# LAPORAN PRAKTIKUM 6
# Worksheet 6
# Analysis Algorithm

**Dasar Analisis Algoritma Graf**
**Studi Kasus : Breadth First Search and Depth First Search**

**Disusun oleh :**

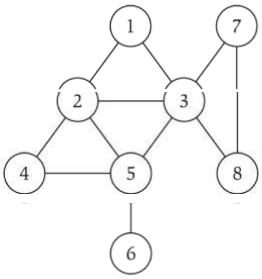
**Mohammad Dhikri**
**140810180075**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA**
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**
**UNIVERSITAS PADJADJARAN**
**2020**

## 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|



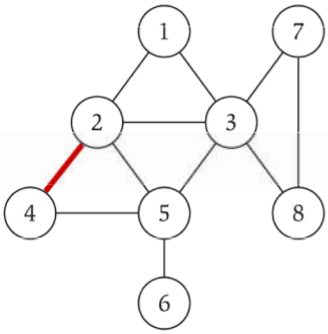

V = {1,2,3,4,5,6,7,8}
E = {(1,2), (1,3), (2,3), (2,4), (2,5), (3,5),(3,7), (3,8), (4,5), (5,6), (7,8)}
n = 8
M=11

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

**Representasi Graf dengan Adjacency Matrix**

**Adjacency Matrix:** n-ke-n matriks dengan

- Dua representasi dari setiap sisi
- Memeriksa apakah (u, v) edge membutuhkan waktu Θ(1)
- Mengidentifikasi semua tepi membutuhkan Θ ( ) waktu

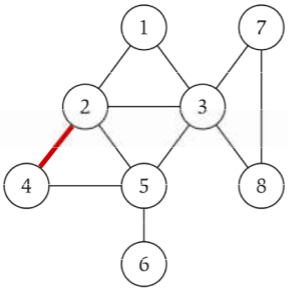


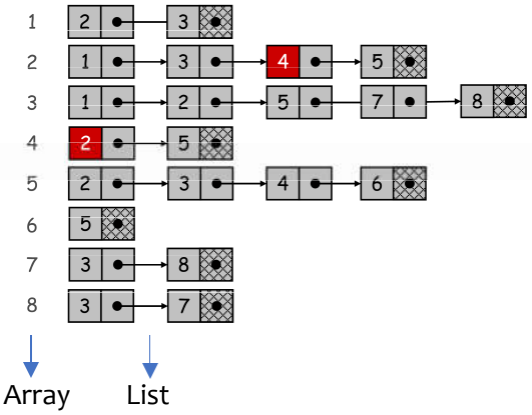

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |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

**Representasi Graf dengan Adjacency List**

**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).



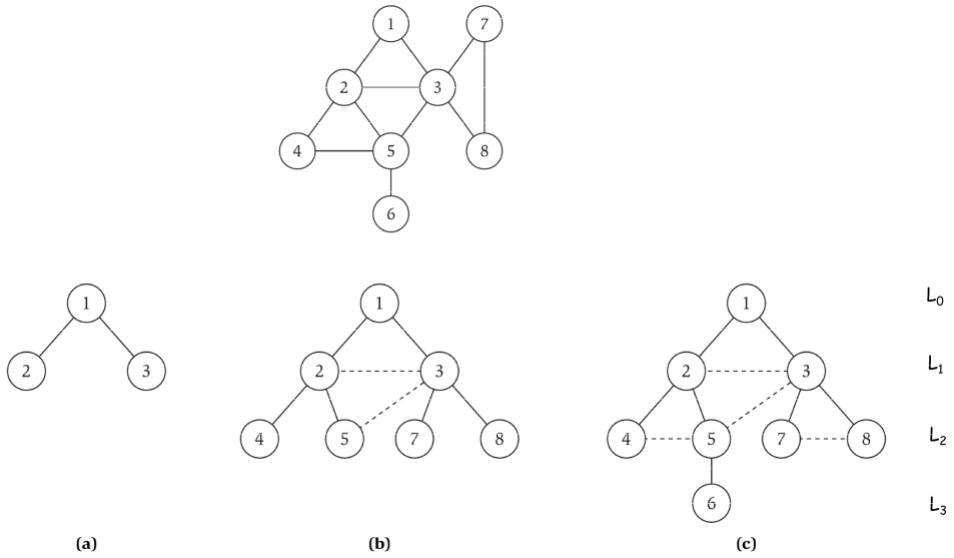



## Breadth First Search

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

**Teorema 1.0**

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



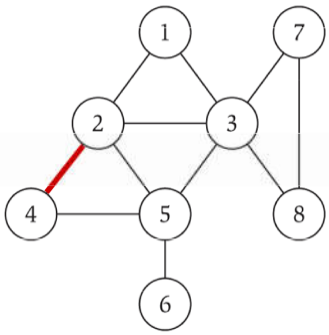

Gambar 2. Ilustrasi pembentukan tree BFS dari undirected Graf

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 $L_i$ adalah set node pada jarak dari sumber .
- Untuk mengelola node dalam layer, kami memiliki daftar [ ] untuk setiap = $0,1,2, \cdots$.

**Tugas Anda**

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 |

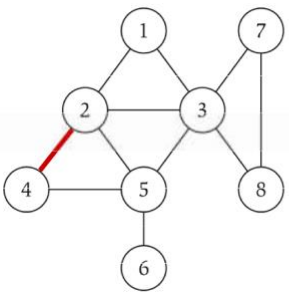
Program :

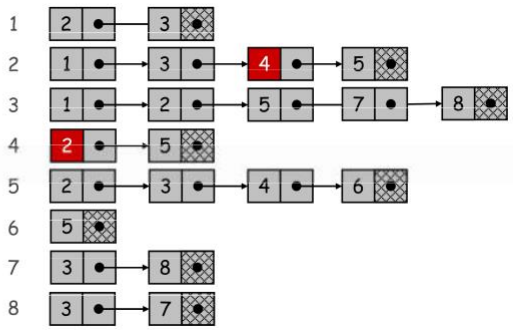
```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
using namespace std;
#define MAX 20

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,j;
        for(i = 0;i < n;i++){
            for(j = 0; j < n; j++)
```

```
                cout<<adj[i][j]<<"  ";
            cout<<endl;
        }
    }
};
int main()
{
    int nodes, max_edges, origin, destin;
    cout<<"Enter number of nodes: ";
    cin>>nodes;
    AdjacencyMatrix am(nodes);
    max_edges = nodes * (nodes - 1);
    for (int i = 0; i < max_edges; i++){
        cout<<"Enter edge (-1 -1 to exit): ";
        cin>>origin>>destin;
        if((origin == -1) && (destin == -1))
            break;
        am.add_edge(origin, destin);
    }
    am.display();
    return 0;
}
```

```
Enter number of nodes: 3
Enter edge (-1 -1 to exit): 2
3
Enter edge (-1 -1 to exit): 3
4
Invalid edge!
Enter edge (-1 -1 to exit): 5
6
Invalid edge!
Enter edge (-1 -1 to exit): 7
8
Invalid edge!
Enter edge (-1 -1 to exit): 4
6
Invalid edge!
Enter edge (-1 -1 to exit): 3
5
Invalid edge!
0  0  0
0  0  1
0  0  0
```

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



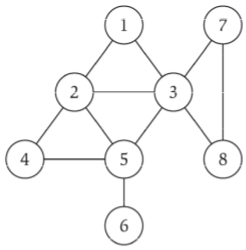
Program :

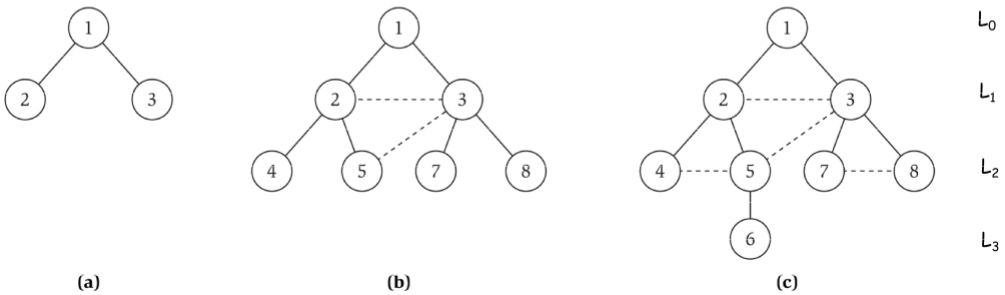
```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
using namespace std;
struct AdjListNode{
    int data;
    struct AdjListNode* next;
};
struct AdjList {
    struct AdjListNode *head;
};
class Graph{
    private:
        int V;
        AdjList* array;
    public:
        Graph(int V){
            this->V = V;
            array = new AdjList [V];
            for (int i = 0; i < V; ++i)
                array[i].head = NULL;
        }
        void addEdge(int src, int dest){
            AdjListNode* newNode = new AdjListNode;
            newNode->data = dest;
            newNode->next = NULL;       //  1----->NULL

            newNode->next = array[src].head;
            array[src].head = newNode;              //  0-->1-->2

            newNode = new AdjListNode;
            newNode->data = src;
            newNode->next = NULL;               // 0--->NULL

            newNode->next = array[dest].head;   // 0---->NULL (bcuz.. 1--
>NULL)
            array[dest].head = newNode;         // 1---->0
        }
        void printGraph(){
            int v;
            for (v = 0; v < V; ++v){
                AdjListNode* tmp = array[v].head;
                cout<<"\n Adjacency list of vertex "<<v<<"\n head ";
                while (tmp){
                    cout<<"-> "<<tmp->data;
                    tmp = tmp->next;
                }
                cout<<endl;
            }
```

```
        }
};
int main()
{
    Graph gh(5);
    gh.addEdge(0, 1);
    gh.addEdge(0, 4);
    gh.addEdge(1, 2);
    gh.addEdge(1, 3);
    gh.addEdge(1, 4);
    gh.addEdge(2, 3);
    gh.addEdge(3, 4);

    gh.printGraph();
    return 0;
}
```

```
Adjacency list of vertex 0
head -> 4-> 1

Adjacency list of vertex 1
head -> 4-> 3-> 2-> 0

Adjacency list of vertex 2
head -> 3-> 1

Adjacency list of vertex 3
head -> 4-> 2-> 1

Adjacency list of vertex 4
head -> 3-> 1-> 0
```

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!




(a) (b) (c)

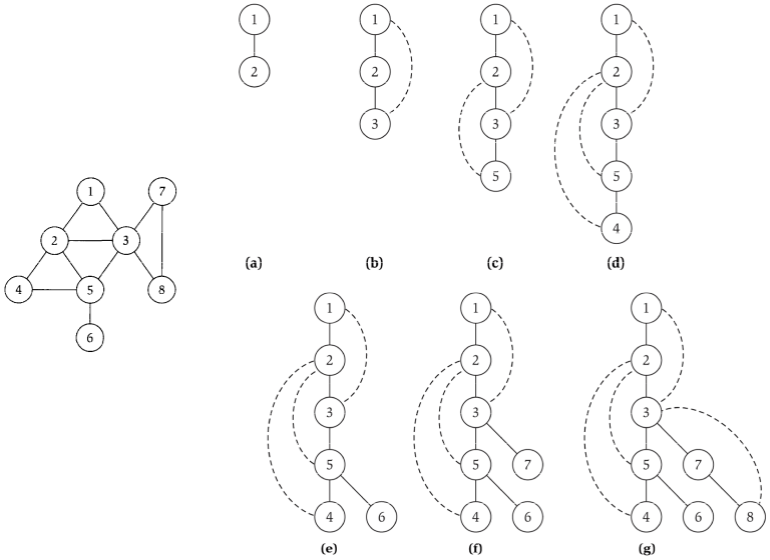
Program :

```
#include<iostream>
#include<conio.h>
#include<stdlib.h>
using namespace std;
int cost[10][10],i,j,k,n,qu[10],front,rare,v,visit[10],visited[10];
int main()
{
    int m;
    //clrscr();
    cout <<"Enter no of vertices:";
    cin >> n;
    cout <<"Enter no of edges:";
    cin >> m;
    cout <<"\nEDGES \n";
    for(k=1; k<=m; k++)
    {
        cin >>i>>j;
        cost[i][j]=1;
    }
    cout <<"Enter initial vertex to traverse from:";
    cin >>v;
    cout <<"Visitied vertices:";
    cout <<v<<" ";
    visited[v]=1;
    k=1;
    while(k<n)
    {
        for(j=1; j<=n; j++)
            if(cost[v][j]!=0 && visited[j]!=1 && visit[j]!=1)
            {
                visit[j]=1;
                qu[rare++]=j;
            }
        v=qu[front++];
        cout<<v <<" ";
        k++;
        visit[v]=0;
        visited[v]=1;
    }
    getch();
    return 0;
}
```

```
Enter no of vertices:4
Enter no of edges:4

EDGES
1 2
3 4
5 6
7 8
Enter initial vertex to traverse from:3
Visitied vertices:3 4 0 0
--------------------------------
Process exited after 33.05 seconds with return value 0
Press any key to continue . . .
```

BFS adalah metode pencarian secara melebar, jadi mencari di 1 level dulu dari kiri ke kanan. Kalau sudah dikunjungi semua nodenya maka pencarian dilanjut ke level berikutnya. Jadi, dalam worst casenya BFS harus mempertimbangkan semua jalur yang akan dilalui karena mungkin node yang dicari adalah node paling ujung pada level terakhir. 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!




Program :

```
#include<iostream>
#include<conio.h>
#include<stdlib.h>
using namespace std;
int cost[10][10],i,j,k,n,stk[10],top,v,visit[10],visited[10];
int main()
{
    int m;
    //clrscr();
    cout <<"Enter no of vertices:";
```

```
    cin >> n;
    cout <<"Enter no of edges:";
    cin >> m;
    cout <<"\nEDGES \n";
    for(k=1; k<=m; k++)
    {
        cin >>i>>j;
        cost[i][j]=1;
    }
    cout <<"Enter initial vertex to traverse from:";
    cin >>v;
    cout <<"DFS ORDER OF VISITED VERTICES:";
    cout << v <<" ";
    visited[v]=1;
    k=1;
    while(k<n)
    {
        for(j=n; j>=1; j--)
            if(cost[v][j]!=0 && visited[j]!=1 && visit[j]!=1)
            {
                visit[j]=1;
                stk[top]=j;
                top++;
            }
        v=stk[--top];
        cout<<v << " ";
        k++;
        visit[v]=0;
        visited[v]=1;
    }
    getch();
    return 0;
}
```

```
Enter no of vertices:4
Enter no of edges:4

EDGES
1 2
3 4
5 6
7 8
Enter initial vertex to traverse from:4
DFS ORDER OF VISITED VERTICES:4 4 2 0
--------------------------------

Process exited after 27.92 seconds with return value 0
Press any key to continue . . .
```

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 dau n, ditambah dengan simpul-simpul saudara kandungnya yang belum dikembangkan.