



JOBSHEET 12

Double Linked Lists

12.1 Tujuan Praktikum

Setelah melakukan praktikum ini, mahasiswa mampu:

1. memahami algoritma double linked lists;
2. membuat dan mendeklarasikan struktur algoritma double linked lists;
3. menerapkan algoritma double linked lists dalam beberapa *study case*.

12.2 Kegiatan Praktikum 1

12.2.1 Percobaan 1

Pada percobaan 1 ini akan dibuat class Node dan class DoubleLinkedLists yang didalamnya terdapat operasi-operasi untuk menambahkan data dengan beberapa cara (dari bagian depan linked list, belakang ataupun indeks tertentu pada linked list).

1. Perhatikan diagram class Node dan class DoublelinkedLists di bawah ini! Diagram class ini yang selanjutnya akan dibuat sebagai acuan dalam membuat kode program DoubleLinkedLists.

Node
data: int prev: Node next: Node
Node(prev: Node, data:int, next:Node)

DoubleLinkedLists
head: Node size : int
DoubleLinkedLists() isEmpty(): boolean addFirst (): void addLast(): void add(item: int, index:int): void size(): int clear(): void print(): void

2. Buat paket baru dengan nama **doublelinkedlists**
3. Buat class di dalam paket tersebut dengan nama **Node**

```
package doublelinkedlists;

/**...4 lines */
public class Node {

}
```

4. Di dalam class tersebut, deklarasikan atribut sesuai dengan diagram class di atas.

```
4      int data;
5      Node prev, next;
```

5. Selanjutnya tambahkan konstruktor default pada class Node sesuai diagram di atas.

```
7      Node(Node prev, int data, Node next){
8          this.prev=prev;
9          this.data=data;
10         this.next=next;
11     }
12 }
```

6. Buatlah sebuah class baru bernama DoubleLinkedLists pada package yang sama dengan node seperti gambar berikut:

```
package doublelinkedlists;

/**...4 lines */
public class DoubleLinkedLists {

}
```

7. Pada class DoubleLinkedLists tersebut, deklarasikan atribut sesuai dengan diagram class di atas.

8	Node head;
9	int size;

8. Selanjutnya, buat konstruktor pada class DoubleLinkedLists sesuai gambar berikut.

```
public DoubleLinkedLists() {
    head = null;
    size = 0;
}
```

9. Buat method **isEmpty()**. Method ini digunakan untuk memastikan kondisi linked list kosong.

```
16 public boolean isEmpty(){
17     return head == null;
18 }
```

10. Kemudian, buat method **addFirst()**. Method ini akan menjalankan penambahan data di bagian depan linked list.

```
public void addFirst(int item) {
    if (isEmpty()) {
        head = new Node(null, item, null);
    } else {
        Node newNode = new Node(null, item, head);
        head.prev = newNode;
        head = newNode;
    }
    size++;
}
```

11. Selain itu pembuatan method **addLast()** akan menambahkan data pada bagian belakang linked list.

```
public void addLast(int item) {
    if (isEmpty()) {
        addFirst(item);
    } else {
        Node current = head;
        while (current.next != null) {
            current = current.next;
        }
        Node newNode = new Node(current, item, null);
        current.next = newNode;
        size++;
    }
}
```

12. Untuk menambahkan data pada posisi yang telah ditentukan dengan indeks, dapat dibuat dengan method **add(int item, int index)**



```

public void add(int item, int index) throws Exception {
    if (isEmpty()) {
        addFirst(item);
    } else if (index < 0 || index > size) {
        throw new Exception("Nilai indeks di luar batas");
    } else {
        Node current = head;
        int i = 0;
        while (i < index) {
            current = current.next;
            i++;
        }
        if (current.prev == null) {
            Node newNode = new Node(null, item, current);
            current.prev = newNode;
            head = newNode;
        } else {
            Node newNode = new Node(current.prev, item, current);
            newNode.prev = current.prev;
            newNode.next = current;
            current.prev.next = newNode;
            current.prev = newNode;
        }
    }
    size++;
}

```

13. Jumlah data yang ada di dalam linked lists akan diperbarui secara otomatis, sehingga dapat dibuat method **size()** untuk mendapatkan nilai dari size.

```

138  public int size() {
139      return size;
140  }

```

14. Selanjutnya dibuat method **clear()** untuk menghapus semua isi linked lists, sehingga linked lists dalam kondisi kosong.

```

141  public void clear() {
142      head = null;
143      size = 0;
144  }

```

15. Untuk mencetak isi dari linked lists dibuat method **print()**. Method ini akan mencetak isi linked lists berapapun size-nya. Jika kosong akan dimunculkan suatu pemberitahuan bahwa linked lists dalam kondisi kosong.

```
public void print() {
    if (!isEmpty()) {
        Node tmp = head;
        while (tmp != null) {
            System.out.print(tmp.data + "\t");
            tmp = tmp.next;
        }
        System.out.println("\nberhasil diisi");
    } else {
        System.out.println("Linked Lists Kosong");
    }
}
```

16. Selanjutnya dibuat class Main DoubleLinkedListsMain untuk mengeksekusi semua method yang ada pada class DoubleLinkedLists.

```
package doublelinkedlists;

/**...4 lines */
public class DoubleLinkedListsMain {
    public static void main(String[] args) {

    }
}
```

17. Pada main class pada langkah 16 di atas buatlah object dari class DoubleLinkedLists kemudian eksekusi potongan program berikut ini.

```
19 doubleLinkedList dll = new doubleLinkedList();
20 dll.print();
21 System.out.println("Size : "+dll.size());
22 System.out.println("=====");
23 dll.addFirst(3);
24 dll.addLast(4);
25 dll.addFirst(7);
26 dll.print();
27 System.out.println("Size : "+dll.size());
28 System.out.println("=====");
29 dll.add(40, 1);
30 dll.print();
31 System.out.println("Size : "+dll.size());
32 System.out.println("=====");
33 dll.clear();
34 dll.print();
35 System.out.println("Size : "+dll.size());
```

12.2.2 Verifikasi Hasil Percobaan

Verifikasi hasil kompilasi kode program Anda dengan gambar berikut ini.

```
--- exec-maven-plugin:1.5.0:exec
Linked Lists Kosong
Size: 0
=====
7      3      4
berhasil diisi
Size: 3
=====
7      40     3      4
berhasil diisi
Size: 4
=====
Linked Lists Kosong
Size: 0
=====
-----
BUILD SUCCESS
-----
```

12.2.3 Pertanyaan Percobaan

1. Jelaskan perbedaan antara single linked list dengan double linked lists!
2. Perhatikan class Node, di dalamnya terdapat atribut next dan prev. Untuk apakah atribut tersebut?
3. Perhatikan konstruktor pada class DoubleLinkedLists. Apa kegunaan inisialisasi atribut head dan size seperti pada gambar berikut ini?

```
public DoubleLinkedLists() {
    head = null;
    size = 0;
}
```

4. Pada method **addFirst()**, kenapa dalam pembuatan object dari konstruktor class Node prev dianggap sama dengan null?

```
Node newNode = new Node(null, item, head);
```

5. Perhatikan pada method **addFirst()**. Apakah arti statement `head.prev = newNode` ?
6. Perhatikan isi method **addLast()**, apa arti dari pembuatan object Node dengan mengisi parameter prev dengan current, dan next dengan null?

```
Node newNode = new Node(current, item, null);
```

7. Pada method **add()**, terdapat potongan kode program sebagai berikut:

```

while (i < index) {
    current = current.next;
    i++;
}
if (current.prev == null) {
    Node newNode = new Node(null, item, current);
    current.prev = newNode;
    head = newNode;
} else {
    Node newNode = new Node(current.prev, item, current);
    newNode.prev = current.prev;
    newNode.next = current;
    current.prev.next = newNode;
    current.prev = newNode;
}

```

jelaskan maksud dari bagian yang ditandai dengan kotak kuning.

12.3 Kegiatan Praktikum 2

12.3.1 Tahapan Percobaan

Pada praktikum 2 ini akan dibuat beberapa method untuk menghapus isi LinkedLists pada class DoubleLinkedLists. Penghapusan dilakukan dalam tiga cara di bagian paling depan, paling belakang, dan sesuai indeks yang ditentukan pada linkedLists. Method tambahan tersebut akan ditambahkan sesuai pada diagram class berikut ini.

DoubleLinkedLists
head: Node size : int
DoubleLinkedLists() isEmpty(): boolean addFirst (): void addLast(): void add(item: int, index:int): void size(): int clear(): void print(): void removeFirst(): void removeLast(): void remove(index:int):void

1. Buatlah method **removeFirst()** di dalam class **DoubleLinkedLists**.

```
public void removeFirst() throws Exception {
    if (isEmpty()) {
        throw new Exception("Linked List masih kosong, tidak dapat dihapus!");
    } else if (size == 1) {
        removeLast();
    } else {
        head = head.next;
        head.prev = null;
        size--;
    }
}
```

2. Tambahkan method **removeLast()** di dalam class **DoubleLinkedLists**.

```
public void removeLast() throws Exception {
    if (isEmpty()) {
        throw new Exception("Linked List masih kosong, tidak dapat dihapus!");
    } else if (head.next == null) {
        head = null;
        size--;
        return;
    }
    Node current = head;
    while (current.next.next != null) {
        current = current.next;
    }
    current.next = null;
    size--;
}
```

3. Tambahkan pula method **remove(int index)** pada class **DoubleLinkedLists** dan amati hasilnya.

```
public void remove(int index) throws Exception {
    if (isEmpty() || index >= size) {
        throw new Exception("Nilai indeks di luar batas");
    } else if (index == 0) {
        removeFirst();
    } else {
        Node current = head;
        int i = 0;
        while (i < index) {
            current = current.next;
            i++;
        }
        if (current.next == null) {
            current.prev.next = null;
        } else if (current.prev == null) {
            current = current.next;
            current.prev = null;
            head = current;
        } else {
            current.prev.next = current.next;
            current.next.prev = current.prev;
        }
        size--;
    }
}
```


4. Untuk mengeksekusi method yang baru saja dibuat, tambahkan potongan kode program berikut pada **main class**.

```

42      dll.addLast(50);
43      dll.addLast(40);
44      dll.addLast(10);
45      dll.addLast(20);
46      dll.print();
47      System.out.println("Size : "+dll.size());
48      System.out.println("=====");
49      dll.removeFirst();
50      dll.print();
51      System.out.println("Size : "+dll.size());
52      System.out.println("=====");
53      dll.removeLast();
54      dll.print();
55      System.out.println("Size : "+dll.size());
56      System.out.println("=====");
57      dll.remove(1);
58      dll.print();
59      System.out.println("Size : "+dll.size());

```

12.3.2 Verifikasi Hasil Percobaan

Verifikasi hasil kompilasi kode program Anda dengan gambar berikut ini.

```

--- exec-maven-plugin:1.5.0:exec
50      40      10      20
berhasil diisi
Size: 4
=====
40      10      20
berhasil diisi
Size: 3
=====
40      10
berhasil diisi
Size: 2
=====
40
berhasil diisi
Size: 1
-----
BUILD SUCCESS
-----

```

12.3.3 Pertanyaan Percobaan

1. Apakah maksud statement berikut pada method **removeFirst()**?
`head = head.next;`
`head.prev = null;`
2. Bagaimana cara mendeteksi posisi data ada pada bagian akhir pada method **removeLast()**?
3. Jelaskan alasan potongan kode program di bawah ini tidak cocok untuk perintah **remove**!

```
Node tmp = head.next;

head.next=tmp.next;
tmp.next.prev=head;
```

4. Jelaskan fungsi kode program berikut ini pada fungsi **remove**!

```
current.prev.next = current.next;
current.next.prev = current.prev;
```

12.4 Kegiatan Praktikum 3

12.4.1 Tahapan Percobaan

Pada praktikum 3 ini dilakukan uji coba untuk mengambil data pada linked list dalam 3 kondisi, yaitu mengambil data paling awal, paling akhir dan data pada indeks tertentu dalam linked list. Method mengambil data dinamakan dengan **get**. Ada 3 method get yang dibuat pada praktikum ini sesuai dengan diagram class DoubleLinkedLists.

DoubleLinkedLists
head: Node size : int
DoubleLinkedLists() isEmpty(): boolean addFirst (): void addLast(): void add(item: int, index:int): void size(): int clear(): void print(): void removeFirst(): void removeLast(): void remove(index:int):void getFirst(): int getLast() : int get(index:int): int

1. Buatlah method **getFirst()** di dalam class DoubleLinkedLists untuk mendapatkan data pada awal linked lists.



```
public int getFirst() throws Exception {
    if (isEmpty()) {
        throw new Exception("Linked List kosong");
    }
    return head.data;
}
```

2. Selanjutnya, buatlah method **getLast()** untuk mendapat data pada akhir linked lists.

```
public int getLast() throws Exception {
    if (isEmpty()) {
        throw new Exception("Linked List kosong");
    }
    Node tmp = head;
    while (tmp.next != null) {
        tmp = tmp.next;
    }
    return tmp.data;
}
```

3. Method **get(int index)** dibuat untuk mendapatkan data pada indeks tertentu

```
public int get(int index) throws Exception {
    if (isEmpty() || index >= size) {
        throw new Exception("Nilai indeks di luar batas.");
    }
    Node tmp = head;
    for (int i = 0; i < index; i++) {
        tmp = tmp.next;
    }
    return tmp.data;
}
```

4. Pada main class tambahkan potongan program berikut dan amati hasilnya!

```
dll.print();
System.out.println("Size: " + dll.size());
System.out.println("=====");
dll.addFirst(3);
dll.addLast(4);
dll.addFirst(7);
dll.print();
System.out.println("Size: " + dll.size());
System.out.println("=====");
dll.add(40, 1);
dll.print();
System.out.println("Size: " + dll.size());
System.out.println("=====");
System.out.println("Data awal pada Linked Lists adalah: " + dll.getFirst());
System.out.println("Data akhir pada Linked Lists adalah: " + dll.getLast());
System.out.println("Data indeks ke-1 pada Linked Lists adalah: " + dll.get(1));
```

12.4.2 Verifikasi Hasil Percobaan

Verifikasi hasil kompilasi kode program Anda dengan gambar berikut ini.

```
--- exec-maven-plugin:1.5.0:exec (default-cli)
Linked Lists Kosong
Size: 0
=====
7      3      4
berhasil diisi
Size: 3
=====
7      40      3      4
berhasil diisi
Size: 4
=====
Data awal pada Linked Lists adalah: 7
Data akhir pada Linked Lists adalah: 4
Data indeks ke-1 pada Linked Lists adalah: 40
-----
BUILD SUCCESS
-----
```

12.4.3 Pertanyaan Percobaan

1. Jelaskan method **size()** pada class DoubleLinkedLists!
2. Jelaskan cara mengatur indeks pada double linked lists supaya dapat dimulai dari indeks ke-1!
3. Jelaskan perbedaan karakteristik fungsi **Add** pada Double Linked Lists dan Single Linked Lists!
4. Jelaskan perbedaan logika dari kedua kode program di bawah ini!

```
public boolean isEmpty(){
    if(size ==0){
        return true;
    } else{
        return false;
    }
}
```

(a)

```
public boolean isEmpty(){
    return head == null;
}
```

(b)

12.5 Tugas Praktikum

1. Buat program antrian vaksinasi menggunakan queue berbasis double linked list sesuai ilustrasi dan menu di bawah ini! (**counter jumlah antrian tersisa di menu cetak(3) dan data orang yang telah divaksinasi di menu Hapus Data(2) harus ada**)

Ilustrasi Program

Menu Awal dan Penambahan Data

```
+++++
PENGANTRI VAKSIN EXTRAVAGANZA
+++++

1. Tambah Data Penerima Vaksin
2. Hapus Data Pengantri Vaksin
3. Daftar Penerima Vaksin
4. Keluar
-++++
```

```
+++++
PENGANTRI VAKSIN EXTRAVAGANZA
+++++

1. Tambah Data Penerima Vaksin
2. Hapus Data Pengantri Vaksin
3. Daftar Penerima Vaksin
4. Keluar
+++++
1
-----
Masukkan Data Penerima Vaksin
-----
Nomor Antrian:
123
-Nama Penerima:
Joko
```

Cetak Data (Komponen di area merah harus ada)

```

+++++
PENGANTRI VAKSIN EXTRAVAGANZA
+++++

1. Tambah Data Penerima Vaksin
2. Hapus Data Pengantri Vaksin
3. Daftar Penerima Vaksin
4. Keluar
+++++
3
+++++
Daftar Pengantri Vaksin
+++++
|No.   |Nama |
|123   |Joko |
|124   |Mely |
|135   |Johan|
|146   |Rosi |
Sisa Antrian: 4
    
```

Hapus Data (Komponen di area merah harus ada)

```

+++++
PENGANTRI VAKSIN EXTRAVAGANZA
+++++

1. Tambah Data Penerima Vaksin
2. Hapus Data Pengantri Vaksin
3. Daftar Penerima Vaksin
4. Keluar
+++++
2
Joko telah selesai divaksinasi.
+++++
Daftar Pengantri Vaksin
+++++
|No.   |Nama |
|124   |Mely |
|135   |Johan|
|146   |Rosi |
Sisa Antrian: 3
    
```

2. Buatlah program daftar film yang terdiri dari id, judul dan rating menggunakan double linked lists, bentuk program memiliki fitur pencarian melalui ID Film dan pengurutan Rating secara descending. Class Film wajib diimplementasikan dalam soal ini.

Contoh Ilustrasi Program

Menu Awal dan Penambahan Data

```

=====
DATA FILM LAYAR LEBAR
=====
1. Tambah Data Awal
2. Tambah Data Akhir
3. Tambah Data Index Tertentu
4. Hapus Data Pertama
5. Hapus Data Terakhir
6. Hapus Data Tertentu
7. Cetak
8. Cari ID Film
9. Urut Data Rating Film-DESC
10. Keluar
=====
    
```

```

=====
DATA FILM LAYAR LEBAR
=====
1. Tambah Data Awal
2. Tambah Data Akhir
3. Tambah Data Index Tertentu
4. Hapus Data Pertama
5. Hapus Data Terakhir
6. Hapus Data Tertentu
7. Cetak
8. Cari ID Film
9. Urut Data Rating Film-DESC
10. Keluar
=====
1
Masukkan Data Film Posisi Awal
ID Film:
1222
Judul Film:
Spider-Man: No Way Home
Rating Film:
8.7
    
```



```

=====
DATA FILM LAYAR LEBAR
=====
1. Tambah Data Awal
2. Tambah Data Akhir
3. Tambah Data Index Tertentu
4. Hapus Data Pertama
5. Hapus Data Terakhir
6. Hapus Data Tertentu
7. Cetak
8. Cari ID Film
9. Urut Data Rating Film-DESC
10. Keluar
=====
2
Masukkan Data Posisi Akhir
ID Film:
1346
Judul Film:
Uncharted
Rating Film:
6.7

=====
DATA FILM LAYAR LEBAR
=====
1. Tambah Data Awal
2. Tambah Data Akhir
3. Tambah Data Index Tertentu
4. Hapus Data Pertama
5. Hapus Data Terakhir
6. Hapus Data Tertentu
7. Cetak
8. Cari ID Film
9. Urut Data Rating Film-DESC
10. Keluar
=====
3
Masukkan Data Film
Urutan ke-
ID Film:
1234
Judul Film:
Death on the Nile
Rating Film:
6.6
Data Film ini akan masuk di urutan ke-
3

```

Cetak Data

```

=====
DATA FILM LAYAR LEBAR
=====
1. Tambah Data Awal
2. Tambah Data Akhir
3. Tambah Data Index Tertentu
4. Hapus Data Pertama
5. Hapus Data Terakhir
6. Hapus Data Tertentu
7. Cetak
8. Cari ID Film
9. Urut Data Rating Film-DESC
10. Keluar
=====
7
Cetak Data
ID: 1222
Judul Film: Spider-Man: No Way Home
ipk: 8.7
ID: 1765
Judul Film: Skyfall
ipk: 7.8
ID: 1567
Judul Film: The Dark Knight Rises
ipk: 8.4
ID: 1234
Judul Film: Death on The Nile
ipk: 6.6
ID: 1346
Judul Film: Uncharted
ipk: 6.7

```

Pencarian Data

```

=====
DATA FILM LAYAR LEBAR
=====
1. Tambah Data Awal
2. Tambah Data Akhir
3. Tambah Data Index Tertentu
4. Hapus Data Pertama
5. Hapus Data Terakhir
6. Hapus Data Tertentu
7. Cetak
8. Cari ID Film
9. Urut Data Rating Film-DESC
10. Keluar
=====
8
Cari Data
Masukkan ID Film yang dicari
1567
Data Id Film: 1567 berada di node ke- 3
IDENTITAS:
ID Film: 1567
Judul Film: The Dark Knight Rises
IMDB Rating: 8.4

```

--- *** ---