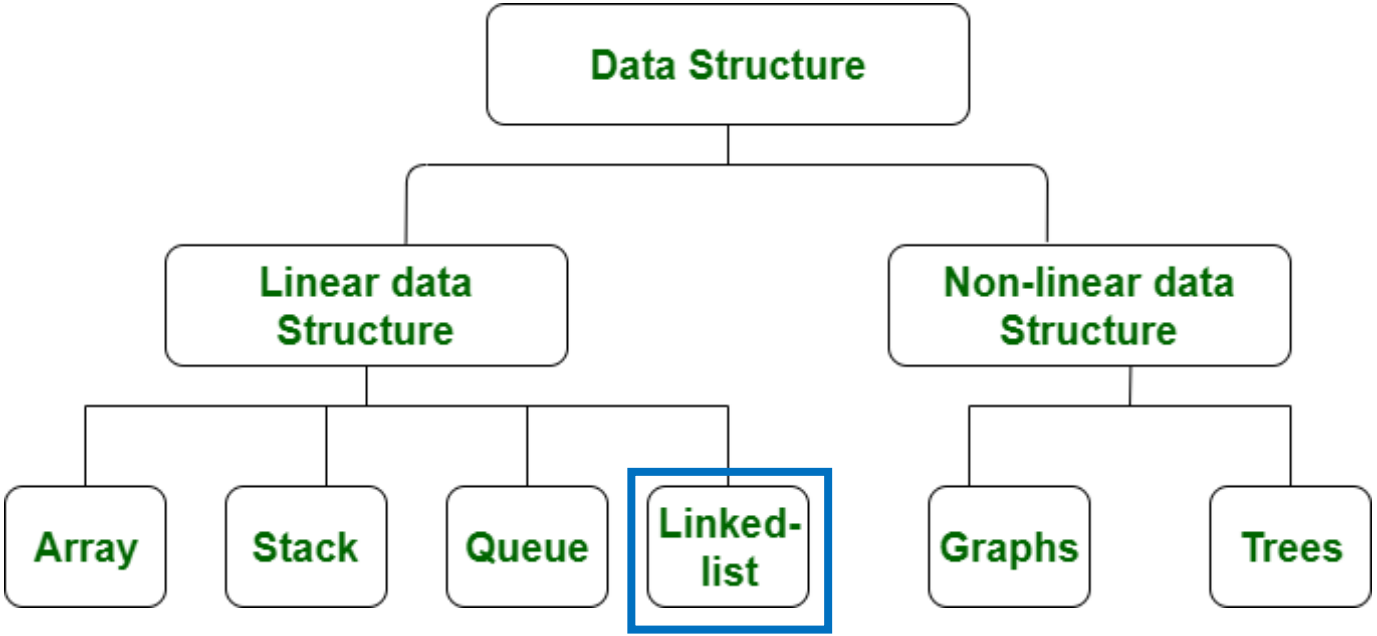
Linked List

Tim Ajar Algoritma dan Struktur Data
Genap 2023/2024

Jenis Struktur Data



Capaian Pembelajaran

- Mahasiswa memahami konsep linked list
- Mahasiswa memahami tahapan pembuatan linked list untuk menyelesaikan masalah

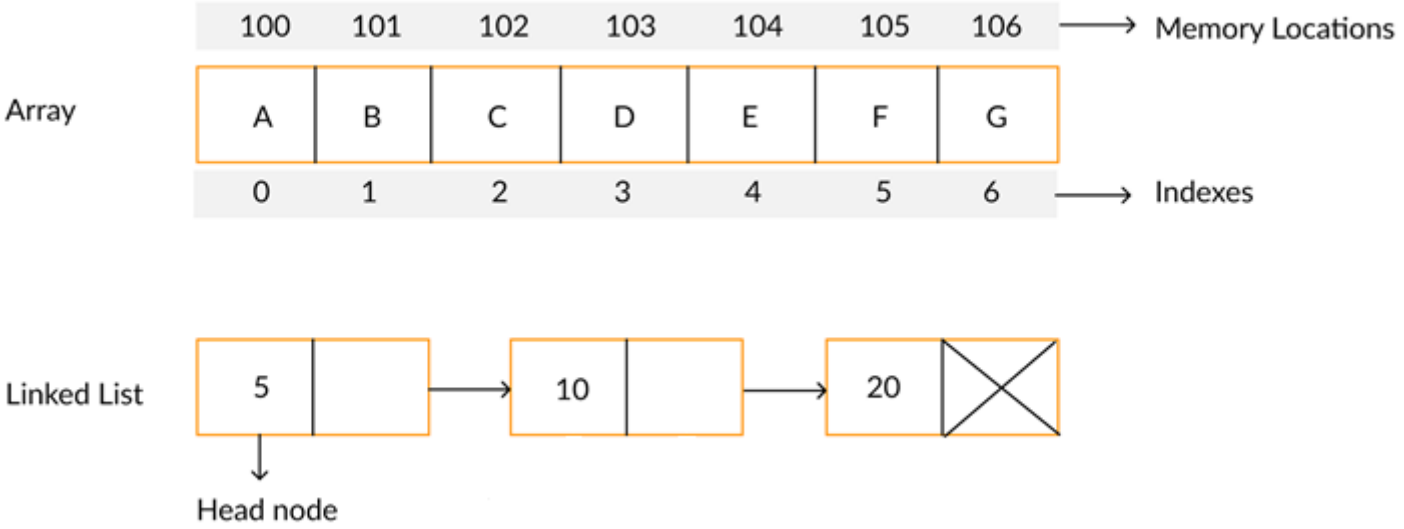
Pengantar

- Konsep struktur data linked list mengatasi kelemahan dari struktur data array.
- Salah satu kekurangan ketika menggunakan data array sebagai penyimpanan data adalah sifatnya yang statis.
- Array akan mengalokasikan memori dengan size tertentu saat instansiasi, walaupun slot memori tersebut belum terpakai untuk menyimpan data.

Definisi

- **Linked list**: struktur data linier yang dibangun dari satu atau lebih node yang saling terhubung yang menempati alokasi memori secara dinamis.
- **Node**: tempat penyimpanan data yang terdiri dari dua bagian/field.
  - ✓ **Field 1** adalah data, digunakan untuk menyimpan data/nilai.
  - ✓ **Field 2** adalah pointer ke node selanjutnya
- Node pertama pada Linked List disebut head.
- Node terakhir pada Linked List disebut tail
- Jika Linked List kosong, maka head dan tail akan bernilai null.

Array vs Linked List



Array VS Linked List

ARRAY	LINKED LIST
Statis	Dinamis
Penambahan/penghapusan data terbatas	Penambahan/penghapusan data tidak terbatas
Random access	Sequential access
Elemen-elemennya terletak pada lokasi memory yang berurutan	Elemen-elemennya bisa jadi terletak pada lokasi memory yang saling berjauhan

Array Vs Linked List

- Menyimpan koleksi elemen secara non-contiguously.
  - Elemen-elemen bisa jadi terletak pada lokasi memory yang saling berjauhan. Bandingkan dengan array dimana tiap-tiap elemen akan terletak pada lokasi memory yang berurutan.

Array representation

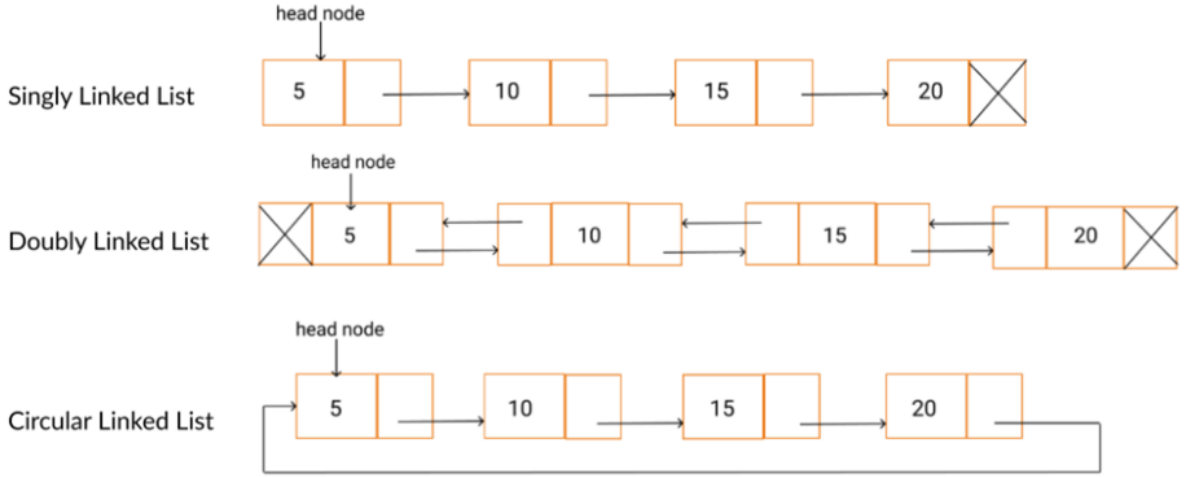
Linked list representation

Kelebihan & Kekurangan Linked Lists

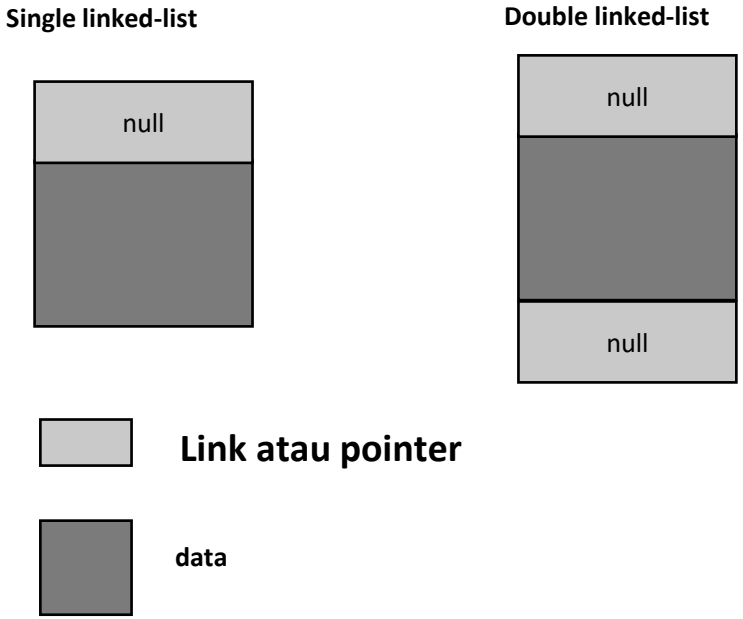
- Kelebihan: Struktur data yang dinamis, jumlah node dapat bertambah sesuai kebutuhan data.
- Kekurangan: Struktur data ini tidak dapat mengakses data berdasarkan index. Jika dibutuhkan pendekatan seperti ini, maka perlu dilakukan proses traverse mulai dari head ke node-node berikutnya secara urut sampai didapatkan data/index yang diinginkan.

Jenis-Jenis Linked Lists

- Single Linked List: Memiliki penunjuk ke node berikutnya (next)
- Double Linked List: mempunyai dua penunjuk, yaitu next dan prev
- Circular linked list

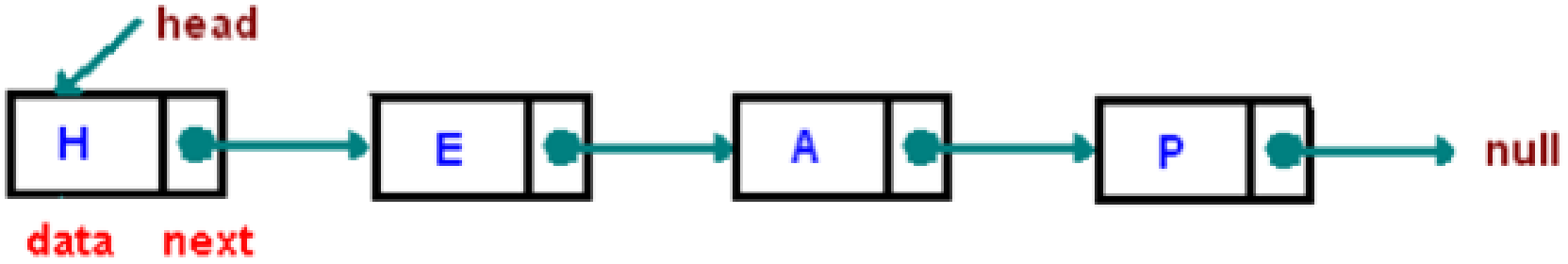


Gambaran Struktur Node



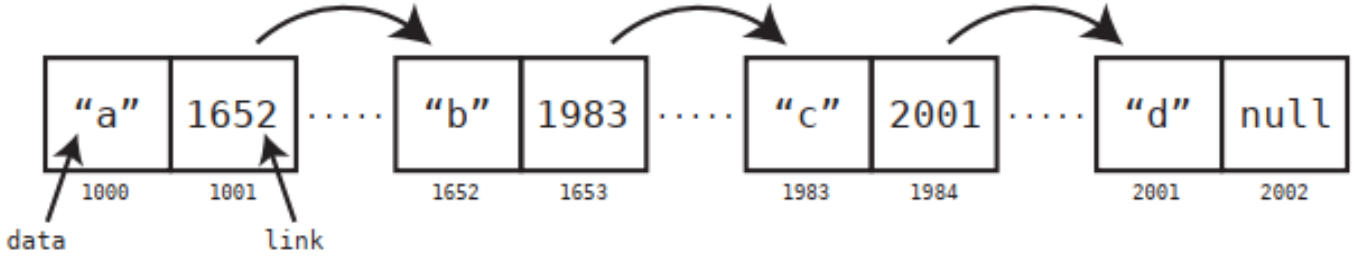
Konsep Single Linked Lists

- Linked List merupakan struktur data dinamis.
- Jumlah node dapat bertambah sesuai dengan kebutuhan.
- Program yang tidak diketahui jumlah datanya, sebaiknya menggunakan struktur data Linked List.



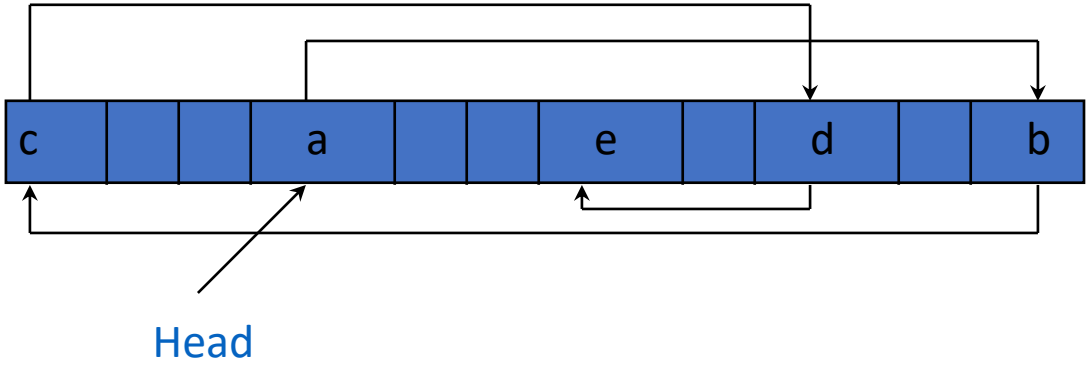
Konsep Single Linked Lists

- Single: pointer-nya hanya satu buah dan satu arah, yaitu menunjuk ke node sesudahnya.
- Node terakhir akan menunjuk ke NULL yang akan digunakan sebagai kondisi berhenti pada saat pembacaan isi linked list.
- Linked List tidak menggunakan memory cell secara berderet (row). Tetapi, ia memanfaatkan memory secara acak.
- Lalu bagaimana komputer mengetahui bahwa node itu merupakan satu linked lists yang sama ?
  - Kuncinya adalah data yang disimpan ke dalam node, setiap node juga menyimpan memory address untuk node berikutnya dalam satu linked list.



Ilustrasi Single Linked List

- Ilustrasi single linked list pada memory :



- Karena node a tidak ditunjuk oleh node manapun maka node ini adalah node yang paling depan (head).

Implementasi Node

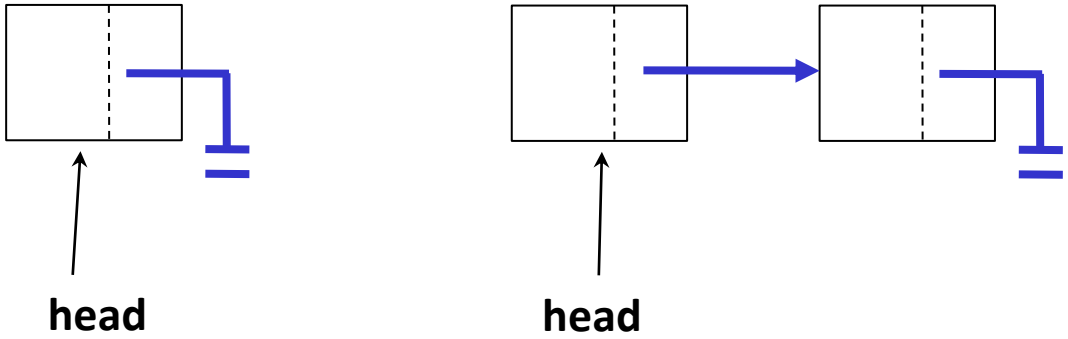
Class Node memiliki 2 atribut:

- Atribut data: menyimpan data/nilai pada setiap node
- Atribut pointer: menyimpan node berikutnya

```
public class Node {
    int data;
    Node next;

    public Node(int data, Node next) {
        this.data = data;
        this.next = next;
    }
}
```

Head

- Dalam implementasinya, atribut head pada class LinkedList diisi dengan node pertama



Implementasi LinkedList

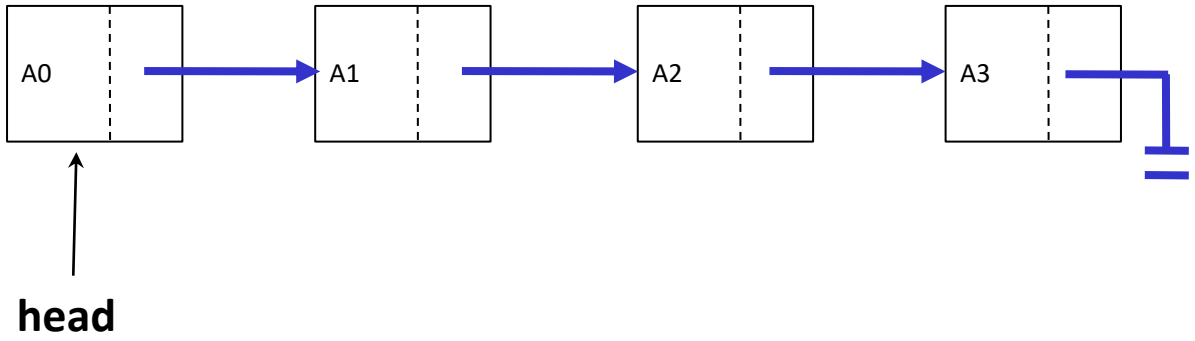
Class LinkedList hanya memiliki atribut head saja

Informasi node-node lainnya disimpan di mana? → head menyimpan pointer ke node kedua. Node kedua memiliki pointer ke node ketiga, dst

```
public class LinkedList {
    Node head;
}
```

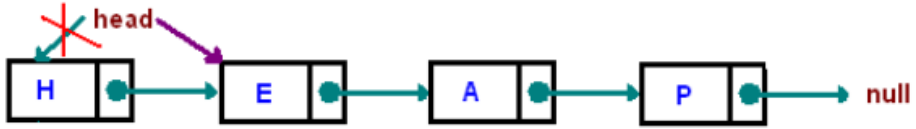
Contoh

- Linked list yang memiliki 4 node :

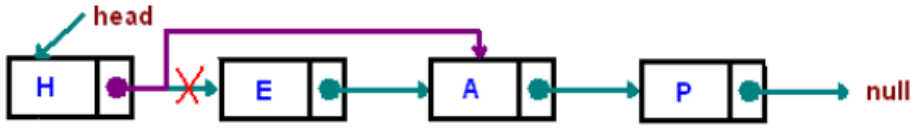


Cara Kerja Linked Lists

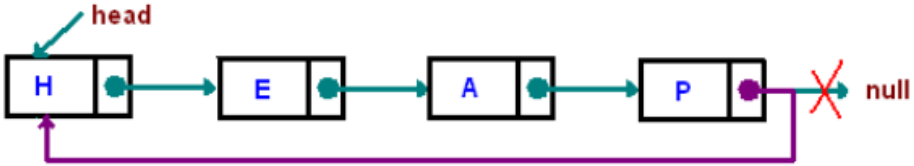
```
head = head.next;
```




```
head.next = head.next.next;
```




```
head.next.next.next.next = head;
```



Operasi pada Linked Lists

- isEmpty(): mengecek apakah linked list kosong
- print(): menampilkan seluruh elemen pada Linked Lists
- Operasi penambahan node
  - Di awal
  - Di akhir
  - Setelah node tertentu
- Operasi menghapus node
  - Di awal
  - Di akhir
  - Key tertentu
- Operasi Linked List dengan Index
  - Pengaksesan data node
  - Pengaksesan index node
  - Penambahan data
  - Penghapusan data

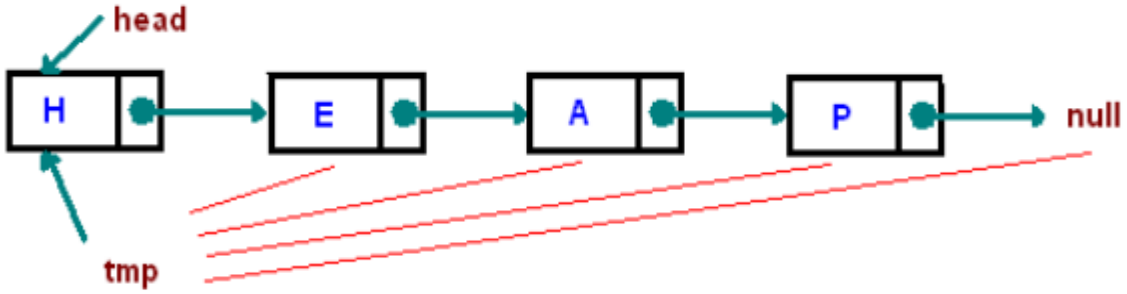
Operasi isEmpty()

- Digunakan untuk mengecek apakah linked list kosong.
- Linked List kosong jika head=null

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

Proses Traverse pada Linked List

- Proses melakukan kunjungan pada setiap node tepat satu kali. Dengan melakukan kunjungan secara lengkap, maka akan didapatkan urutan data yang tersimpan dalam linked list secara linier
- Proses ini dilakukan pada proses cetak data, penambahan data di akhir linked list dan pengaksesan linked list menggunakan index
- Proses ini dimulai dari head sampai hingga node terakhir (next bernilai null)
- Proses ini tidak mengubah nilai dari head.



Fungsi print()

- Untuk mencetak data seluruh node mulai dari head hingga tail

```
public void print() {
    if (!isEmpty()) {
        Node currentNode = head;

        while (currentNode != null) {
            System.out.print(currentNode.data + "\t");
            currentNode = currentNode.next;
        }
    } else {
        System.out.println("Linked list kosong");
    }
}
```

Operasi Penambahan

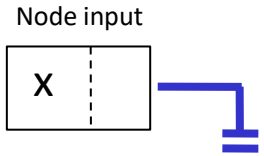
- addFirst(): menambahkan node baru di awal linked list
- addLast(): menambahkan node baru di akhir linked list
- insertAfter(): menambahkan node baru setelah node tertentu

Fungsi addFirst()

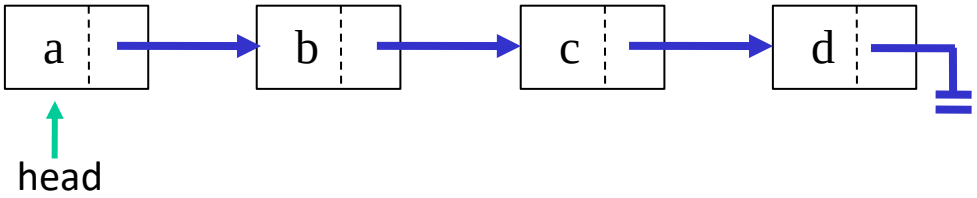
- Digunakan untuk menambahkan node baru di awal Linked List
- Jika linked list kosong maka node input akan dijadikan sebagai head
- Jika pada linked list telah berisi node, maka:
  - Atribut next pada node input akan menunjuk head node
  - Node input akan dijadikan sebagai head yang baru

Ilustrasi : addFirst(x)

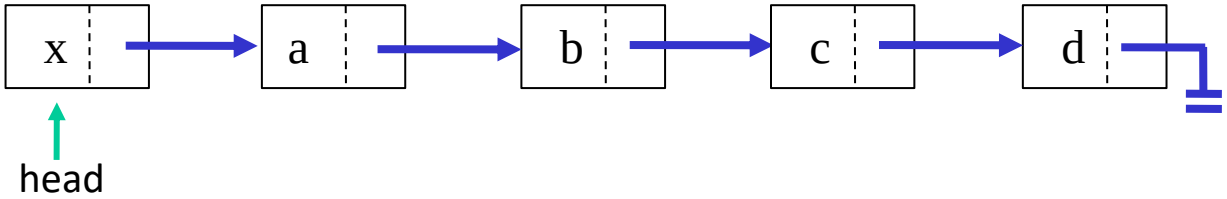
Menambahkan x di awal



Kondisi awal linked list :



Setelah penambahan node x di awal:



Fungsi addFirst()

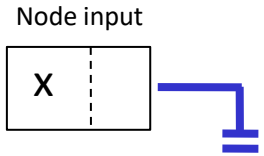
```
public void addFirst(int input) {
    Node newNode = new Node(input, null);

    if (isEmpty()) {
        head = newNode;
    } else {
        newNode.next = head;
        head = newNode;
    }
}
```

Fungsi addLast()

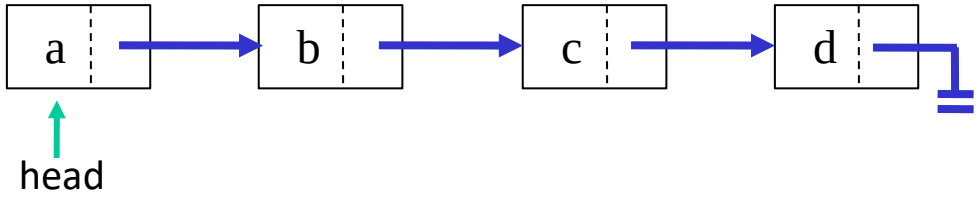
- Digunakan untuk menambahkan node baru di akhir Linked Lists.
- Jika kondisi awal node kosong maka node baru akan dijadikan sebagai head
- Jika linked list telah berisi node, maka:
  - Lakukan iterasi hingga node terakhir (tail) ditemukan
  - Set node baru sebebagai next node dari tail

Ilustrasi : addLast()

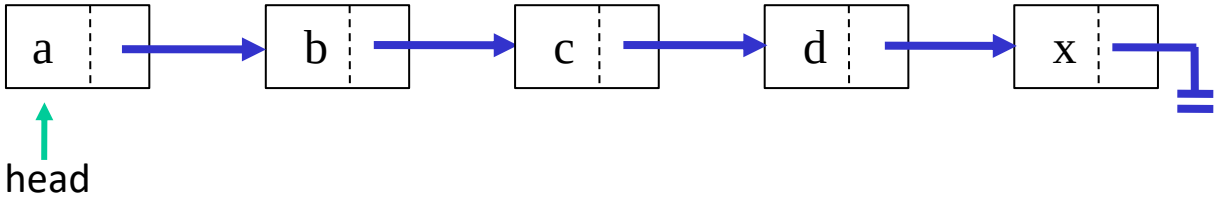
Menambahkan x di akhir



Kondisi awal linked list:



Setelah penambahan node x di akhir:



Fungsi addLast()

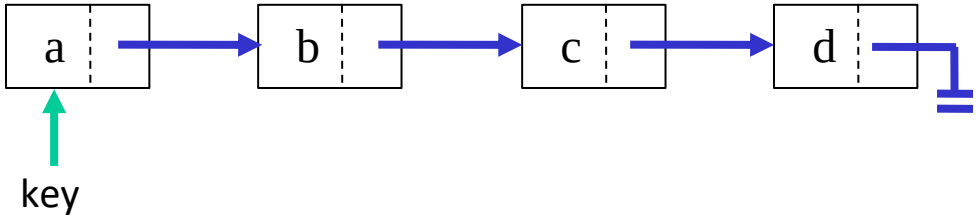
```
public void addLast(int input) {
    Node newNode = new Node(input, null);

    if (isEmpty()) {
        head = newNode;
    } else {
        Node currentNode = head;

        while (currentNode.next != null) {
            currentNode = currentNode.next;
        }

        currentNode.next = newNode;
    }
}
```

Fungsi insertAfter()

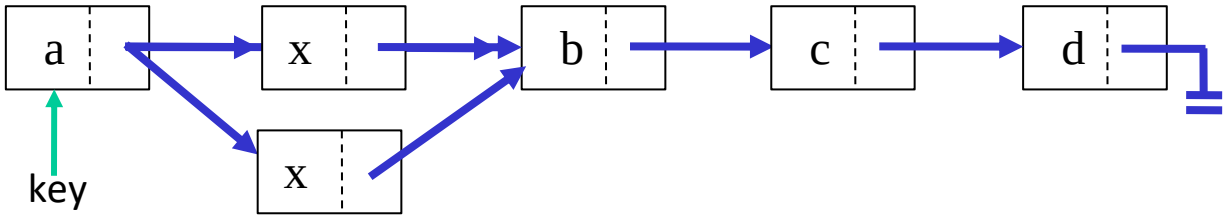
- Dilakukan untuk menambahkan node baru pada posisi setelah node yang berisi data tertentu (key)
- insertAfter(key, input) berarti tambahkan node baru berisi input pada posisi setelah node berisi data yang sama dengan key
- Jika linked list kosong, tampilkan warning
- Jika linked list berisi node, maka:
    - Lakukan iterasi hingga node yang berisi data sama dengan key ditemukan
    - Jadikan next node dari key node sebagai next node dari node baru
    - Jadikan node baru sebagai next node dari key node

Ilustrasi : Insert After()

- Kondisi Awal



Menyisipkan x pada lokasi setelah *key*.



Fungsi insertAfter()

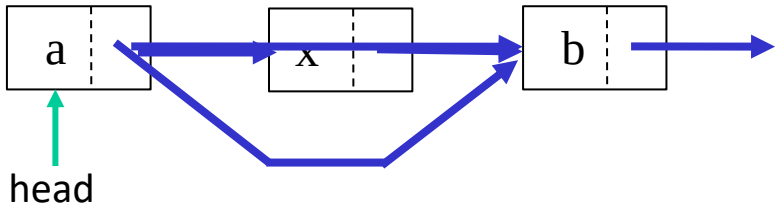
```
public void insertAfter(int key, int input) {
    Node newNode = new Node(input, null);

    if (!isEmpty()) {
        Node currentNode = head;

        do {
            if (currentNode.data == key) {
                newNode.next = currentNode.next;
                currentNode.next = newNode;
                System.out.println("Insert data is succeed.");
                break;
            }

            currentNode = currentNode.next;
        } while (currentNode != null);
    } else {
        System.out.println("Linked list kosong");
    }
}
```

Operasi Penghapusan

- removeFirst(): menghapus node pertama
- removeLast(): menghapus node terakhir
- remove(): menghapus node tertentu

Langkah-langkah menghapus elemen

- Proses menghapus dilakukan dengan mengabaikan elemen yang hendak dihapus
- Pointer yang seharusnya mengarah ke elemen tersebut diubah sehingga mengarah pada elemen selanjutnya
- Jika, tidak ada pointer yang mengarah ke node x, maka node tersebut tidak dapat diakses lagi.
- Java Garbage Collector akan membersihkan alokasi memory yang tidak dipakai lagi atau tidak bisa diakses. Dengan kata lain, menghapus node x.



Fungsi removeFirst()

- Digunakan untuk menghapus node pertama pada Linked Lists.
- Jika linked list kosong, tampilkan warning
- Jadikan next node dari head sebagai sebagai head yang baru (Jika hanya terdapat 1 node, maka nilai head akan bernilai null)

Fungsi removeFirst()

```
public void removeFirst() {
    if (!isEmpty()) {
        head = head.next;
    } else {
        System.out.println("Linked list kosong");
    }
}
```

Fungsi removeLast()

- Digunakan untuk menghapus node terakhir pada Linked Lists.
- Jika linked list kosong, tampilkan warning
- Jika linked list berisi 1 node saja, kosongkan linked list dengan mengubah atribut head menjadi null
- Lakukan iterasi untuk menemukan node terakhir kedua, kemudian set next nodenya dengan null

Fungsi removeLast()

```
public void removeLast() {
    if (isEmpty()) {
        System.out.println("Linked list kosong");
    } else if (head.next == null) {
        head = null;
    } else {
        Node currentNode = head;

        while (currentNode.next != null) {
            if (currentNode.next.next == null) {
                currentNode.next = null;
                break;
            }

            currentNode = currentNode.next;
        }
    }
}
```

Fungsi remove()

- Fungsi remove(int key) digunakan untuk menghapus node dengan data sesuai key
- Jika linked list kosong, tampilkan warning
- Jika data pada head sama dengan key, panggil removeFirst() untuk menghapus head
- Lakukan iterasi untuk menemukan node yang next node nya berisi key. Arahkan next node ke node setelah key

Fungsi remove()

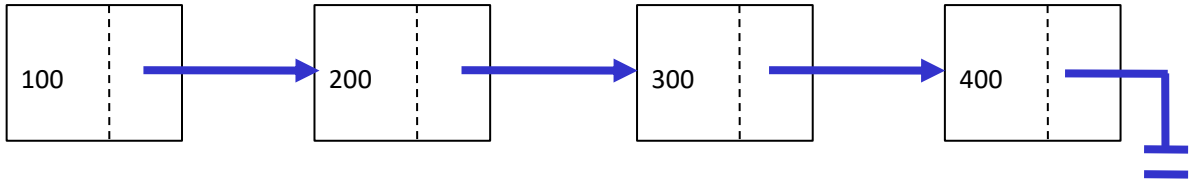
```
public void remove(int key) {
    if (isEmpty()) {
        System.out.println("Linked list kosong");
    } else if (head.data == key) {
        removeFirst();
    } else {
        Node currentNode = head;

        while (currentNode.next != null) {
            if (currentNode.next.data == key) {
                currentNode.next = currentNode.next.next;
                break;
            }

            currentNode = currentNode.next;
        }
    }
}
```

Operasi Linked List dengan Index

- Pengaksesan data node: mengetahui data yang terletak pada indeks tertentu
- Pengaksesan index node: mengetahui index suatu node yang berisi data yang dicari
- Penambahan data: menambahkan data pada index tertentu
- Penghapusan data: menghapus data pada index tertentu

Latihan

1. Suatu link list berisi 4 node berikut:



a. Tambahkan node baru dengan data 500 dari belakang.
b. Tambahkan node baru dengan data 50 dari depan.
c. Tambahkan node dengan data 250 setelah node 200
d. Hapus node depan
e. Hapus node belakang
f. Hapus node yg memiliki data 300

*Gambarkan kondisi linked list untuk setiap perubahan di atas

Latihan (2)

2. Buat pseudocode/flowchart untuk 2 fungsi berikut

a. Fungsi insertAt(int index, int key) untuk menambahkan data baru pada index tertentu
b. Fungsi removeAt(index) untuk menghapus data pada index tertentu


thank you
danke
謝謝
ngiyabonga
شكراً جزيلاً
teşekkür ederim
спасибо
gracias
dank je
dziękuję
obrigado
bedankt
sukriya
kop khun krap
go raibh maith agat
mochchakkeram
arigatô
dakujem
grazie
terima kasih
merci
мерси
감사합니다
ありがとう
tapadh leat
рахмат
Баярлалаа
хвала
enkosi
sagolun
maururu
hvala
sobodi
dêkuji
mèsi
mersi
barka
welalin
tack
spas
vinaka
blagodaram
misaotra
matondo
paldies
grazzi
mahalo
asante
manana
obrigada
tenki
murakoze
djiere dieuf
mamnun
chnorakaloutioun
gratias ago
gràcies
sulpáy
taiku
trugarez
takk
shukriya
merce
dhanyavadagalu
diolch
tanemirt
rahmet
xièxie
ευχαριστώ
najis tuke
kam sah hamnida
didi madloba
faafetai lava
kiitos
dankie
dhanyavad
nandri
nanni
köszönöm
bayarlalaa
gracje
дякую
спасибі