LAPORAN PRAKTIKUM
STRUKTUR DATA DAN ALGORITME

MODUL 9

DOUBLE LINKED LIST

Disusun Oleh :

Nama : Fatkhurrohman Purnomo

NIM : 21102125

Dosen Pengampu

Ipam Fuaddina Adam, S.T., M.Kom.

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS INFORMATIKA

INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO

PURWOKERTO

2022

A. Dasar Teori

Definisi dan konsep

Graph (Graf) adalah kumpulan dari simpul dan busur yang secara matematis dinyatakan sebagai:

$$G = (V, E)$$

G = Graph

V = Vertex/Node/Simpul/Titik

E = Edge/Busur/Ruas/Garis

Contoh: Suatu graph G(E,V) dengan elemen-elemen sebagai berikut:

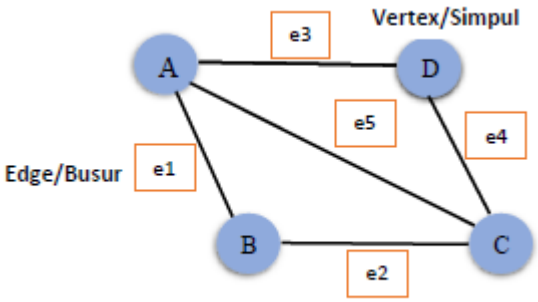
V mengandung 4 simpul: A, B, C, D

E mengandung 5 busur:

e1 = (A,B) e2 = (B,C) e3 = (A,D)

e4 = (C,D) e5 = (A,C)

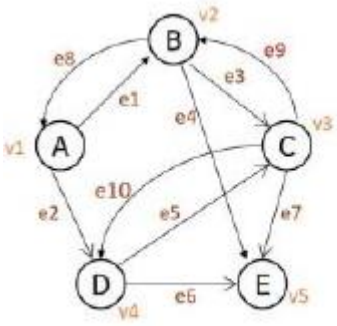
Dapat digambarkan:



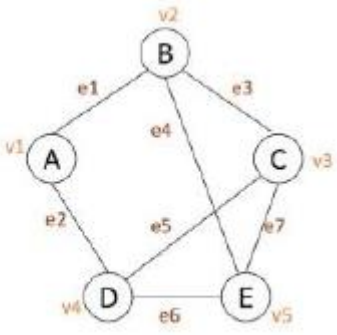
Gambar 1 Contoh Graph

Jenis-Jenis Graph

Graph Berarah (Directed) dan Tak Berarah (Undirected)



Directed Graph



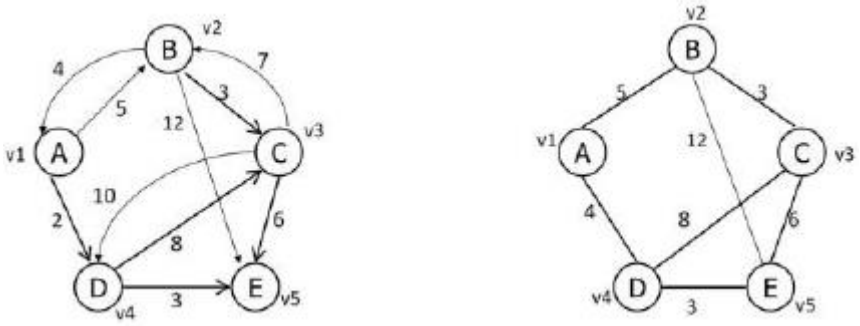
Undirected Graph

Graph berarah (directed graph):

Urutan simpul mempunyai arti. Misal busur AB adalah e1 sedangkan busur BA adalah e8.

Graph tak berarah (undirected graph):

Urutan simpul dalam sebuah busur tidak diperhatikan. Misal busur e1 dapat disebut busur AB atau BA.

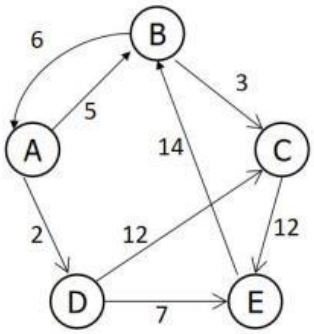


Graph Berbobot (Weighted Graph)

Jika setiap busur mempunyai nilai yang menyatakan hubungan antara 2 buah simpul, maka busur tersebut dinyatakan memiliki bobot.

Representasi Graph

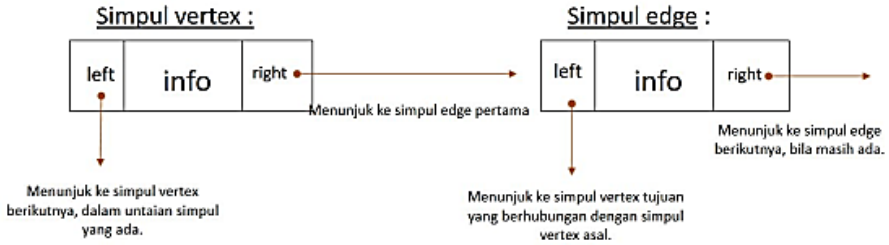
Representasi dengan Matriks



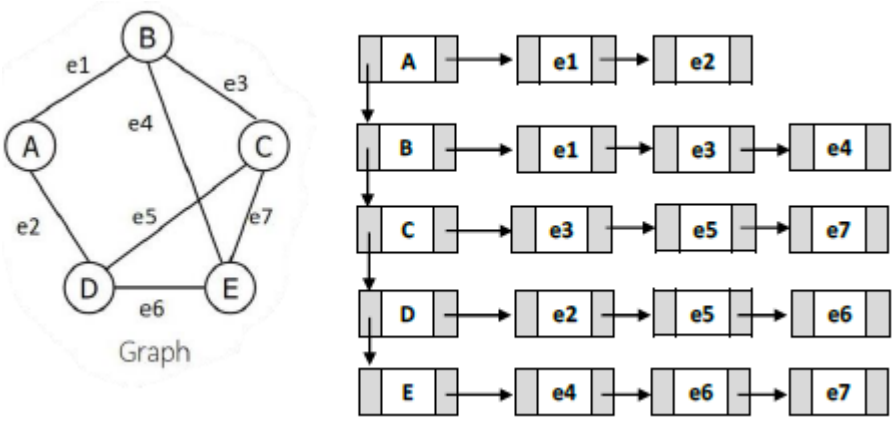
Ke →

Dari		A 0	B 1	C 2	D 3	E 4
A	0	0	5	0	2	0
B	1	6	0	3	0	0
C	2	0	0	0	0	9
D	3	0	0	12	0	7
E	4	0	14	0	0	0

Representasi dengan linked list



Yang perlu diperhatikan dalam membuat representasi graph dalam bentuk linked list adalah membedakan antara simpul vertex dengan simpul edge. Simpul vertex menyatakan simpul atau vertex dan simpul edge menyatakan busur (hubungan antar simbol). Struktur keduanya bisa sama bisa juga berbeda tergantung kebutuhan, namun biasanya disamakan. Yang membedakan antara simpul vertex dengan simpul edge nantinya adalah anggapan terhadap simpul tersebut juga fungsinya masing-masing.



Ref:

Modul 9: GRAPH

Graf dan Pohon Dalam Algoritma Pemrograman C++ | KURNIA'S TYPING (kurniatyping.blogspot.com)

GRAF DAN POHON DALAM PEMROGRAMAN C++ ~ MILDA HAYATI

B. Guided

1. Program Menampilkan Data Graph

```
#include <iostream>
```

```
using namespace std;

///PROGRAM MENAMPILKAN DATA GRAPH
//Deklarasi Node/Simpul

string simpul[7] = {"Jakarta",
                    "Bandung",
                    "Bekasi",
                    "Tasikmalaya",
                    "Semarang",
                    "Purwokerto",
                    "Yogyakarta"};

//Deklarasi Edge/Busur
int busur[7][7] = { {0,7,8,0,0,0,0},
                    {0,0,5,0,0,15,0},
                    {0,6,0,0,5,0,0},
                    {0,5,0,0,0,4,0},
                    {23,0,0,10,0,0,8},
                    {0,0,0,0,7,0,3},
                    {0,0,0,0,9,4,0}};

//Tampil Data Graph
void tampilGraph()
{
    for (int baris = 0; baris < 7; baris++){
        cout << " " << simpul[baris] << ": ";
        for (int kolom = 0; kolom < 7; kolom++){
            if (busur[baris][kolom] != 0){
                cout << " " << simpul[kolom] << "(" <<
busur[baris][kolom] << ")" << " ";
            }
        }
    cout << endl;
    }
}

int main()
{
    tampilGraph();
    return 0;
}
```

Deskripsi:

Yang pertama adalah membuat array simpul untuk nama tempat, dan array busur untuk graph. Lalu membuat fungsi untuk menampilkan graph.

Output:

```
Jakarta:   Bandung(7)   Bekasi(8)
Bandung:   Bekasi(5)   Purwokerto(15)
Bekasi:   Bandung(6)   Semarang(5)
Tasikmalaya:   Bandung(5)   Purwokerto(4)
Semarang:   Jakarta(23)   Tasikmalaya(10)   Yogyakarta(8)
Purwokerto:   Semarang(7)   Yogyakarta(3)
Yogyakarta:   Semarang(9)   Purwokerto(4)
```

2. Program Representasi Graph Dengan Matriks Berdasarkan Input User

```
#include <iostream>
using namespace std;

///PROGRAM REPRESENTASI GRAPH DENGAN MATRIKS BERDASARKAN
INPUT USER
//Deklarasi

int jumlahSimpul = 7;
string *dataSimpul; //digunakan untuk membuat array
dinamis
int **dataBusur; //digunakan untuk membuat array dinamis
dua dimensi
bool cekMatriks = false;

//Buat Matriks Graph
void buatMatriks()
{
    dataSimpul = new string[jumlahSimpul]; //membuat
array string dinamis

    //Membuat simpul dengan jumlah yang dimasukkan user
    dataBusur = new int*[jumlahSimpul]; //membuat pointer
array integer dinamis
    dataBusur[0] = new int[jumlahSimpul * jumlahSimpul];
//menginisialisasi array busur indeks-0 dengan array
integer dinamis berindeks pointer

    for (int i = 1; i < jumlahSimpul; i++){
        dataBusur[i] = dataBusur[i-1] + jumlahSimpul;
    }
```

```
    //Membuat matriks 2 dimensi dengan ukuran sesuai
masukan user
    //Proses input nama simpul
    cout << " Silahkan masukkan nama simpul" <<endl;
//input nama simpul sebanyak jumlah simpul
    for (int i = 0; i < jumlahSimpul; i++){
        cout << " Simpul " <<i+1<< " : ";
        cin >> dataSimpul[i];
    }

    //Proses input nilai busur (bobot)
    cout << " Silahkan masukkan bobot antar simpul" <<
endl; //input bobot busur antar simpul
    for (int baris = 0; baris < jumlahSimpul; baris++){
        for (int kolom = 0; kolom < jumlahSimpul;
kolom++){
            cout << " " << dataSimpul[baris] << " --> "
<< dataSimpul[kolom] << " : "; //input bobot sebagai
baris dan kolom
            cin >> dataBusur[baris][kolom];
        }
    }

    cout << endl;
    //Inisialisasi Pengecekan Matriks
    cekMatriks = true; //atur keberadaan matriks menjadi
ada/true
}

//Tampil Matriks Graph
void tampilMatriks()
{
    if (cekMatriks){ //jika matriks ada
        cout << " ";
        for (int i = 0; i < jumlahSimpul; i++){ //membuat
kolom nama simpul
            cout << dataSimpul[i] << " ";
        }
        cout << endl;

        for (int baris = 0; baris < jumlahSimpul;
baris++){ //membuat kolom bobot
            cout << " " << dataSimpul[baris] << " ";
//membuat baris nama simpul
```

```
            for (int kolom = 0; kolom < jumlahSimpul;
kolom++){ //membuat baris bobot
                cout << dataBusur[baris][kolom] << " ";
            }
        cout << endl;
        }
    }
    else{ //jika matriks belum ada
        cout << " Tidak ada matriks" << endl;
    }
}

int main()
{
    cout << " Silahkan masukkan jumlah simpul: "; //input
jumlah simpul
    cin >> jumlahSimpul;

    buatMatriks();
    tampilMatriks();
    return 0;
}
```

Dekripsi:

Yang pertama adalah melakukan Deklarasi variabel, Lalu membuat fungsi untuk membuat matriks dengan input dari user dan fungsi untuk menampilkan graph.

Output:

```
Silahkan masukkan jumlah simpul: 3
Silahkan masukkan nama simpul
Simpul 1 : Bandung
Simpul 2 : Purwketo
Simpul 3 : Papua
Silahkan masukkan bobot antar simpul
Bandung --> Bandung : 8
Bandung --> Purwketo : 3
Bandung --> Papua : 7
Purwketo --> Bandung : 3
Purwketo --> Purwketo : 6
Purwketo --> Papua : 4
Papua --> Bandung : 2
Papua --> Purwketo : 8
Papua --> Papua : 6

Bandung Purwketo Papua
Bandung 8 3 7
Purwketo 3 6 4
Papua 2 8 6
```

3. Program Representasi Graph dengan Linked List berdasarkan Input User

```cpp
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;

///PROGRAM REPRESENTASI GRAPH DENGAN LINKED LIST
//Deklarasi Global

int jumlahSimpul = 7;
string *dataSimpul; //digunakan untuk membuat array
dinamis
int **dataBusur; //digunakan untuk membuat array dinamis
dua dimensi

//Deklarasi Linked List
struct Graph
{
    string data;
    Graph *kanan;
    Graph *kiri;
};

Graph *simpul, *busur, *awal, *akhir, **alamat, *bantu,
*bantu2;
```

```
//Inisialisasi
void init()
{
    awal = NULL;
    akhir = NULL;
}

//isEmpty
int isEmpty()
{
    if (awal == NULL && akhir == NULL)
    return 1; //true
    else
    return 0; //false
}

//Buat Matriks
void buatMatriks()
{
    dataSimpul = new string[jumlahSimpul];
    dataBusur = new int*[jumlahSimpul];
    dataBusur[0] = new int[jumlahSimpul * jumlahSimpul];
//inisialisasi ukuran elemen matriks

    for (int i = 1; i < jumlahSimpul; i++){
        dataBusur[i] = dataBusur[i-1] + jumlahSimpul;
    }

    //Membuat matriks 2 dimensi dengan ukuran sesuai
masukan user
    //Proses input nama simpul
    cout << " Silahkan masukkan nama kota" <<endl;
//input nama simpul sebanyak jumlah simpul
    for (int i = 0; i < jumlahSimpul; i++){
        cout << " Kota " <<i+1<< " : ";
        cin >> dataSimpul[i];
    }

    //Proses input nilai busur (bobot)
    cout << " Silahkan masukkan bobot antar kota" <<
endl; //input bobot busur antar simpul
    for (int m = 0; m < jumlahSimpul; m++){
        for (int n = 0; n < jumlahSimpul; n++){
```

```
            cout << " " << dataSimpul[m] << " --> " <<
dataSimpul[n] << " : "; //input bobot sebagai baris dan
kolom
            cin >> dataBusur[m][n];
        }
    }
}

//Buat Simpul Graph
void buatSimpulGraph()
{
    alamat = new Graph*[jumlahSimpul]; //membuat pointer
alamat sebanyak jumlah simpul
    buatMatriks();

    for (int i=0; i<jumlahSimpul; i++){
        if (isEmpty() == 1){
            simpul = new Graph;
            simpul->data = dataSimpul[i];
            simpul->kanan = NULL;
            simpul->kiri = NULL;
            awal = simpul;
            akhir = simpul;
            alamat[i] = awal;
        }
        else{
            simpul = new Graph;
            simpul->data = dataSimpul[i];
            akhir->kiri = simpul;
            akhir = simpul;
            simpul->kiri = NULL;
            simpul->kanan = NULL;
            alamat[i] = akhir;
        }
    }
    bantu = awal;
    for (int m=0; m<jumlahSimpul; m++){
        bantu2 = bantu;
        for (int n=0; n<jumlahSimpul; n++){
            if (dataBusur[m][n] != 0){
                simpul = new Graph;
                simpul->data =
to_string(dataBusur[m][n]);
                bantu2->kanan = simpul;
                simpul->kiri = alamat[n];
```

```
                simpul->kanan = NULL;
                bantu2 = simpul;
            }
        }
        bantu = bantu->kiri;
    }
}

//Tampil
void tampilGraph()
{
    if (isEmpty() == 0){
        bantu = awal;
        while (bantu != NULL){
            cout << ends << bantu->data << ": ";
            bantu2 = bantu->kanan;
            while (bantu2 != NULL){
                cout << ends << bantu2->kiri->data << ":
" << bantu2->data << " ";
                bantu2 = bantu2->kanan;
            }
            cout << endl;
            bantu = bantu->kiri;
        }
    }
    else{
    cout << " Graph masih kosong!" << endl;
    }
}

int main()
{
    init();
    cout << " Silahkan masukkan jumlah kota: ";
    cin >> jumlahSimpul;

    buatSimpulGraph();
    tampilGraph();
    return 0;
}
```

Dekripsi:

Yang pertama adalah melakukan Deklarasi variabel yang nanti akan digunakan. Dilanjut membuat graph, dan pointernya. Ada fungsi

untuk inisialisasi dan isEmpty untuk mengetahui isi memori kosong atau isi. Lalu ada fungsi untuk membuat matriks dengan input dari user, dan jumlah simpul disesuaikan dari user juga. Dan fungsi menampilkan graph. Yang terakhir ada main fungsi untuk memanggil fungsi-fungsi yang dibuat.

Output:

```
Silahkan masukkan jumlah kota: 3
Silahkan masukkan nama kota
Kota 1 : Bandung
Kota 2 : Purwokerto
Kota 3 : Papua
Silahkan masukkan bobot antar kota
Bandung --> Bandung : 8
Bandung --> Purwokerto : 3
Bandung --> Papua : 7
Purwokerto --> Bandung : 3
Purwokerto --> Purwokerto : 6
Purwokerto --> Papua : 4
Papua --> Bandung : 2
Papua --> Purwokerto : 8
Papua --> Papua : 6
Bandung: Bandung: 8 Purwokerto: 3 Papua: 7
Purwokerto: Bandung: 3 Purwokerto: 6 Papua: 4
Papua: Bandung: 2 Purwokerto: 8 Papua: 6
```

C. Tugas (Unguided)

Modifikasi program Guided III dengan menambahkan fungsi untuk mencari busur terpendek!

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;

///PROGRAM REPRESENTASI GRAPH DENGAN LINKED LIST
//Deklarasi Global

int jumlahSimpul = 7;
string *dataSimpul; //digunakan untuk membuat array dinamis
int **dataBusur; //digunakan untuk membuat array dinamis dua
dimensi

//Deklarasi Linked List
```

```
struct Graph
{
    string data;
    Graph *kanan;
    Graph *kiri;
};

Graph *simpul, *busur, *awal, *akhir, **alamat, *bantu,
*bantu2;

//Inisialisasi
void init()
{
    awal = NULL;
    akhir = NULL;
}

//isEmpty
int isEmpty()
{
    if (awal == NULL && akhir == NULL)
    return 1; //true
    else
    return 0; //false
}

//Buat Matriks
void buatMatriks()
{
    dataSimpul = new string[jumlahSimpul];
    dataBusur = new int*[jumlahSimpul];
    dataBusur[0] = new int[jumlahSimpul * jumlahSimpul];
//inisialisasi ukuran elemen matriks

    for (int i = 1; i < jumlahSimpul; i++){
        dataBusur[i] = dataBusur[i-1] + jumlahSimpul;
    }

    //Membuat matriks 2 dimensi dengan ukuran sesuai masukan
user
    //Proses input nama simpul
    cout << " Silahkan masukkan nama kota" <<endl; //input
nama simpul sebanyak jumlah simpul
    for (int i = 0; i < jumlahSimpul; i++){
        cout << " Kota " <<i+1<< " : ";
```

```
        cin >> dataSimpul[i];
    }

    //Proses input nilai busur (bobot)
    cout << endl << " Silahkan masukkan bobot antar kota" <<
endl; //input bobot busur antar simpul
    for (int m = 0; m < jumlahSimpul; m++){
        for (int n = 0; n < jumlahSimpul; n++){
            cout << " " << dataSimpul[m] << " --> " <<
dataSimpul[n] << " : "; //input bobot sebagai baris dan
kolom
            cin >> dataBusur[m][n];
        }
    }
}

//Buat Simpul Graph
void buatSimpulGraph()
{
    alamat = new Graph*[jumlahSimpul]; //membuat pointer
alamat sebanyak jumlah simpul
    buatMatriks();

    for (int i=0; i<jumlahSimpul; i++){
        if (isEmpty() == 1){
            simpul = new Graph;
            simpul->data = dataSimpul[i];
            simpul->kanan = NULL;
            simpul->kiri = NULL;
            awal = simpul;
            akhir = simpul;
            alamat[i] = awal;
        }
        else{
            simpul = new Graph;
            simpul->data = dataSimpul[i];
            akhir->kiri = simpul;
            akhir = simpul;
            simpul->kiri = NULL;
            simpul->kanan = NULL;
            alamat[i] = akhir;
        }
    }
    bantu = awal;
    for (int m=0; m<jumlahSimpul; m++){
```

```
        bantu2 = bantu;
        for (int n=0; n<jumlahSimpul; n++){
            if (dataBusur[m][n] != 0){
                simpul = new Graph;
                simpul->data = to_string(dataBusur[m][n]);
                bantu2->kanan = simpul;
                simpul->kiri = alamat[n];
                simpul->kanan = NULL;
                bantu2 = simpul;
            }
        }
        bantu = bantu->kiri;
    }
}

//Tampil
void tampilGraph()
{
    cout << endl << " Hasil graph: " << endl;
    if (isEmpty() == 0){
        bantu = awal;
        while (bantu != NULL){
            cout << " " << bantu->data << ": ";
            bantu2 = bantu->kanan;
            while (bantu2 != NULL){
                cout << bantu2->kiri->data << ": " <<
bantu2->data << " ";
                bantu2 = bantu2->kanan;
            }
            cout << endl;
            bantu = bantu->kiri;
        }
    }
    else{
    cout << " Graph masih kosong!" << endl;
    }
}

// fungsi mencari busur terpendek
void cariBusur()
{
    for (int i=0; i<jumlahSimpul; i++){
        for (int m=0; m<jumlahSimpul; m++){
            if (dataBusur[i][m] != 0){
```

```
                // mencari simpul yang memiliki busur
terpendek
                if (dataBusur[i][m] < dataBusur[i][m+1]){
                    dataBusur[i][m+1] = dataBusur[i][m];
                }
            }
        }
    }
    cout << endl << " Simpul terpendek: " <<
dataBusur[jumlahSimpul-1][jumlahSimpul-1] << endl;

}

int main()
{
    init();
    cout << " Silahkan masukkan jumlah kota: ";
    cin >> jumlahSimpul;
    cout << endl;

    buatSimpulGraph();
    tampilGraph();
    cariBusur();
    return 0;
}
```

Deskripsi:

Program sama seperti pada latihan 3, dengan tambahan fungsi untuk mencari simpul terpendek, dengan menggunakan for looping, dan if lalu dimasukan ke dalam array.

Output:

```
Silahkan masukkan jumlah kota: 3

Silahkan masukkan nama kota
Kota 1 : Bandung
Kota 2 : Purwokert
Kota 3 : Papua

Silahkan masukkan bobot antar kota
Bandung --> Bandung : 8
Bandung --> Purwokert : 3
Bandung --> Papua : 7
Purwokert --> Bandung : 3
Purwokert --> Purwokert : 6
Purwokert --> Papua : 4
Papua --> Bandung : 2
Papua --> Purwokert : 8
Papua --> Papua : 6

Hasil graph:
Bandung: Bandung: 8 Purwokert: 3 Papua: 7
Purwokert: Bandung: 3 Purwokert: 6 Papua: 4
Papua: Bandung: 2 Purwokert: 8 Papua: 6

Simpul terpendek: 2
```

D. Kesimpulan

1. Bisa membuat graph
2. Belajar lebih dalam pengaplikasian graph dengan double linked list
3. Lebih mahir dalam menggunakan bahasa C++
4. Bisa melakukan problem solving bagi program yang error
5. Lebih paham dalam membuat program
6. Melatih daya pikir, imajinasi, dan langkah-langkah dalam membuat program