LAPORAN PRAKTIKUM

Modul 14

“GRAPH”

Disusun Oleh:

RifqiMohamadRamdani

2311104044

SE-07-02

Dosen :

Wahyu Andi Saputra, S.pd,M.Eng,

PROGRAM STUDI S1 SOFTWARE ENGINEERING

FAKULTAS INFORMATIKA

TELKOM UNIVERSITY

PURWOKERTO

2024

1. Tujuan

1.Memahami konsep graph

2. Mengimplementasikan graph dengan menggunakan pointer.

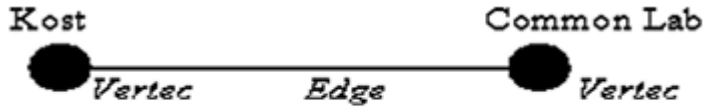
2. Landasan Teori

Graph adalah struktur data yang terdiri dari simpul (vertex) dan garis penghubung (edge). Representasi graph dapat berupa adjacency matrix atau adjacency list. Graph tak berarah memiliki hubungan dua arah antara simpul, sedangkan graph berarah memiliki arah tertentu. Graph digunakan untuk merepresentasikan berbagai masalah seperti jaringan komputer, rute transportasi, dan lain-lain.

Topological Sort adalah proses menyusun elemen dengan urutan linier berdasarkan ketergantungan parsial antar elemen. Dalam implementasinya, digunakan multilist untuk menyimpan informasi predecessor dan successor dari setiap elemen.

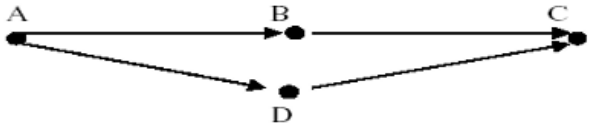
3. Guided

Graph merupakan himpunan tidak kosong dari node (vertec) dan garis penghubung (edge). Contoh sederhana tentang graph, yaitu antara Tempat Kost Anda dengan Common Lab. Tempat Kost Anda dan Common Lab merupakan node (vertec). Jalan yang menghubungkan tempat Kost dan Common Lab merupakan garis penghubung antara keduanya (edge).



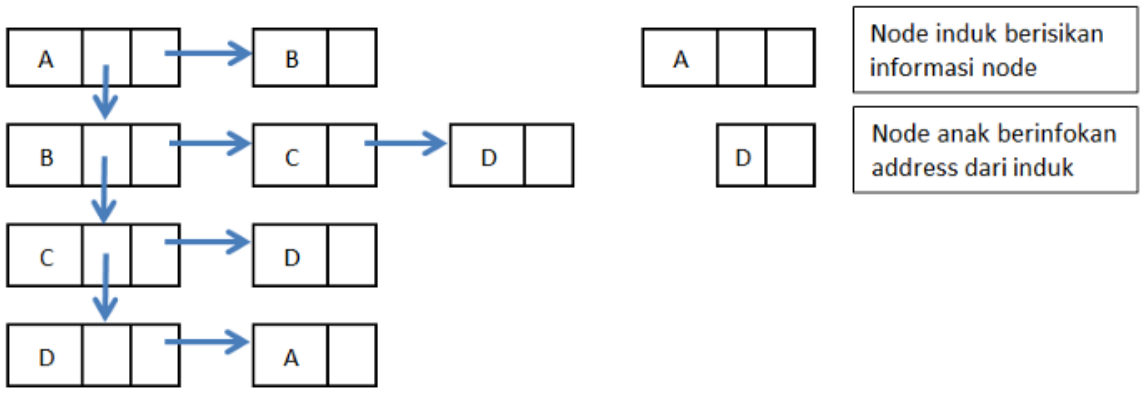
Gambar 14-1 *Graph* Kost dan *Common Lab*

Merupakan *graph* dimana tiap *node* memiliki *edge* yang memiliki arah, kemana *node* tersebut dihubungkan.



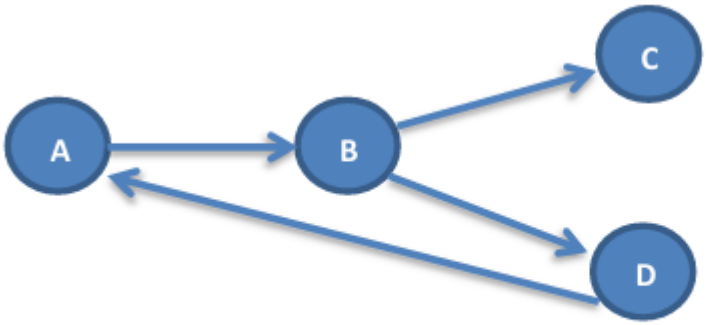
Gambar 14-2 *Graph* Berarah (*Directed Graph*)

Representasi Graph Pada dasarnya representasi dari graph berarah sama dengan graph tak-berarah. Perbedaannya apabila graph tak-berarah terdapat node A dan node B yang terhubung, secara otomatis terbentuk panah bolak balik dari A ke B dan B ke A. Pada Graph berarah node A terhubung dengan node B, belum tentu node B terhubung dengan node A. Pada graph berarah bisa di representasikan dalam multilist sebagai berikut,



Gambar 14-3 *Graph* Representasi *Multilist*

Dalam praktikum ini untuk merepresentasikan graph akan menggunakan multilist. Karena sifat list yang dinamis. Dari multilist di atas apabila digambarkan dalam bentuk graph menjadi :



Gambar 14-4 *Graph*

Topological Sort

a. D Pengertian Diberikan urutan partial dari elemen suatu himpunan, dikehendaki agar elemen yang terurut parsial tersebut mempunyai keterurutan linier. Contoh dari keterurutan parsial banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya:

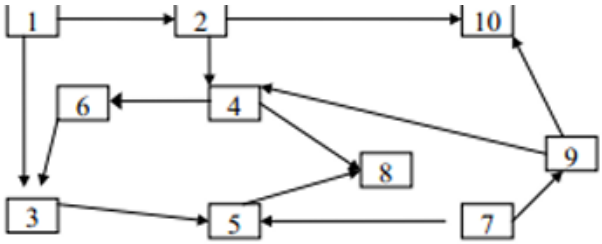
1. Dalam suatu kurikulum, suatu mata pelajaran mempunyai prerequisite mata pelajaran lain. Urutan linier adalah urutan untuk seluruh mata pelajaran dalamkurikulum

2. Dalam suatu proyek, suatu pekerjaan harus dikerjakan lebih dulu dari pekerjaan lain (misalnya membuat fondasi harus sebelum dinding, membuat dinding harus sebelum pintu. Namun pintu dapat dikerjakan bersamaan dengan jendela, dsb

3. Dalam sebuah program Pascal, pemanggilan prosedur harus sedemikian rupa, sehingga peletakan prosedur pada teks program harus seuai dengan urutan (partial) pemanggilan.

Dalam pembuatan tabel pada basis data, tabel yang di-refer oleh tabel lain harus dideklarasikan terlebih dulu. Jika suatu aplikasi terdiri dari banyak tabel, maka urutan pembuatan tabel harus sesuai dengan definisinya. Jika X < Y adalah simbol

untuk X “sebelum” Y, dan keterurutan partial digambarkan sebagai graf, maka graf sebagai berikut :

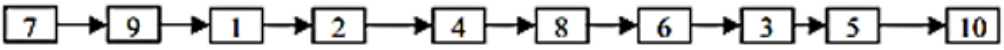


Gambar 14-5 Contoh *Graph*

akan dikatakan mempunyai keterurutan *partial*

1<2	2<4	4<6	2<10	4<8	6<3	1<3
3<5	5<8	7<5	7<9	9<4	9<10	

Dan yang SALAH SATU urutan linier adalah graf sebagai berikut :



Gambar 14-6 Urutan Linier *Graph*

Kenapa disebut salah satu urutan linier ? Karena suatu urutan partial akan mempunyai banyak urutan linier yang mungkin dibentuk dari urutan partial tersebut. Elemen yang membentuk urutan linier disebut sebagai “list”. Proses yang dilakukan untuk mendapatkan urutan linier :

1. Andaikata item yang mempunyai keterurutan partial adalah anggota himpunan S.
2. Pilih salah satu item yang tidak mempunyai predecessor, misalnya X. Minimal adasatu elemen semacam ini. Jika tidak, maka akan looping.

3. Hapus X dari himpunan S, dan insert ke dalam list

4. Sisa himpunan S masih merupakan himpunan terurut partial, maka proses 2-3 dapat dilakukan lagi terhadap sisa dari S

5. Lakukan sampai S menjadi kosong, dan list Hasil mempunyai elemen dengan keterurutan linier Solusi I : Untuk melakukan hal ini, perlu ditentukan suatu representasi internal. Operasi yang penting adalah memilih elemen tanpa predecessor (yaitu jumlah predecessor elemen sama dengan nol). Maka setiap elemen mempunyai 3 karakteristik : identifikasi, list suksesornya, dan banyaknya predecessor. Karena jumlah elemen bervariasi, maka representasi yang paling cocok adalah list berkait dengan representasi dinamis (pointer). List dari successor direpresentasi pula secara berkait.

Representasi yang dipilih untuk persoalan ini adalah multilist sebagai berikut :

1. List yang digambarkan horisontal adalah list dari banyaknya predecessor setiap item, disebut list “Leader”, yang direpresentasi sebagai list yang dicatat alamat elemen pertama dan terakhir (Head-Tail) serta elemen terurut menurut key. List ini dibentuk dari pembacaan data. Untuk setiap data keterurutan partial X < Y : Jika X

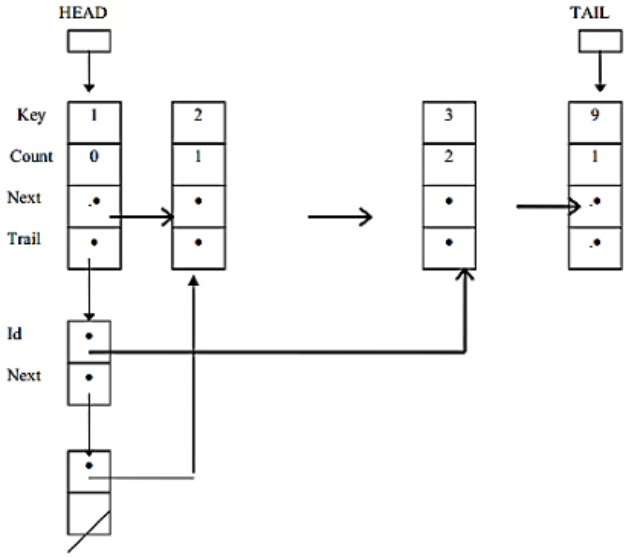
dan/atau Y belum ada pada list leader, insert pada Tail dengan metoda search dengan sentinel.

2. List yang digambarkan vertikal (ke bawah) adalah list yang merupakan indirect addressing ke setiap predecessor, disebut sebagai “Trailer”. Untuk setiap elemen list Leader X, list dari suksesornya disimpan sebagai elemen list Trailer yang setiapelemennya berisi alamat dari successor. Penyisipan data suatu successor (X < Y), dengan diketahui X, maka akan dilakukan dengan InsertFirst alamat Y sebagai elemen list Trailer dengan key X.
Algoritma secara keseluruhan terdiri dari dua pass :

1. Bentuk list leader dan Trailer dari data keterurutan partial : baca pasangan nilai (X < Y). Temukan alamat X dan Y (jika belum ada sisipkan), kemudian dengan mengetahui alamat X dan Y pada list Leader, InsertFirst alamat Y sebagai trailer X

2. Lakukan topological sort dengan melakukan search list Leader dengan jumlah predecessor=0, kemudian insert sebagai elemen list linier hasil pengurutan.

Ilustrasi umum dari *list Leader* dan *Trailer* untuk representasi internal persoalan *topological sorting* adalah sebagai berikut.



Gambar 14-7 Solusi 1

Gambar 14.7 Solusi 1

Solusi II : pendekatan "fungsional" dengan *list* linier sederhana.

Pada solusi ini, proses untuk mendapatkan urutan linier diterjemahkan secara fungsional, dengan representasi sederhana. Graf *partial* dinyatakan sebagai *list* linier dengan representasi fisik *First-Last* dengan *dummy* seperti representasi pada Solusi I. dengan elemen yang terdiri dari <Precc,Succ>. Contoh: sebuah elemen bernilai <1,2> artinya 1 adalah *predecessor* dari 2.

Langkah :

1. Fase *input*: Bentuk *list* linier yang merepresentasi graf seperti pada solusi I.
2. Fase *output*: Ulangi langkah berikut sampai *list* "habis", artinya semua elemen *list* selesai ditulis sesuai dengan urutan total.
   - P adalah elemen pertama (*First*(L))
   - *Search* pada sisa *list*, apakah X=Precc(P) mempunyai *predecessor*.
     - Jika ya, maka elemen ini harus dipertahankan sampai saatnya dapat dihapus dari *list* untuk dioutputkan:
       - *Delete* P, tapi jangan didealokasi
       - *Insert* P sebagai Last(L) yang baru
     - Jika tidak mempunyai *predecessor*, maka X siap untuk di-*output*-kan, tetapi Y masih harus dipertanyakan. Maka langkah yang harus dilakukan :
       - *Output*-kan X
       - *Search* apakah Y masih ada pada sisa *list*, baik sebagai Precc maupun Succ
         - Jika ya, maka Y akan dioutputkan nanti. Hapus elemen pertama yang sedangkan diproses dari *list*
         - Jika tidak muncul sama sekali, berarti Y tidak mempunyai *predecessor*. Maka *output*-kan Y, baru hapus elemen pertama dari *list*

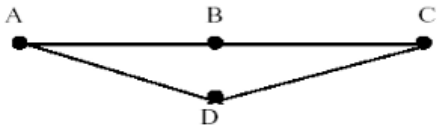
b. Representasi *Topological Sort*

Representasi *graph* untuk *topological sort* sama dengan *graph* berarah pada umumnya.

```
1  #ifndef GRAPH_H_INCLUDE
2  #define GRAPH_H_INCLUDE
3  #include <stdio.h>
```

```
4   #include <stdlib.h>
5   #include <conio.h>
6
7   typedef int infoGraph;
8   typedef struct ElmNode *adrNode;
9   typedef struct ElmEdge *adrEdge;
10
11  struct ElmNode{
12      infoGraph info;
13      int Visited;
14      int Pred;
15      adrEdge firstEdge;
16      adrNode Next;
17  };
18  struct ElmEdge{
19      adrNode Node;
20      adrEdge Next;
21  };
22  struct Graph {
23      adrNode First;
24  };
25
26  adrNode AllocateNode (infoGraph X);
27  adrEdge AllocateEdge (adrNode N);
28  void CreateGraph (Graph &G);
29  void InsertNode (Graph &G, infoGraph X);
30  void DeleteNode (Graph &G, infoGraph X);
31  void ConnectNode (adrNode N1, adrNode N2);
32  void DisconnectNode (adrNode N1, adrNode N2);
33  adrNode FindNode (Graph G, infoGraph X);
34  adrEdge FindEdge (adrNode N, adrNode NFind);
35  void PrintInfoGraph (Graph G);
36  void PrintTopologicalSort (Graph G);
37
38  #endif
```

Merupakan *graph* dimana tiap *node* memiliki edge yang dihubungkan ke *node* lain tanpa arah.



Gambar 14-8 *Graph* Tidak Berarah (Undirected *Graph*)

Selain arah, beban atau nilai sering ditambahkan pada edge . Misalnya nilai yang merepresentasikan panjang, atau biaya transportasi, dan lain-lain. Hal mendasar lain yang perlu diketahui adalah, suatu node A dikatakan bertetangga dengan node B jika antara node A dan node B dihubungkan langsung dengan sebuah edge.

Misalnya:

Dari gambar contoh graph pada halaman sebelumnya dapat disimpulkan bahwa: A bertetangga dengan B, B bertetangga dengan C, A tidak bertetangga dengan C, B tidak bertetangga dengan D.

Masalah ketetanggaan suatu node dengan node yang lain harus benar-benar diperhatikan dalam implementasi pada program. Ketetanggaan dapat diartikan sebagai keterhubungan antar node yang nantinya informasi ini dibutuhkan untuk melakukan beberapa proses seperti : mencari lintasan terpendek dari suatu node ke

node yang lain, pengubahan graph menjadi tree (untuk perancangan jaringan) dan lain-lain.

Tentu anda sudah tidak asing dengan algoritma Djikstra, Kruskal, Prim dsb. Karena waktu praktikum terbatas, kita tidak membahas algoritma tersebut. Di sini anda hanya akan mencoba untuk mengimplementasikan graph dalam program.

A. Representasi Graph

Dari definisi graph dapat kita simpulkan bahwa graph dapat direpresentasikan dengan Matrik Ketetanggaan (Adjacency Matrices), yaitu matrik yang menyatakan keterhubungan antar node dalam graph. Implementasi matrik ketetanggaan dalam bahasa pemrograman dapat berupa : Array 2 Dimensi dan Multi Linked List. Graph dapat direpresentasikan dengan matrik n x n, dimana n merupakan jumlah node dalam graph tersebut.

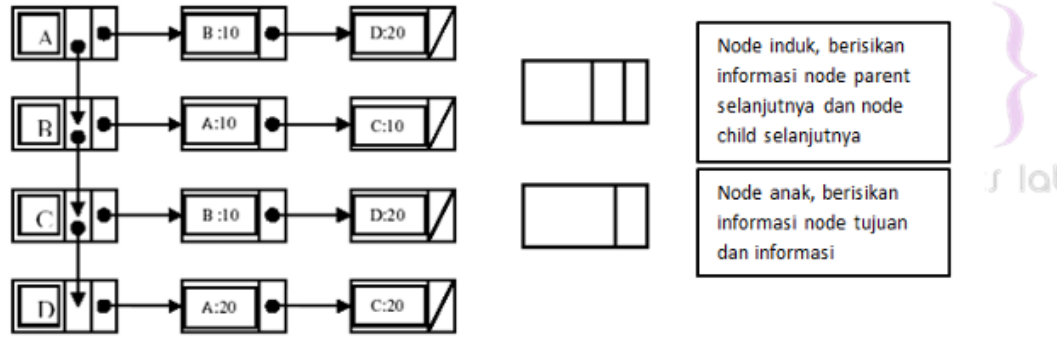
a. *Array* 2 Dimensi

	A	B	C	D
A	-	1	0	1
B	1	-	1	0
C	0	1	-	1
D	1	0	1	-

Keterangan : 1 bertetangga
0 tidak bertetangga

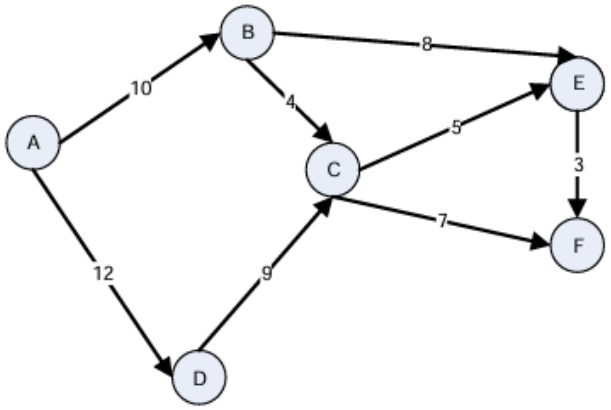
Gambar 14-9 Representasi *Graph Array* 2 Dimensi

b. *Multi Linked List*



Gambar 14-10 Representasi *Graph Multi Linked list*

Dalam praktikum ini untuk merepresentasikan *graph* akan menggunakan *multi list*. Karena sifat *list* yang dinamis, sehinga data yang bisa ditangani bersifat dinamis. Contoh ada sebuah *graph* yang menggambarkan jarak antar kota:



Gambar 14-11 *Graph* Jarak Antar kota

Gambar *multilist*-nya sama dengan gambar di atas.

Representasi struktur data *graph* pada multilist:

```
1   #ifndef GRAPH_H_INCLUDE
2   #define GRAPH_H_INCLUDE
3   #include <stdio.h>
4   #include <stdlib.h>
5   #include <conio.h>
6
7   typedef int infoGraph;
8   typedef struct ElmNode *adrNode;
9   typedef struct ElmEdge *adrEdge;
10
11  struct ElmNode{
12      infoGraph info;
13      int Visited;
14      adrEdge firstEdge;
15      adrNode Next;
16  };
17  struct ElmEdge{
18      adrNode Node;
19      adrEdge Next;
20  };
21  struct Graph {
22      adrNode First;
23  };
```

Berikut adalah contoh fungsi tambah *node* (*addNode*) dan prosedur tambah *edge* (*addEdge*):

```
1   // Adds Node
2   ElmNode addNode (infoGraph a, int b, adrEdge c, adrNode d){
3       ElmNode newNode;
4       newNode.Info = a ;
5       newNode.Visited = b ;
6       newNode.firstEdge = c ;
7       newNode.Next = d ;
8       return newNode;
9   }
10
11  // Adds an edge to a graph
12  void addEdge(ElmNode newNode){
13      ElmEdge newEdge ;
14      newEdge.Node = newNode.Next;
15      newEdge.Next = newNode.firstEdge;
16  }
```

Program 3 *Add newNode* dan *newEdge*

Karena representasinya menggunakan *multilist* maka primitif-primitif *graph* sama dengan primitif - primitif pada *multilist*. Jadi untuk membuat ADT *graph* bisa memanfaatkan ADT yang sudah dibuat pada *multilist*.

B. Metode-Metode Penulusuran *Graph*

a. Breadth First Search (BFS)

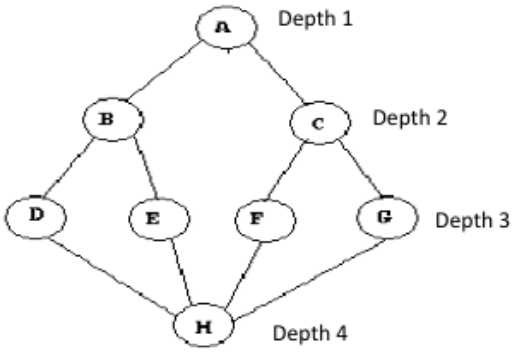
Cara kerja algoritma ini adalah dengan mengunjungi *root* (depth 0) kemudian ke *depth* 1, 2, dan seterusnya. Kunjungan pada masing-masing *level* dimulai dari kiri ke kanan.

Secara umum, Algoritma BFS pada *graph* adalah sebagai berikut:

```
Prosedur BFS ( g : graph, start : node )
Kamus
    Q : Queue
    x, w : node
Algoritma
```

```
    enqueue ( Q, start )
    while ( not isEmpty( Q ) ) do
        x ← dequeue ( Q )
        if ( isVisited( x ) = false ) then
            isVisited( x ) ← true
            output ( x )
            for each node w ∈ Vx
                if ( isVisited( w ) = false ) then
                    enqueue( Q, w )
```

Perhatikan *graph* berikut :



Gambar 14-12 Graph Breadth First Search (BFS)

Urutannya hasil penelusuran BFS : A B C D E F G H

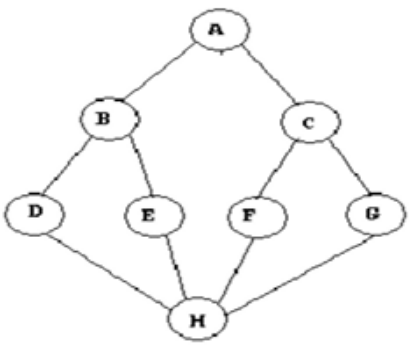
b. Depth First Search (DFS)

Cara kerja algoritma ini adalah dengan mengunjungi *root*, kemudian rekursif ke *subtree node* tersebut.

Secara umum, Algoritma DFS pada *graph* adalah sebagai berikut:

```
Prosedur BFS ( g : graph, start : node )
Kamus
    S : Stack
    x, w : node
Algoritma
    push ( S, start )
    while ( not isEmpty( S ) ) do
        x ← pop ( S )
        if ( isVisited( x ) = false ) then
            isVisited( x ) ← true
            output ( x )
            for each node w ∈ Vx
                if ( isVisited( w ) = false ) then
                    push ( S, w )
```

Perhatikan *graph* berikut :



Gambar 14-13 Graph Depth First Search (DFS)

Guided

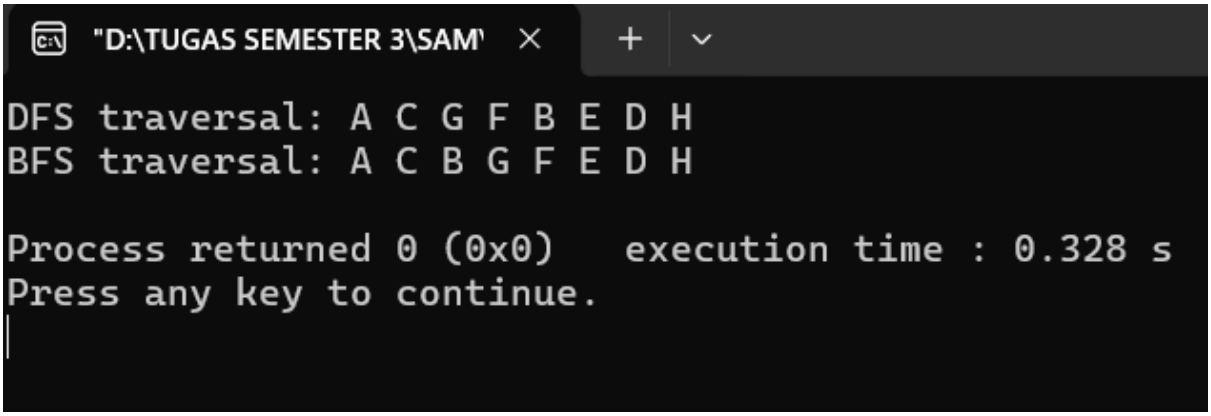
Kode Program:

```
#include <iostream>
#include <queue>

using namespace std;

struct ElmNode;

struct ElmEdge {
   ElmNode *Node;
   ElmEdge *Next;
};

struct ElmNode {
   char info;
   bool visited;
   ElmEdge *firstEdge;
   ElmNode *Next;
};

struct Graph {
   ElmNode *first;
};

void CreateGraph(Graph &G) {
   G.first = NULL;
}

void InsertNode(Graph &G, char X) {
   ElmNode *newNode = new ElmNode;
   newNode->info = X;
   newNode->visited = false;
   newNode->firstEdge = NULL;
   newNode->Next = NULL;

   if (G.first == NULL) {
      G.first = newNode;
   } else {
      ElmNode *temp = G.first;
      while (temp->Next != NULL) {
         temp = temp->Next;
      }
      temp->Next = newNode;
   }
}

void ConnectNode(ElmNode *N1, ElmNode *N2) {
   ElmEdge *newEdge = new ElmEdge;
```

```
    newEdge->Node = N2;
    newEdge->Next = N1->firstEdge;
    N1->firstEdge = newEdge;
}

void PrintInfoGraph(Graph G) {
    ElmNode *temp = G.first;
    while (temp != NULL) {
        cout << temp->info << " ";
        temp = temp->Next;
    }
    cout << endl;
}

void ResetVisited(Graph &G) {
    ElmNode *temp = G.first;
    while (temp != NULL) {
        temp->visited = false;
        temp = temp->Next;
    }
}

void PrintDFS(Graph G, ElmNode *N) {
    if (N == NULL) {
        return;
    }
    N->visited = true;
    cout << N->info << " ";
    ElmEdge *edge = N->firstEdge;
    while (edge != NULL) {
        if (!edge->Node->visited) {
            PrintDFS(G, edge->Node);
        }
        edge = edge->Next;
    }
}

void PrintBFS(Graph G, ElmNode *N) {
    queue<ElmNode*> q;
    q.push(N);
    N->visited = true;

    while (!q.empty()) {
        ElmNode *current = q.front();
        q.pop();
        cout << current->info << " ";

        ElmEdge *edge = current->firstEdge;
        while (edge != NULL) {
            if (!edge->Node->visited) {
```

```
            edge->Node->visited = true;
            q.push(edge->Node);
        }
        edge = edge->Next;
    }
  }
}

int main() {
  Graph G;
  CreateGraph(G);

  InsertNode(G, 'A');
  InsertNode(G, 'B');
  InsertNode(G, 'C');
  InsertNode(G, 'D');
  InsertNode(G, 'E');
  InsertNode(G, 'F');
  InsertNode(G, 'G');
  InsertNode(G, 'H');

  ElmNode *A = G.first;
  ElmNode *B = A->Next;
  ElmNode *C = B->Next;
  ElmNode *D = C->Next;
  ElmNode *E = D->Next;
  ElmNode *F = E->Next;
  ElmNode *G1 = F->Next;
  ElmNode *H = G1->Next;

  ConnectNode(A, B);
  ConnectNode(A, C);
  ConnectNode(B, D);
  ConnectNode(B, E);
  ConnectNode(C, F);
  ConnectNode(C, G1);
  ConnectNode(D, H);

  cout << "DFS traversal: ";
  ResetVisited(G);
  PrintDFS(G, A);
  cout << endl;

  cout << "BFS traversal: ";
  ResetVisited(G);
  PrintBFS(G, A);
  cout << endl;

  return 0;
}
```

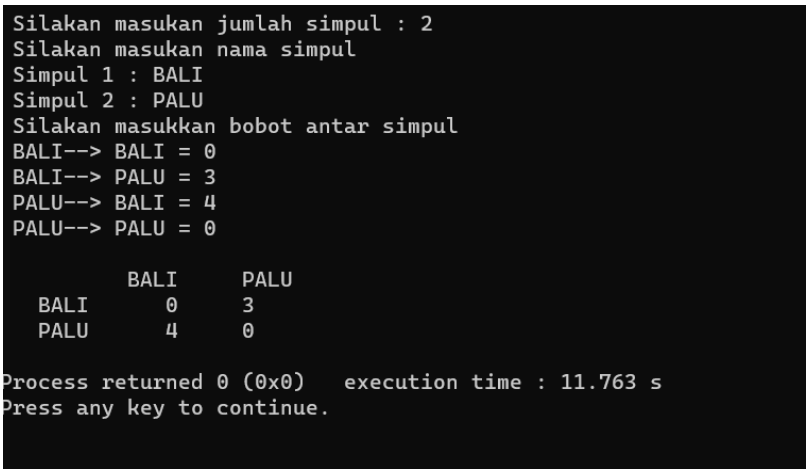
Maka akan menghasilkan output



4. Unguided

1. 1. Buatlah program graph dengan menggunakan inputan user untuk menghitung jarak dari sebuah kota ke kota lainnya.

Output Program

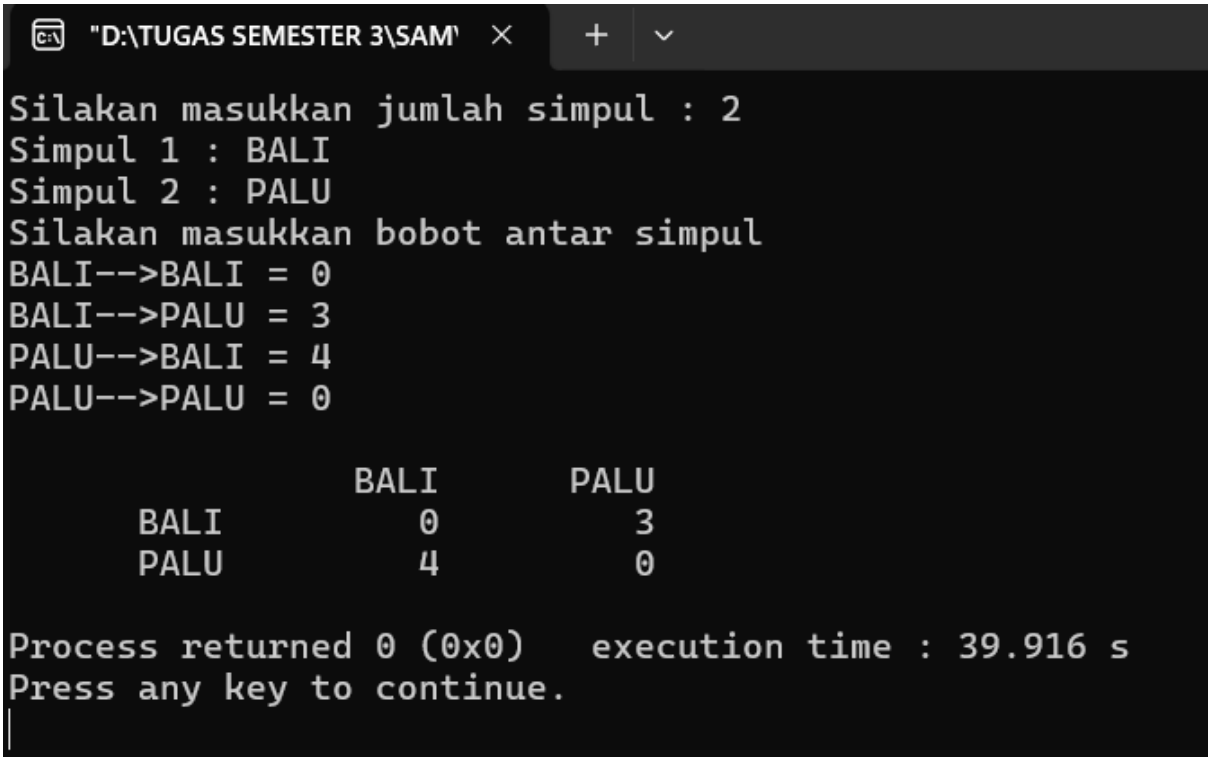


Jawaban

main.cpp *main.cpp

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
#include <string>
#include <iomanip>

using namespace std;

int main() {
    int numCities;

    cout << "Silakan masukkan jumlah simpul : ";
    cin >> numCities;

    vector<string> cityNames(numCities);
    for (int i = 0; i < numCities; ++i) {
        cout << "Simpul " << i + 1 << " : ";
        cin >> cityNames[i];
    }

    vector<vector<int>> distances(numCities, vector<int>(numCities));

    cout << "Silakan masukkan bobot antar simpul" << endl;
    for (int i = 0; i < numCities; ++i) {
        for (int j = 0; j < numCities; ++j) {
            cout << cityNames[i] << "-->" << cityNames[j] << " = ";
            cin >> distances[i][j];
        }
    }

    cout << endl;
    cout << setw(10) << "";
    for (int i = 0; i < numCities; ++i) {
        cout << setw(10) << cityNames[i];
    }
    cout << endl;

    for (int i = 0; i < numCities; ++i) {
        cout << setw(10) << cityNames[i];
        for (int j = 0; j < numCities; ++j) {
            cout << setw(10) << distances[i][j];
        }
        cout << endl;
    }

    return 0;
}
```

Maka akan menghasilkan output



2. 2. Buatlah sebuah program C++ untuk merepresentasikan graf tidak berarah menggunakan adjacency matrix. Program harus dapat:

- Menerima input jumlah simpul dan jumlah sisi.
- Menerima input pasangan simpul yang terhubung oleh sisi.
- Menampilkan adjacency matrix dari graf tersebut.

Input Contoh:

Masukkan jumlah simpul: 4

Masukkan jumlah sisi: 4

Masukkan pasangan simpul:

1 2

1 3

2 4

3 4

Output Contoh:

Adjacency Matrix:

0 1 1 0

1 0 0 1

1 0 0 1

0 1 1 0

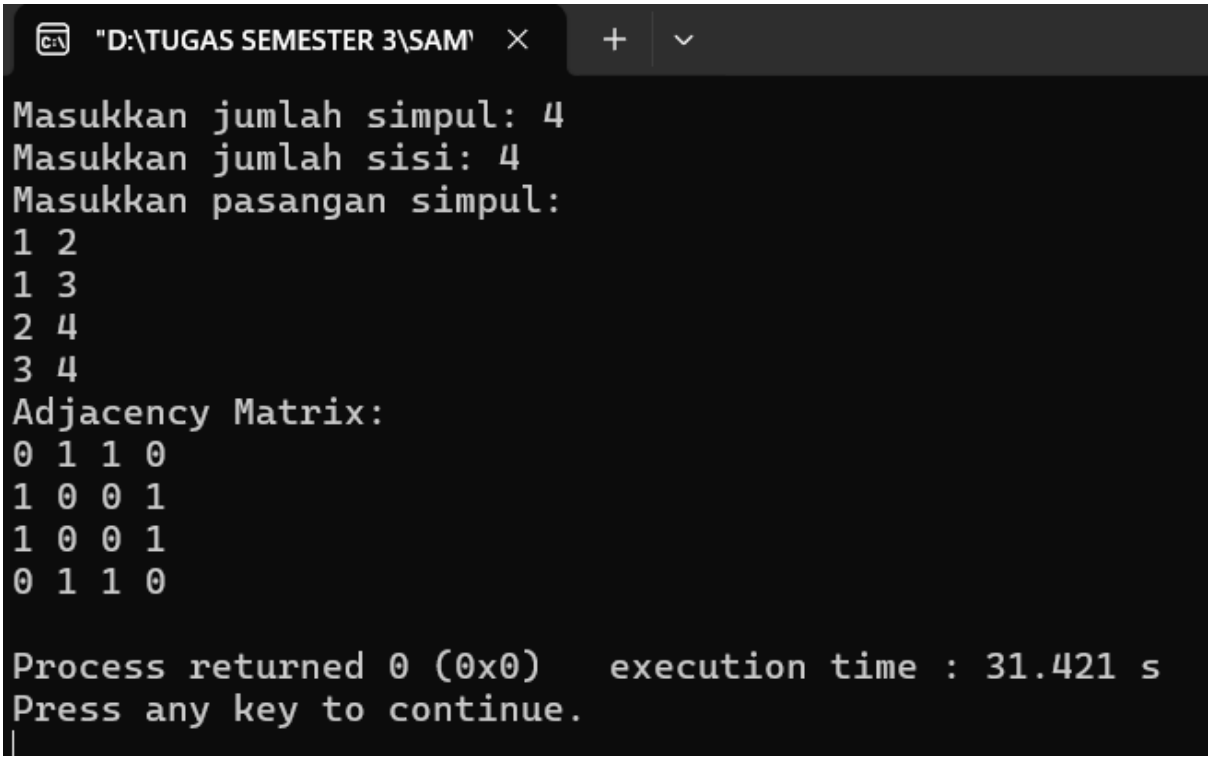
Jawaban

Kode Program:

main.cpp | main.cpp | *main.cpp

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>

using namespace std;

int main() {
    int nodes, edges;

    cout << "Masukkan jumlah simpul: ";
    cin >> nodes;
    cout << "Masukkan jumlah sisi: ";
    cin >> edges;

    vector<vector<int>> adjacencyMatrix(nodes, vector<int>(nodes, 0));

    cout << "Masukkan pasangan simpul:" << endl;
    for (int i = 0; i < edges; i++) {
        int u, v;
        cin >> u >> v;

        adjacencyMatrix[u - 1][v - 1] = 1;
        adjacencyMatrix[v - 1][u - 1] = 1;
    }

    cout << "Adjacency Matrix:" << endl;
    for (const auto& row : adjacencyMatrix) {
        for (const auto& value : row) {
            cout << value << " ";
        }
        cout << endl;
    }

    return 0;
}
```

Maka akan menghasilkan output



5. Kesimpulan

Graph adalah struktur data yang sangat penting dalam informatika, dan implementasinya dapat menggunakan berbagai metode seperti adjacency matrix atau pointer. Praktikum ini memberikan wawasan dasar tentang cara merepresentasikan graph dan traversalnya menggunakan DFS dan BFS.