Abstract Data Types dan Java Collections API

Abstract Data Type (ADT) adalah ...

- **Spesifikasi dari sekumpulan data termasuk operasi** yang dapat dilakukan pada data tersebut. (Wikipedia)
- **Sekumpulan data dan operasi** terhadap data tersebut yang **definisi-nya tidak bergantung pada implementasi tertentu.** (/www.nist.gov/dads/)

Interface

- *Spesifikasi Abstract Data Type biasa disebut sebagai interface.*
- *Interface menyatakan apa yang dapat dilihat dan digunakan oleh programmer.*
- *Dalam Java, hal tersebut dinyatakan sebagai public method.*
- *Operasi-operasi yang dapat dilakukan pada abstract data type dituliskan dalam interface dan dinyatakan public.*

Pemisahan interface dengan implementasi

- Pengguna dari sebuah abstract data type hanya perlu memikirkan dan mempelajari interface yang diberikan tanpa perlu mengetahui banyak bagaimana implementasi dilakukan. (prinsip: **enkapsulasi**)
- Implementasi dapat saja berubah namun interface tetap.
- Dengan kata lain, implementasi dari sebuah abstract data type dapat saja berbeda-beda namun selama masih mengikuti interface yang diberikan maka program yang menggunakan abstract data type tersebut tidak akan terpengaruh.

Struktur data = container

Container

- Sebuah struktur data dapat dipandang sebagai tempat penyimpanan benda (**container**).
- Beberapa hal yang dapat dilakukan:
  - **Menaruh** benda
  - **Mengambil** benda
  - **Mencari** benda tertentu
  - **Mengosongkannya** (atau **periksa** apakah kosong)

Data

Contoh Interface struktur data :

```
void add(Benda x);
void remove(Benda x);
Benda access(Benda x);
void makeEmpty();
boolean isEmpty();
```

ADT: List

- Sebuah **List** adalah kumpulan benda di mana setiap benda memiliki **posisi**.
- Setiap benda dalam List dapat diakses melalui **indeks**-nya.
- Contoh paling gampang: array!

Contoh Interface list :

```
void insert(int indeks, Benda x);
void append(Benda x);
void remove(int indeks);
void remove(Benda x);
Benda get(int indeks);
```

ADT: Stack

- Sebuah **Stack** adalah kumpulan benda di mana hanya benda yang ***most recently inserted*** dapat diakses.
- Bayangkan setumpuk koran.
- Benda yang paling terakhir ditambahkan ditaruh di atas tumpukan (**top**).
- Operasi pada Stack membutuhkan waktu konstan (**O(1)**).

Contoh Interface stack :

```
void push(Benda x);
Benda pop();
Benda top();
```

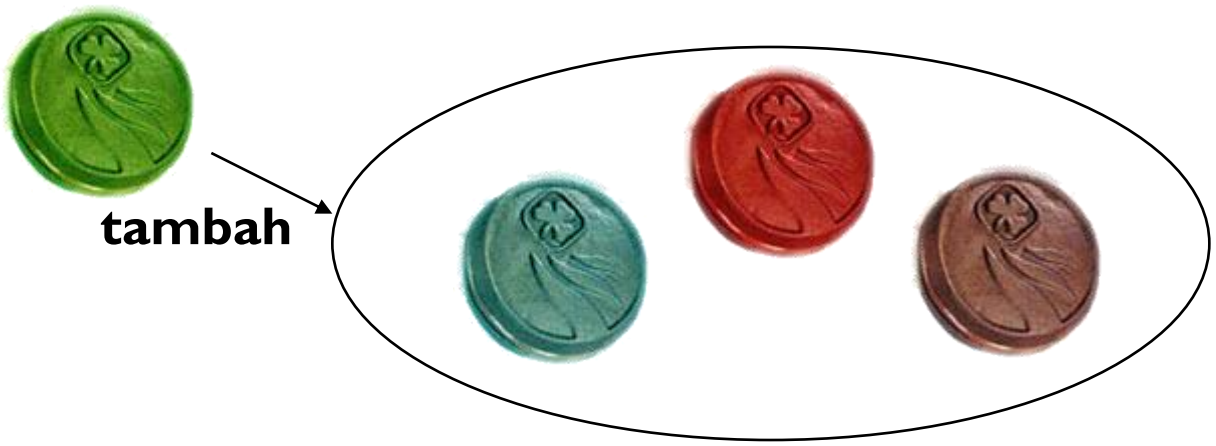
ADT: Queue

- Sebuah **Queue** adalah kumpulan benda di mana hanya benda yang ***least recently inserted*** dapat diakses.
- Bayangkan antrian printer job pada jaringan.
- Benda yang paling awal ditambahkan berada di depan antrian (**front**).
- Operasi pada Queue membutuhkan waktu konstan (**O(1)**).

Contoh Interface queue :

```
void enqueue(Benda x);
Benda dequeue();
Benda getFront();
```

ADT: Set

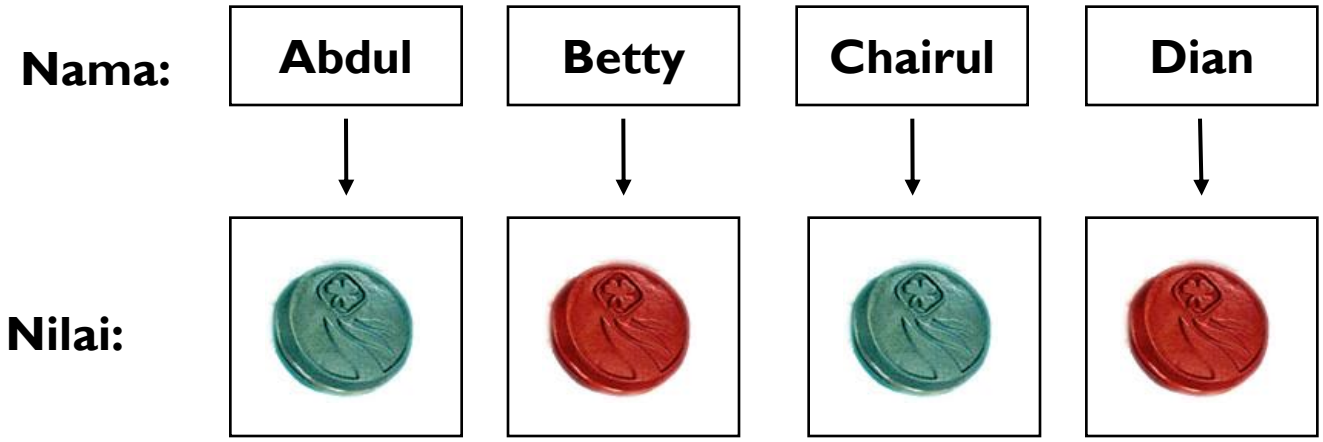


- **Set** adalah struktur data yang tidak mengizinkan duplikasi data.
- Bandingkan dengan struktur data lain yang mengizinkan kita menyimpan dua data yang sama.
- Bayangkan peserta kuliah ini: Setiap peserta unik, **tidak ada yang terdaftar dua kali**!

Contoh Interface *set* :

```
void add(Benda x);
void remove(Benda x);
boolean isMember(Benda x);
```

ADT: Map



- **Map** adalah struktur data yang berisi sekumpulan pasangan **nama (*keys*)** dan **nilai (*values*)** dari nama tersebut.
- **Nama (*Keys*)** harus unik, tapi **nilai (*values*)** tidak.
- Bayangkan basis-data yang berisi informasi peserta kuliah. Apa yang menjadi "**nama**" (*keys*)?

Contoh Interface sebuah *Map* :

```
void put(Kunci id, Nilai x);
void remove(Kunci id);
Nilai get(Kunci id);
```

ADT: Priority Queue

- ***Priority Queue*** adalah struktur data *queue* yang tiap elemen data dapat miliki nilai prioritas. Data dengan nilai prioritas tertinggilah yang dapat diakses terlebih dulu.
- Bayangkan sebuah antrian pada printer jaringan. Misalkan ada sebuah permintaan cetak untuk 100 halaman hanya beberapa detik lebih awal dari permintaan cetak selembar halaman.

Contoh Interface sebuah *Priority Queue* :

void insert(Benda x); (Menambahkan)
void deleteMin(); (menghapus)
Benda findMin(); (meng-akses)

Java Collection API

What is Collections?

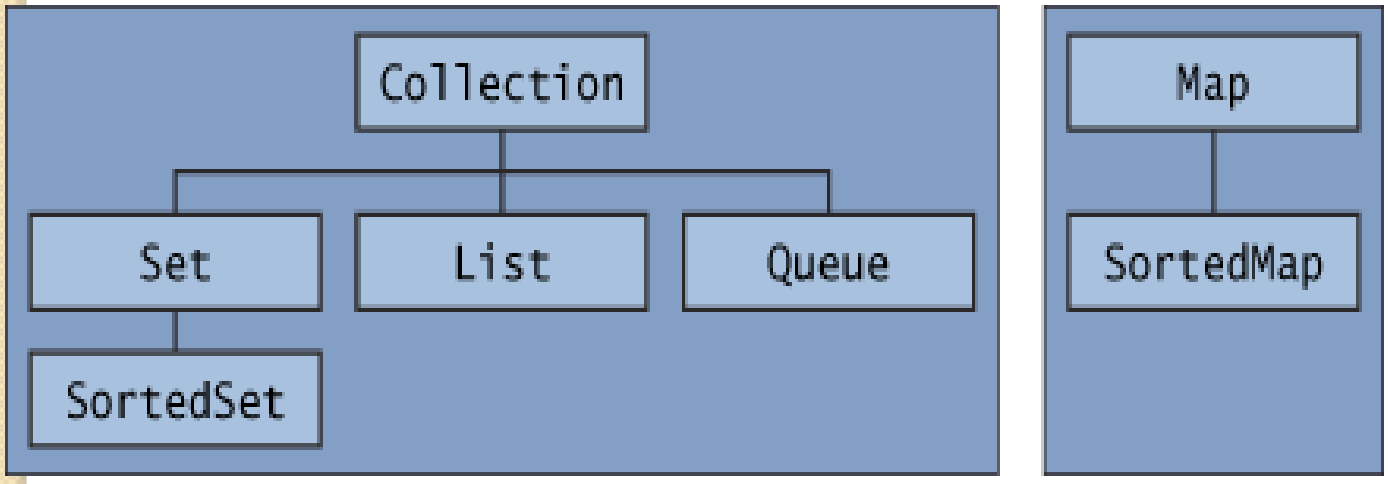
- collection — di sebagian literatur disebut sebagai: container
- Dalam bahasa pemrograman Java, collection adalah sebuah object yang mengelompokkan beberapa element dalam satu unit.
- Collections digunakan untuk menyimpan, mengambil, memanipulasi dan untuk menghubungkan/menggabungkan data.

API vs doing it yourself

- Jika anda menggunakan Java collections framework, programmer lain dapat lebih mudah mengadaptasi program anda.
- Jika anda membuat implementasi sendiri, maka programmer lain belum tentu dapat dengan mudah mempelajari program anda.
- Namun demikian, sebagai mahasiswa/i ilmu komputer, perlu memahami bagaimana data tersusun dalam memory dan perlu memahami konsep-konsep apa yang mendasarinya.
- Tidak menutup kemungkinan untuk *meng-**extend***/*meng-**implement*** Collections

Interfaces

- Java collections framework didasari pada sekumpulan interface yang mendikte metode-metode apa saja yang harus diimplementasikan dan membantu standarisasi penggunaan.
- Hubungan antara beberapa interface:



The Collection interface

- **`Interface Collection` adalah interface utama yang menetapkan operasi-operasi dasar, antara lain:**

```
int size();
boolean isEmpty();
boolean contains(Object element);
boolean add(E element);
boolean remove(Object element);
Iterator iterator();
.....
```

- ***E*** **menyatakan tipe parameter.**

Primitive types

- Collections adalah kumpulan dari referensi terhadap object dan tidak bisa berisi tipe primitif.
- jika membutuhkan kumpulan data bertipe primitif misalnya *characters*, kita tidak bisa memparameterisasi collection dengan tipe **`char`**. kita harus menggunakan kelas: **`Character`**
- Namun Java menyediakan fasilitas: ***boxing*** and ***unboxing***
- Jika hendak meletakkan data bertipe **`char`** dalam sebuah collection bertipe **`Character`**, maka Java akan secara otomatis melakukan "***boxing***" (membungkus) **`char`** dalam kelas **`Character`**
- Jika hendak mendapatkan data **`char`** tersebut, Java akan secara automatis melakukan "***unbox***" dan memberikan data dalam tipe **`char`**.

Collections in use

```
import java.util.*;

public class Example{
    private List<String> list
    public List<String> getList(){
        return list;
    }

    Example() {
        list = new ArrayList<String>();
        list.add(new String("Hello world!"));
        list.add(new String("Good bye!"));
}
```

```
public void printList() {
        for (Object s:list) {
                System.out.println(s);
        }
}

public static void main(String argv[]) {
        Example e = new Example();
        e.printList();
        Collections.sort(e.getList());
        e.printList();
        }
}
```

Generic Collections

Kebutuhan akan generic programming

Apa yang salah dengan program berikut:

```
void addStuffToCollection(Collection c){
c.add(new String("Hello world!"));
c.add(new String("Good bye!"));
c.add(new Integer(95));
printCollection(c);
}
void printCollection(Collection c){
Iterator i = c.iterator();
while(i.hasNext()){
      String item = (String) i.next();
      System.out.println("Item: "+item);
}
}
```

- Terjadi run-time error!

Pembatasan tipe *collection*

- Sebelum Java 5.0, tidak ada cara untuk menetapkan tipe elemen dari sebuah collection.
- Sehingga, kita harus melakukan variabel *casting* di berbagai tempat.
  - *Cumbersome*: melakukan *casting saat tidak diperlukan.*
  - *Error-prone*: dapat mengakibatkan *run-time exception*.
- Generics adalah sebuah konsep yang dapat digunakan untuk membatasi tipe elemen sebuah collection.
- Pada Java versi > 5.0, Collections adalah generic classes yang dapat menerima parameter tipe yang menentukan tipe dari elemennya.

Instantiasi kelas generic

```
List<MyType> myList = new ArrayList<MyType>();
```

- Sebuah kelas collection generic dapat diinstantiasi melalui parameter tipe.
- Kita dapat saja membuat kelas generic sendiri dan menginstantiasi dengan berbagai tipe.

Kebutuhan akan generic programming

Apa yang salah dengan program berikut:

```
void addStuffToCollection(Collection<String> c){
c.add(new String("Hello world!"));
c.add(new String("Good bye!"));
c.add(new Integer(95));
printCollection(c);
}
void printCollection(Collection<String> c){
Iterator i = c.iterator();
while(i.hasNext()){
      String item = i.next();
      System.out.println("Item: "+item);
}
}
```

- Dapat terdeteksi ketika compile-time !

Iterator

- Perhatikan kedua contoh sebelumnya menggunakan kelas *Iterator*:

```
Iterator i = c.iterator();
```

- Hal yang umum dilakukan pada collection adalah membaca seluruh elemen.
- *i* adalah objek iterator yang mengendalikan iterasi pembacaan data pada collection c.
- Secara umum Iterator bekerja sebagai berikut:
  - Mulai dengan mengatur iterator pada elemen pertama pada collection.
  - Satu-persatu berlanjut pada elemen selanjutnya
  - Berakhir ketika tidak ada lagi elemen pada collection yang belum dibaca.

Ilustrasi: Iterator

Collection

Iterator

User
(program yang mengakses data)

Contoh lain penggunaan iterator:

```
void printCollection(Collection<String> c){
Iterator itr = c.iterator();
for(itr = v.first(); itr.isValid(); itr.advance())
   System.out.println(itr.getData());
}
```