Nama : Fauzan Akmal Hariz
NPM : 140810180005
Tugas-6

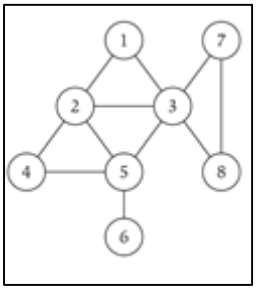
PRAKTIKUM ANALISIS ALGORITMA

DASAR ANALISIS ALGORITMA GRAF
STUDI KASUS: BREADTH FIRST SEARCH DAN DEPTH FIRST SEACRH

PENDAHULUAN

Graf Tak Berarah (Undirected Graf)
(Undirected) graph: G=(V,E)

- V = sekumpulan node (vertex, simpul, titik, sudut)
- E = sekumpulan edge (garis, tepi)
- Menangkap hubungan berpasangan antar objek.
- Parameter ukuran Graf: n = |V|, m=|E|



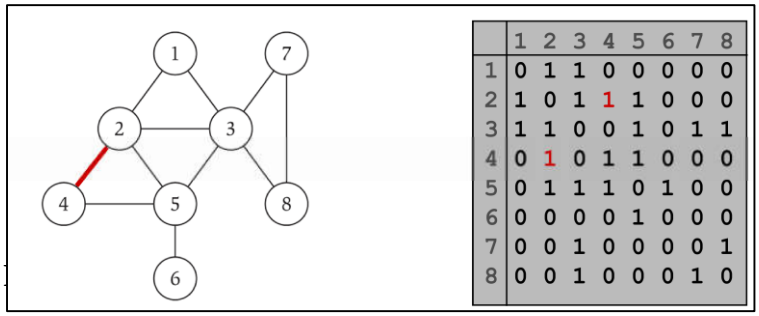
V = {1,2,3,4,5,6,7,8}
E = {(1,2), (1,3), (2,3), (2,4), (2,5), (3,5),(3,7), (3,8), (4,5), (5,6), (7,8)}
n = 8
M = 11

Dalam pemrograman, Graf dapat direpresentasikan dengan **adjacency matrix** dan **adjacency list.**

Representasi Graf dengan Adjacency Matrix

Adjacency Matrix: n-ke-n matriks dengan Auv = 1 jika (u,v) adalah sebuah garis

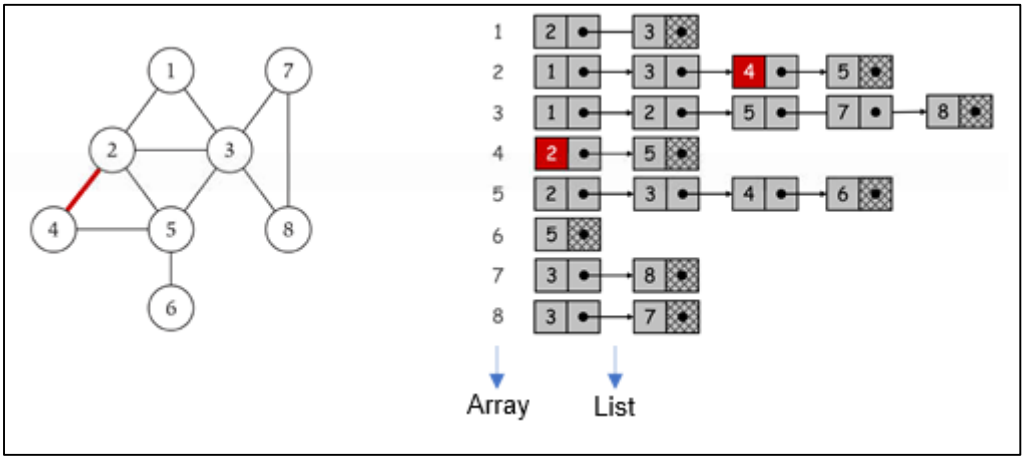
- Dua representasi dari setiap sisi
- Ruang berukuran sebesar n^2
- Memeriksa apakah (u, v) edge membutuhkan waktu Θ (1)
- Mengidentifikasi semua tepi membutuhkan Θ (n2) waktu



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	1	0	0	0
3	1	1	0	0	1	0	1	1
4	0	1	0	1	1	0	0	0
5	0	1	1	1	0	1	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	1
8	0	0	1	0	0	0	1	0

Adjacency List: node diindeks sebagai list

- Dua representasi untuk setiap sisi
- Ukuran ruang m + n
- Memeriksa apakah (u, v) edge membutuhkan O (deg (u)). Degree = jumlah tetangga u.
- Mengidentifikasi semua tepi membutuhkan Θ(m + n).

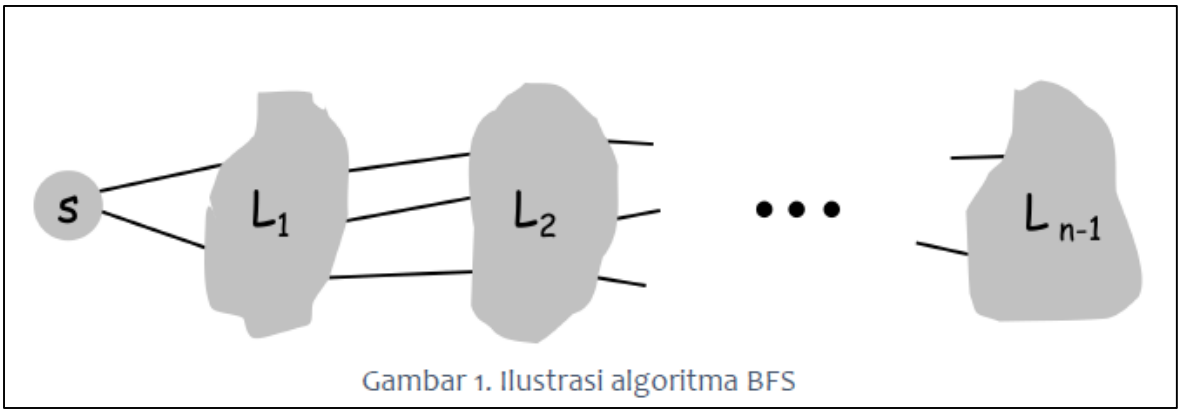


Breadth First Search

Intuisi BFS. Menjelajahi alur keluar dari s ke semua arah yang mungkin, tambahkan node satu "layer" sekaligus.

Algoritma BFS

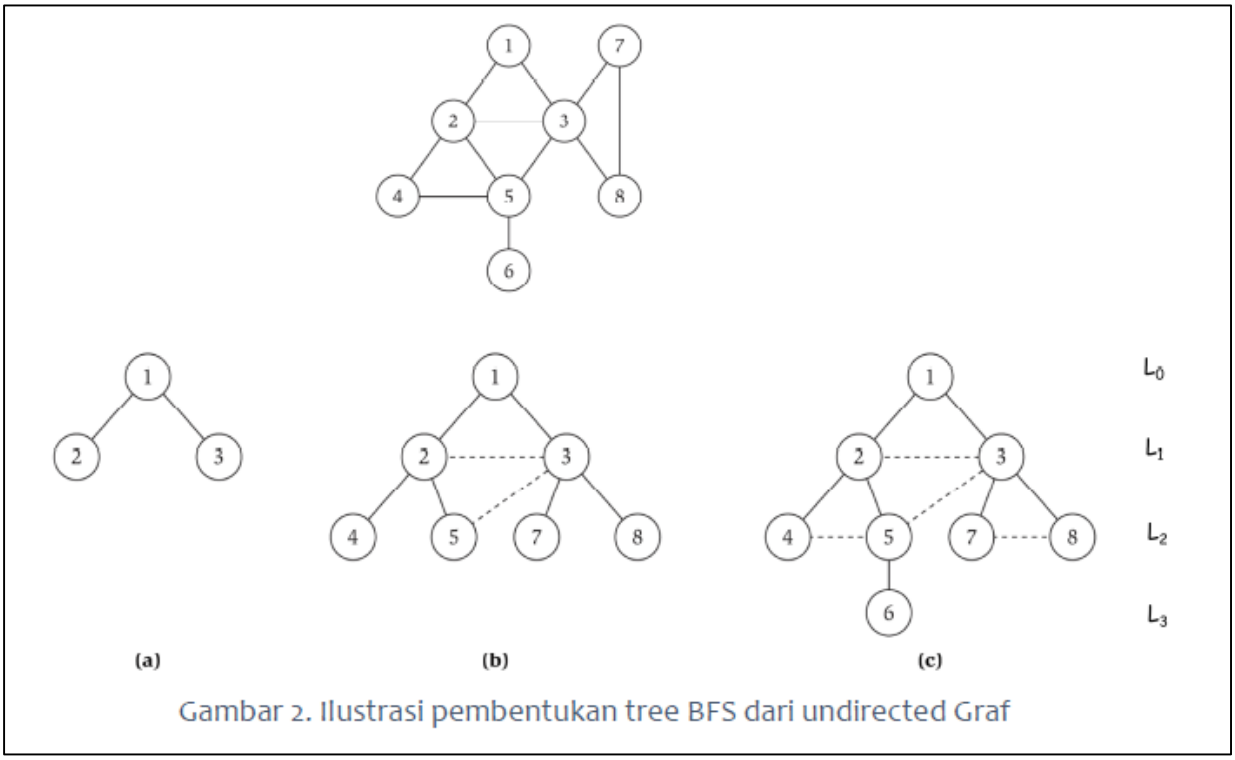
- LO = {s}
- L1 = semua tetangga dari LO
- L2 = seNUa node yang tidak terNASuk ke DALAN LO atau L1, dan yang mempunyai edge ke sebuah node di L1
- Li + 1 = semua node yang bukan milik layer sebelumnya, dan yang memiliki edge ke node di Li



Gambar 1. Ilustrasi algoritma BFS

Teorema 1.0

Untuk setiap i, Li terdiri dari semua node pada jarak tepat ke i dari s. Ada path dari s ke t jika t muncul di beberapa layer.



Gambar 2. Ilustrasi pembentukan tree BFS dari undirected Graf

Implementasi BFS dalam Koding Program

- Adjacency list adalah representasi struktur data paling ideal untuk BFS
- Algoritma memeriksa setiap ujung yang meninggalkan node satu per satu. Ketika kita memindai edge yang meninggalkan u dan mencapai edge(u, v), kita perlu tahu apakah node v telah ditemukan sebelumnya oleh pencarian.
- Untuk menyederhanakan ini, kita maintain array yang ditemukan dengan panjang n dan mengatur Discovered [v] = true segera setelah pencarian kita pertama kali melihat v. Algoritma BFS membangun lapisan node L1, L2, ..., di mana Li adalah set node pada jarak i dari sumber s.
- Untuk mengelola node dalam layer Li, kami memiliki daftar L[i] untuk setiap i = 0,1,2,….

```
BFS(s):
  Set Discovered[s] = true and Discovered[v] = false for all other v
  Initialize L[0] to consist of the single element s
  Set the layer counter i = 0
  Set the current BFS tree T = ∅
  While L[i] is not empty
    Initialize an empty list L[i + 1]
    For each node u ∈ L[i]
      Consider each edge (u, v) incident to u
      If Discovered[v] = false then
        Set Discovered[v] = true
        Add edge (u, v) to the tree T
        Add v to the list L[i + 1]
      Endif
    Endfor
    Increment the layer counter i by one
  Endwhile
```

Depth First Search

Algoritma DFS muncul, khususnya, sebagai cara tertentu mengurutkan node yang kita kunjungi - dalam lapisan berurutan, berdasarkan pada jarak node lain dari s. Metode alami lain untuk menemukan node yang dapat dijangkau dari s adalah pendekatan yang mungkin Anda dilakukan jika grafik G benar-benar sebuah labirin dari kamar yang saling berhubungan dan kita berjalan-jalan di dalamnya.

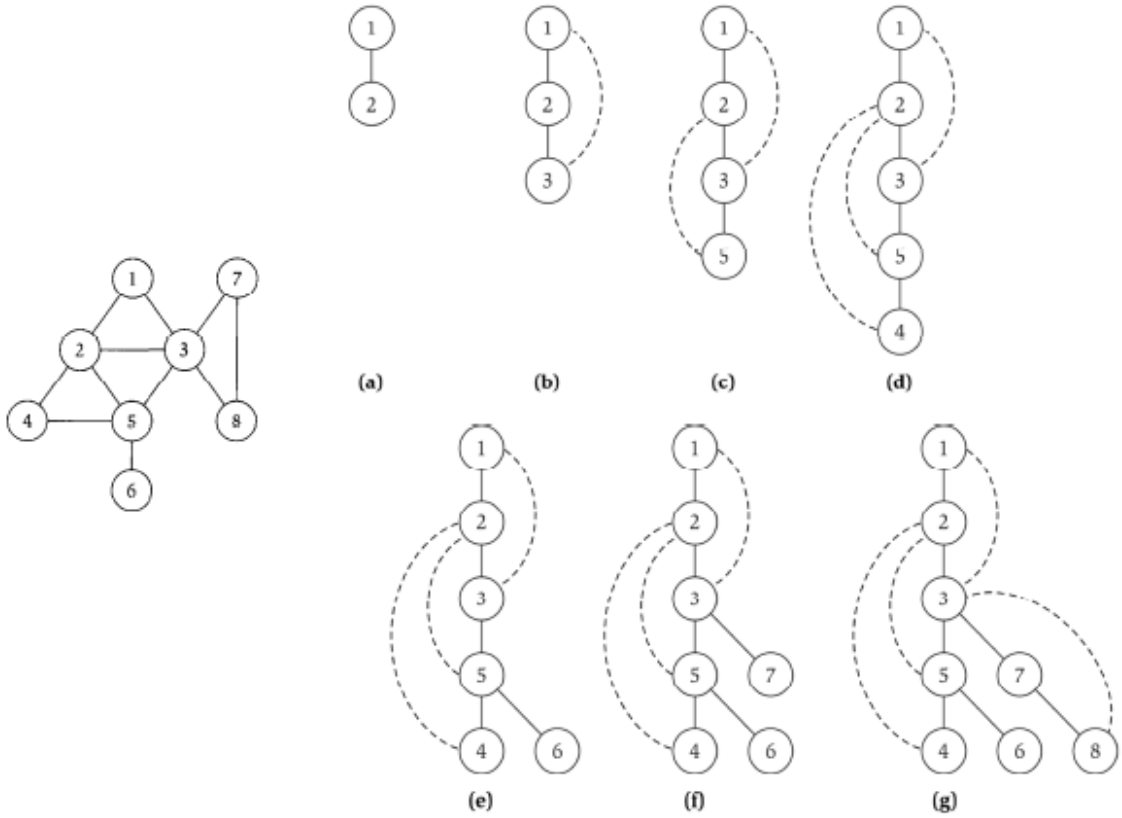
Kita akan mulai dari s dan mencoba edge pertama yang mengarah ke ke node v. Kita kemudian akan mengikuti edge pertama yang mengarah keluar dari v, dan melanjutkan dengan cara ini sampai kita mencapai "jalan buntu" - sebuah node di mana Anda sudah menjelajahi semua tetangganya. Kita kemudian akan mundur sampai kita mencapai node dengan tetangga yang belum dijelajahi, dan melanjutkan dari sana. Kita menyebutnya Depth-first search (DFS), karena ini mengeksplorasi G dengan masuk sedalam mungkin dan hanya mundur jika diperlukan.

DFS juga merupakan implementasi khusus dari algoritma component-growing generik yang dijelaskan sebelumnya. Kita dapat memulai DFS dari titik awal mana pun tetapi mempertahankan pengetahuan global tentang node yang telah dieksplorasi.

```
DFS(u):
  Mark u as "Explored" and add u to R
  For each edge (u, v) incident to u
    If v is not marked "Explored" then
      Recursively invoke DFS(v)
    Endif
  Endfor
```

Untuk menerapkan ini pada problem konektivitas s-t, kita cukup mendeklarasikan semua node pada awalnya untuk tidak dieksplorasi, dan memanggil DFS (s).

Ada beberapa kesamaan dan beberapa perbedaan mendasar antara DFS dan BFS. Kesamaan didasarkan pada fakta bahwa mereka berdua membangun komponen terhubung yang mengandung s, dan bahwa mereka mencapai tingkat efisiensi yang serupa secara kualitatif. Sementara DFS akhirnya mengunjungi set node yang sama persis seperti BFS, ia biasanya melakukannya dalam urutan yang sangat berbeda; menyelidiki jalan panjang, berpotensi menjadi sangat jauh dari s, sebelum membuat cadangan untuk mencoba lebih dekat node yang belum dijelajahi.



Gambar 3. Ilustrasi pembentukan tree DFS dari undirected graph

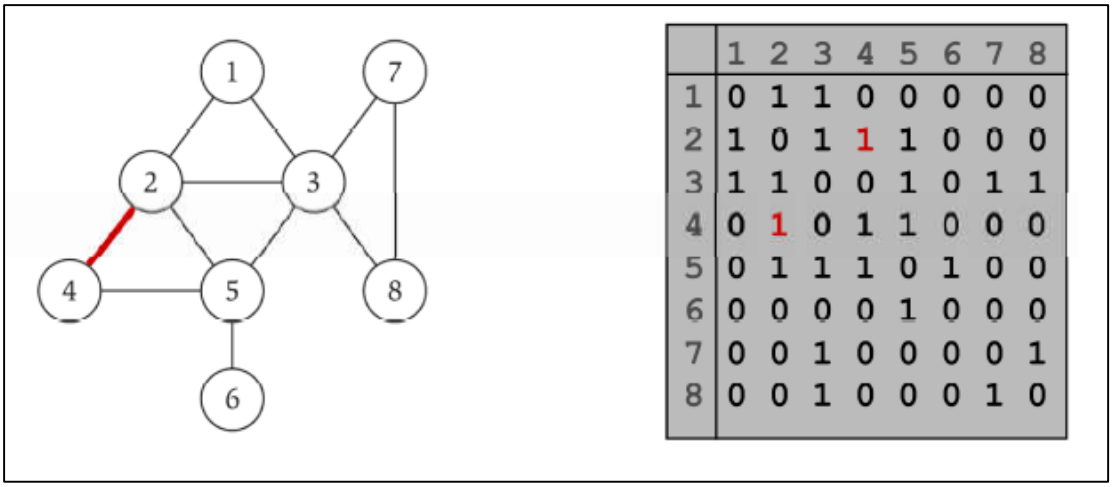
Implementasi DFS dalam Koding Program

Implementasi DFS paling ideal adalah dengan menggunakan stack. Adapun algoritma DFS dengan stack adalah sebagai berikut:

```
DFS(s):
  Initialize S to be a stack with one element s
  While S is not empty
    Take a node u from S
    If Explored[u] = false then
       Set Explored[u] = true
       For each edge (u, v) incident to u
         Add v to the stack S
       Endfor
    Endif
  Endwhile
```

Tugas

1. **Dengan menggunakan undirected graph dan adjacency matrix berikut, buatlah koding programmnya menggunakan bahasa C++.**



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	1	0	0	0
3	1	1	0	0	1	0	1	1
4	0	1	0	1	1	0	0	0
5	0	1	1	1	0	1	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	1
8	0	0	1	0	0	0	1	0

Source Code:

```
/*
Nama            :   Fauzan Akmal Hariz
NPM             :   140810180005
Kelas Kuliah    :   A
Kelas Praktikum :   B
Tanggal Buat    :   05 April 2020
Praktikum       :   Analisis Algoritma
Program         :   Adjacency Matrix
Deskripsi       :   Nomor 1 - Program Undirected Graph for Adjacency Matr
ix
*/

#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

#define MAX 20

class AdjacencyMatrix{
    private:
        int n;
        int **adj;
        bool *visited;

    public:
        AdjacencyMatrix(int n){
            this -> n = n;
            visited = new bool [n];
```

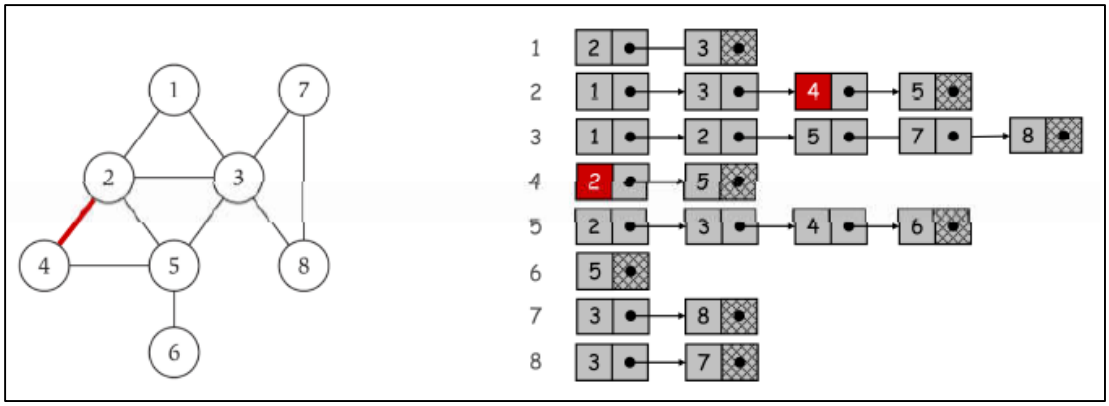
```
            adj = new int* [n];
            for (int i=0; i<n; i++){
                adj[i] = new int [n];
                for(int j=0; j<n; j++){
                    adj[i][j] = 0;
                }
            }
        }

    void add_edge(int origin, int destin){
        if( origin>n || destin>n || origin<0 || destin<0){
            cout << "Invalid edge!\n";
        }
        else{
            adj[origin - 1][destin - 1] = 1;
        }
    }

    void display(){
        int i;
        int j;
        for(i=0; i<n; i++){
            for(j=0; j<n; j++){
                cout << adj[i][j]<<"  ";
            }
            cout << endl;
        }
    }
};

int main(){
    int nodes;
    int max_edges;
    int origin;
    int destin;

    cout << "\n=============================================\n";
    cout << "Program Undirected Graph for Adjacency Matrix\n";
    cout << "=============================================\n";


    cout << "\nEnter Number of Nodes\t: "; cin >> nodes;

    AdjacencyMatrix am(nodes);
    max_edges = nodes * (nodes - 1);
    cout<<"\nEnter Edge (-1 -1 to exit)\n\n";
    for (int i=0; i<max_edges; i++){
        cout<<"Enter Edge\t: "; cin >> origin >> destin;
        if((origin==-1) && (destin==-1)){
```

```
            break;
        }
        am.add_edge(origin, destin);
    }
    cout << endl;
    am.display();
    return 0;
}
```

Screenshot:

```
==========================================
Program Undirected Graph for Adjacency Matrix
==========================================

Enter Number of Nodes   : 8

Enter Edge (-1 -1 to exit)

Enter Edge      : 1 2
Enter Edge      : 1 3
Enter Edge      : 2 1
Enter Edge      : 2 3
Enter Edge      : 2 4
Enter Edge      : 2 5
Enter Edge      : 3 1
Enter Edge      : 3 2
Enter Edge      : 3 5
Enter Edge      : 3 7
Enter Edge      : 3 8
Enter Edge      : 4 2
Enter Edge      : 4 4
Enter Edge      : 4 5
Enter Edge      : 5 2
Enter Edge      : 5 3
Enter Edge      : 5 4
Enter Edge      : 5 6
Enter Edge      : 6 5
Enter Edge      : 7 3
Enter Edge      : 7 8
Enter Edge      : 8 3
Enter Edge      : 8 7
Enter Edge      : -1 -1

0  1  1  0  0  0  0  0
1  0  1  1  1  0  0  0
1  1  0  0  1  0  1  1
0  1  0  1  1  0  0  0
0  1  1  1  0  1  0  0
0  0  0  0  1  0  0  0
0  0  1  0  0  0  0  1
0  0  1  0  0  0  1  0
```

2. **Dengan menggunakan undirected graph dan representasi adjacency list, buatlah koding programmnya menggunakan bahasa C++.**



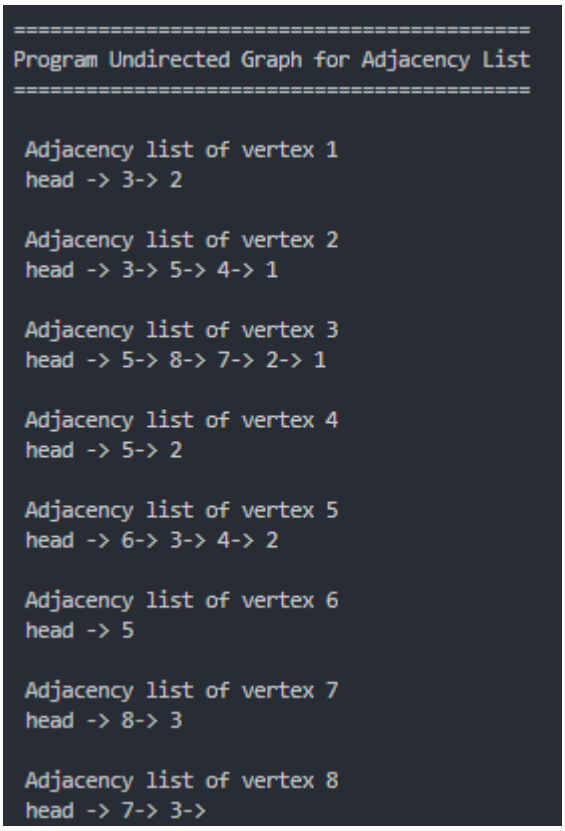
Source Code:

```
/*
Nama            :   Fauzan Akmal Hariz
NPM             :   140810180005
Kelas Kuliah    :   A
Kelas Praktikum :   B
Tanggal Buat    :   05 April 2020
Praktikum       :   Analisis Algoritma
Program         :   Adjacency List
Deskripsi       :   Nomor 2 - Program Undirected Graph for Adjacency List
*/

#include <iostream>
#include <cstdlib>

using namespace std;

struct AdjListNode{                 //Adjacency List Node
    int dest;
    struct AdjListNode* next;
};

struct AdjList{                     //Adjacency List
    struct AdjListNode *head;
};

class Graph{                        //Class Graph
    private:
        int V;
        struct AdjList* array;

    public:
        Graph(int V){
            this->V = V;
```

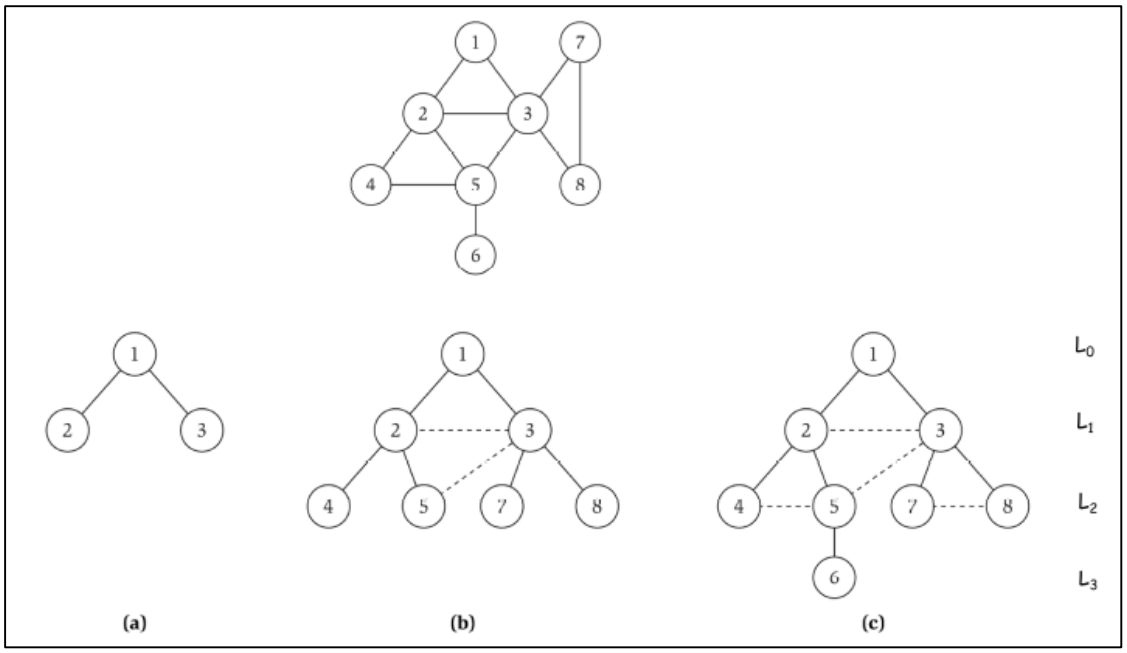
```
            array = new AdjList [V];
            for (int i=0; i<V; i++)
                array[i].head = NULL;
        }

        AdjListNode* newAdjListNode(int dest){          //Creating New Ad
jacency List Node
            AdjListNode* newNode = new AdjListNode;
            newNode->dest = dest;
            newNode->next = NULL;
            return newNode;
        }

        void addEdge(int src, int dest){                //Adding Edge to
Graph
            AdjListNode* newNode = newAdjListNode(dest);
            newNode->next = array[src].head;
            array[src].head = newNode;
            newNode = newAdjListNode(src);
            newNode->next = array[dest].head;
            array[dest].head = newNode;
        }

        void printGraph(){                              //Print The Graph
            int v;
            for (v=1; v<=V; v++){
                AdjListNode* pCrawl = array[v].head;
                cout << "\n Adjacency list of vertex " << v << "\n head "
;
                while (pCrawl){
                    cout << "-> " << pCrawl->dest;
                    pCrawl = pCrawl->next;
                }
                cout << endl;
            }
        }
};

int main(){
    Graph gh(8);

    cout << "\n=========================================\n";
    cout << "Program Undirected Graph for Adjacency List\n";
    cout << "=========================================\n";

    gh.addEdge(1, 2);
    gh.addEdge(1, 3);
    gh.addEdge(2, 4);
    gh.addEdge(2, 5);
```

```
    gh.addEdge(2, 3);
    gh.addEdge(3, 7);
    gh.addEdge(3, 8);
    gh.addEdge(4, 5);
    gh.addEdge(5, 3);
    gh.addEdge(5, 6);
    gh.addEdge(7, 8);
    gh.printGraph();        //Print The Adjacency List Representation of
The Above Graph

    return 0;
}
```

Screenshot:



3. **Buatlah program Breadth First Search dari algoritma BFS yang telah diberikan. Kemudian uji coba program Anda dengan menginputkan undirected graph sehingga menghasilkan tree BFS. Hitung dan berikan secara asimptotik berapa kompleksitas waktunya dalam Big-Θ!**



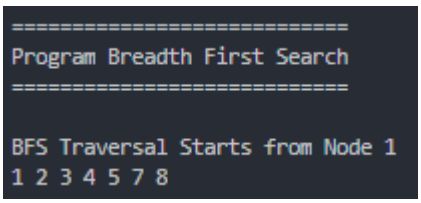
Source Code:

```
/*
Nama            :   Fauzan Akmal Hariz
NPM             :   140810180005
Kelas Kuliah    :   A
Kelas Praktikum :   B
Tanggal Buat    :   05 April 2020
Praktikum       :   Analisis Algoritma
Program         :   Breadth First Search
Deskripsi       :   Nomor 3 - Program Breadth First Search
*/

#include <iostream>
#include <list>

using namespace std;

class Graph{
    int N;
    list<int> *adj;

    public:
        Graph(int N){
            this->N == N;
            adj = new list<int>[N];
        }
```

```
        void addEdge(int u, int v){
            adj[u].push_back(v);
        }

        void BFS(int s){
            bool *visited = new bool[N];
            for(int i=0; i<N; i++)
            visited[i] = false;

            list<int> queue;
            visited[s] = true;
            queue.push_back(s);
            list<int>::iterator i;

            while(!queue.empty()){
                s = queue.front();
                cout << s << " ";
                queue.pop_front();

                for(i = adj[s].begin(); i != adj[s].end(); i++){
                    if(!visited[*i]){
                        visited[*i] = true;
                        queue.push_back(*i);
                    }
                }
            }
        }
};

int main(){
    Graph g(8);

    cout << "\n============================\n";
    cout << "Program Breadth First Search\n";
    cout << "============================\n";

    g.addEdge(1,2);
    g.addEdge(1,3);
    g.addEdge(2,3);
    g.addEdge(2,4);
    g.addEdge(2,5);
    g.addEdge(3,7);
    g.addEdge(3,8);
    g.addEdge(4,5);
    g.addEdge(5,3);
    g.addEdge(5,6);
    g.addEdge(7,8);
```

```
    cout << "\nBFS Traversal Starts from Node 1" << endl;
    g.BFS(1);

    return 0;
}
```

Screenshot:



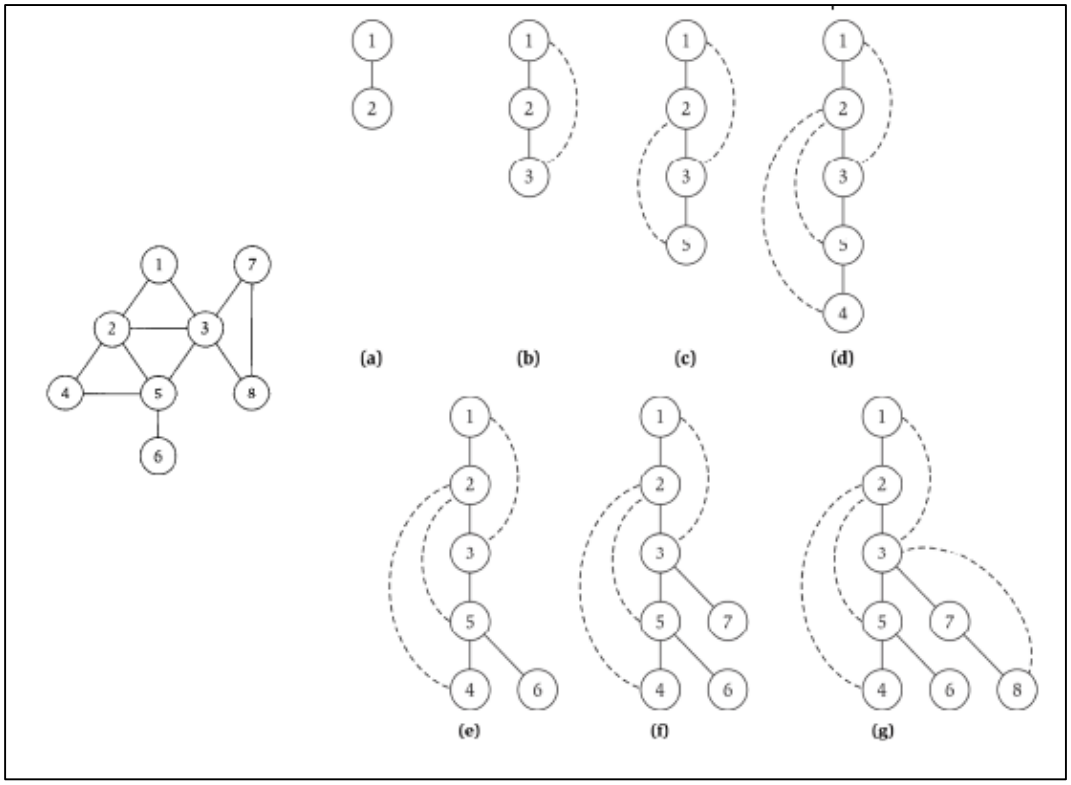
Kompleksitas waktu:

BFS merupakan metode pencarian secara melebar sehingga mengunjungi node dari kiri ke kanan di level yang sama. Apabila semua node pada suatu level sudah dikunjungi semua, maka akan berpindah ke level selanjutnya. Dalam worst case BFS harus mempertimbangkan semua jalur (path) untuk semua node yang mungkin, maka nilai kompleksitas waktu dari BFS adalah O(|V| + |E|).

Karena Big-O dari BFS adalah O(V+E) dimana V itu jumlah vertex dan E itu adalah jumlah edges maka Big-O = O(n) dimana n = v+e.

Maka dari itu Big-Θ nya adalah Θ(n).

4. **Buatlah program Depth First Search dari algoritma DFS yang telah diberikan. Kemudian uji coba program Anda dengan menginputkan undirected graph sehingga menghasilkan tree DFS. Hitung dan berikan secara asimptotik berapa kompleksitas waktunya dalam Big-Θ!**



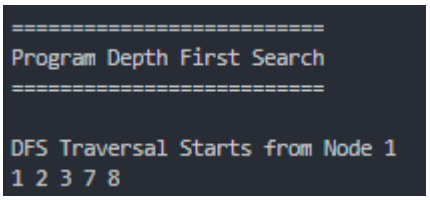
Source Code:

```
/*
Nama            :   Fauzan Akmal Hariz
NPM             :   140810180005
Kelas Kuliah    :   A
Kelas Praktikum :   B
Tanggal Buat    :   05 April 2020
Praktikum       :   Analisis Algoritma
Program         :   Depth First Search
Deskripsi       :   Nomor 4 - Program Depth First Search
*/

#include <iostream>
#include <list>

using namespace std;

class Graph{
    int N;

    list<int> *adj;

    void DFSUtil(int u, bool visited[]){
```

```
        visited[u] = true;
        cout << u << " ";

        list<int>::iterator i;
        for(i = adj[u].begin(); i != adj[u].end(); i++){
            if(!visited[*i]){
                DFSUtil(*i, visited);
            }
        }
    }

    public :
    Graph(int N){
        this->N = N;
        adj = new list<int>[N];
    }

    void addEdge(int u, int v){
        adj[u].push_back(v);
    }

    void DFS(int u){
        bool *visited = new bool[N];
        for(int i = 0; i < N; i++){
            visited[i] = false;
        }
        DFSUtil(u, visited);
    }
};

int main(){
    Graph g(8);

    cout << "\n=========================\n";
    cout << "Program Depth First Search\n";
    cout << "=========================\n";

    g.addEdge(1,2);
    g.addEdge(1,3);
    g.addEdge(2,3);
    g.addEdge(2,4);
    g.addEdge(2,5);
    g.addEdge(3,7);
    g.addEdge(3,8);
    g.addEdge(4,5);
    g.addEdge(5,3);
    g.addEdge(5,6);
    g.addEdge(7,8);
```

```
    cout << "\nDFS Traversal Starts from Node 1" << endl;
    g.DFS(1);

    return 0;
}
```

Screenshot:



Kompleksitas waktu:

DFS merupakan metode pencarian mendalam, yang mengunjungi semua node dari yang terkiri lalu geser ke kanan hingga semua node dikunjungi. Kompleksitas ruang algoritma DFS adalah O(bm), karena kita hanya hanya perlu menyimpan satu buah lintasan tunggal dari akar sampai daun, ditambah dengan simpul-simpul saudara kandungnya yang belum dikembangkan.

Big O kompleksitas total DFS () adalah (V + E). O(n) Dengan V = Jumlah Verteks dan E = Jumlah Edges.

TEKNIK PENGUMPULAN

- Lakukan push ke github/gitlab untuk semua program dan laporan hasil analisa yang berisi jawaban dari pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Silahkan sepakati dengan asisten praktikum.

PENUTUP

- Ingat, berdasarkan Peraturan Rektor No 46 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pendidikan, mahasiswa wajib mengikuti praktikum 100%.
- Apabila tidak hadir pada salah satu kegiatan praktikum segeralah minta tugas pengganti ke asisten praktikum.
- Kurangnya kehadiran Anda di praktikum, memungkinkan nilai praktikum Anda tidak akan dimasukkan ke nilai mata kuliah.

REFERENSI

PPT Praktikum Analisis Algortima (Pertemuan 6)

Modul Praktikum 6 Analisis Algoritma