Comparable <T> {
    public int compareTo (T ob);
}
```

  - compareTo mengembalikan:
    - <0: object this "lebih kecil" dari parameter 'ob'
    - 0: object this sama nilainya dengan parameter 'ob'
    - >0: object this "lebih besar" dari parameter 'ob'

Contoh

- Misalkan kita hendak melakukan aplikasi prioritas penonton bioskop.
- Kita ingin membuat kelas Penonton. Kelas tersebut merupakan sub-class dari kelas Manusia.
- Kelas Penonton ingin juga bisa dibandingkan menggunakan fungsi yang telah disepakati bersama, yaitu: compareTo.
- Namun kelas Penonton sudah mengextend kelas Manusia, tidak lagi bisa mengextend kelas lain (misalnya Comparable).
- Selain itu, sifat perbandingan kelas Penonton tentu berbeda dengan kelas lain, sehingga kelas Penonton harus mengimplementasikan fungsi compareTo.

Contoh: interface

```
class Penonton extends Manusia
                implements
                Comparable<Penonton>{

  String nama;
  int    umur;

  Penonton(String nama, int umur){
     super(nama,umur);
  }

  public int compareTo(Penonton p){
     if (this.umur == p.getUmur())
       return nama.compareTo(p.getNama());
     else return this.umur  -  p.getUmur();
  }
}
```

Contoh: interface

```
class TestComparable{

  public static void main(String[] args){
    Penonton p1 = new Penonton("Amir",23);
    Penonton p2 = new Penonton("Budi",21);
    Buku b1 = new Buku("DPBO","Lewis",2008);
    Buku b2 = new Buku("SDA","Weiss",2006);

    String prioritas;

    if (p1.compareTo(p2)<0) prioritas = p1.getNama();
    else prioritas = p2.getNama();

    System.out.println("Antrian karcis bioskop: "
     + prioritas + " perlu didahulukan");

    if (b1.compareTo(b2)<0) prioritas = b1.getJudul();
    else prioritas = b2.getJudul();

    System.out.println("Belajar: Buku " + prioritas
       + " perlu dipahami lebih dahulu");
  }
}
```

Output

```
> java TestComparable


Antrian karcis bioskop: Budi perlu didahulukan
Belajar: Buku DPBO perlu dipahami lebih dahulu
```

- Cara membandingkan dua obyek menggunakan fungsi yang sama. Programmer memiliki kesepakatan, ini akan memudahkan integrasi source code.
- Perbandingan urutan penonton dan buku menggunakan aturan yang berbeda.
- Pada penonton urutan berdasarkan umur, pada buku berdasarkan judul buku.

Interface

- Seluruh methods dalam sebuah interface adalah abstract method (keyword abstract dapat dinyatakan tapi optional)
- Seluruh variables dalam sebuah interface harus dinyatakan static dan final (constant)
- Class yang mengimplementasikan sebuah interface, harus memberikan implementation (menuliskan method body) untuk seluruh method yang diturunkan dari interface.
- Sebagai mana class, interface adalah tipe data (data type).
- Interface dapat juga digunakan untuk menyatakan constant values.

Interface

- Sebuah interface dapat meng- extends satu atau lebih interfaces.
- Sebuah sub-interface menurunkan seluruh abstract method dan constants dari super-interfaces.
- Sub-interface dapat menambahkan new abstract methods dan juga new constants.
- Contoh:

```
public interface DrawingObject
    extends Drawable, Transformable { ... }
public class Shape
    implements DrawingObject { ... }
```

Ringkasan

- Tipe data dalam Java: primitive dan reference
- Dalam meng-evaluasi sebuah expression, perhatikan precedence dan associativity dari operator, dan tipe operand
- Flow Control: branch, loop
- Class & Object
  - Object adalah instance dari class
  - Behaviour sebuah object dinyatakan dalam method
  - State sebuah object is dinyatakan dalam field

Ringkasan

- Memperbesar ukuran array adalah tidak efficient.
- Abstract Class: menyimpan aspect generic dari subclass-nya.
- Interface: Sekelompok method tanpa implementasi untuk menyamakan standarisasi penggunaan dengan implementasi yang bisa berbeda-beda.
- Exception digunakan untuk mengindikasikan kondisi special yang dapat terjadi.