

Tugas Besar II IF2211 Strategi Algoritma  
Semester II Tahun 2019/2020

**Simulasi Penyebaran Virus Penyakit dengan Memanfaatkan Algoritma  
BFS untuk Penelusuran pada Graf**

**Batas pengumpulan :** Jumat, 13 Maret 2020 Pukul 11.00

**Arsip pengumpulan :**

- *Source* program yang bisa dijalankan disertai *readme.txt*, dikumpulkan di direktori <https://irklab.site/tubes2stima>
- Laporan (*hard copy*), dikumpulkan di atas loker Lab IRK

**Deskripsi :**



[Sumber gambar](#)

Di awal tahun 2020 ini, dunia digemparkan dengan munculnya suatu virus Corona jenis baru yang diberi nama *COVID-19*. Virus mewabah pertama kali di Wuhan, China, sejak awal tahun 2020 lalu telah menginfeksi lebih dari 69.000 orang di seluruh dunia hingga saat ini. Mudah-mudahan penyebaran antar manusia menyebabkan virus dengan mudahnya tersebar ke seluruh penjuru dunia mulai dari Asia Tenggara, Eropa, Australia, dan Amerika Serikat.

Melihat potensi ancaman yang diakibatkan oleh penyebaran virus penyakit ini, badan kesehatan dunia (WHO) meminta Anda sebagai seorang akademisi di bidang informatika untuk melakukan simulasi penyebaran virus penyakit yang memanfaatkan algoritma BFS. Suatu daerah dapat dianggap sebagai sebuah simpul pada graf, dan hubungan antara dua daerah akan membentuk sisi yang memiliki arah dengan bobot berupa peluang orang melakukan perjalanan antar daerah tersebut. Untuk

memudahkan Anda dalam membuat simulasi ini, WHO telah menyiapkan beberapa informasi yang berguna sebagai berikut.

- Virus berasal dari suatu daerah, dan virus dapat menyebar ke daerah lain.
- Populasi masyarakat di suatu daerah didefinisikan dengan konstan  $P(A)$  dengan  $A$  adalah nama suatu daerah.
- Waktu pertama kali virus menginfeksi suatu kota didefinisikan dengan  $T(A)$  dan total hari sejak infeksi pertama muncul di suatu daerah didefinisikan dengan  $t(A)$ .
- Populasi masyarakat yang terkena virus didefinisikan dengan fungsi  $I(A, t(A))$ . Fungsi  $I$  independen untuk setiap kota.

Fungsi  $I(A, t(A))$  akan menggunakan fungsi logistik, dengan :

$$I(A, t(A)) = \frac{P(A)}{1 + (P(A) - 1)e^{-\gamma t(A)}}, \gamma = 0.25$$

- Peluang orang melakukan perjalanan dari daerah  $A$  ke daerah  $B$  didefinisikan dengan  $Tr(A,B)$  dengan  $A$  adalah kota asal dan  $B$  adalah kota tujuan.
- Fungsi penyebaran virus dari suatu daerah  $A$  ke daerah  $B$  selalu sama dan dirumuskan dengan fungsi  $S(A,B)$ . Jika luaran fungsi  $S$  lebih besar dari 1 maka daerah  $A$  berhasil menularkan virus ke daerah tujuan.

$$S(A, B) = I(P(A), t(A)) \times Tr(A, B)$$

- Jika virus dari daerah awal berhasil tersebar ke daerah tujuan, maka jumlah orang terkena virus penyakit di daerah tujuan akan dirumuskan dengan fungsi  $I$  yang sudah dijelaskan sebelumnya.
- Jika dari daerah  $A$  berhasil menyebarkan virus ke daerah  $B$ , maka akan dicek apakah daerah  $B$  mampu menyebarkan virus ke daerah lain yang terhubung dan belum terkena virus penyakit.

Pada awalnya, hanya ada satu daerah saja yang memiliki virus penyakit yang berpotensi menyebar ke daerah lain. Tugas Anda adalah membantu WHO untuk membuat simulasi penyebaran virus penyakit, dengan membuat program yang menerima query berupa hari ( $T$ ) dan menunjukkan daerah mana saja yang sudah tersebar virus penyakit pada hari ke  $T$  beserta jalur penyebarannya dengan menggunakan algoritma BFS.

Peta yang menghubungkan daerah-daerah di dunia diberikan dalam berkas eksternal untuk dibaca oleh program dengan format sebagai berikut. Baris pertama pada berkas adalah  $N$  yang merupakan banyaknya jalur yang akan diberikan. Sebanyak  $N$  baris berikutnya berisi dua buah string ( $A, B$ ) dan sebuah float ( $Tr(A,B)$ ). Gambar 1 akan menunjukkan gambar berkas eksternal yang berisi peta yang menghubungkan daerah-daerah di dunia.

```

8
A B 0.02
A C 0.005
B A 0.005
B D 0.005
C A 0.1
C B 0.1
D A 0.05
D C 0.1

```

Gambar 1. Berkas eksternal yang berisi peta yang menghubungkan daerah-daerah di dunia.

Populasi masyarakat di suatu daerah di seluruh dunia akan diberikan dalam berkas eksternal untuk dibaca oleh program dengan format sebagai berikut. Baris pertama pada berkas adalah  $N$  yang

merupakan banyaknya daerah yang terdapat di dunia ini dan sebuah string (A) yang merupakan sumber dari virus penyakit. Sebanyak N baris berikutnya berisi sebuah string (A) dan sebuah integer (P(A)). Gambar 2 akan menunjukkan gambar berkas eksternal yang berisi populasi masyarakat di suatu daerah di seluruh dunia.

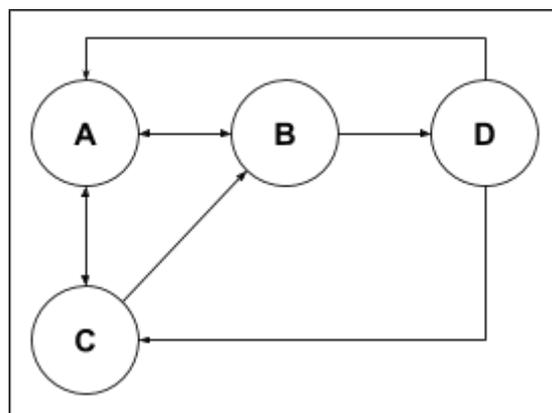
```

4 A
A 1000
B 5000
C 1000
D 1000

```

Gambar 2. Berkas eksternal yang berisi populasi masyarakat di suatu daerah di seluruh dunia.

Contoh visualisasi graf yang terbentuk dari berkas eksternal pada gambar 1 dan gambar 2 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi graf yang terbentuk.

Contoh pertanyaan yang bisa diajukan pada program adalah untuk  $T = 3$ . Daerah mana saja yang sudah terkena virus?

Pada studi kasus, pertumbuhan infeksi menggunakan fungsi linier :

$$I(P(A), t(A)) = t(A) \times P(A) / 20$$

Namun, pada implementasi **gunakan fungsi logistik yang telah didefinisikan sebelumnya.**

Inisialisasi *queue*  $q = [A \rightarrow B, A \rightarrow C]$

❑ **Cek penyebaran dari A -> B**

Virus pertama kali muncul di daerah A pada  $T(A) = 0$  maka  $t(A) = 3 - 0 = 3$

Jumlah masyarakat yang terkena virus di daerah A adalah  $I(A, 3) = 3 \cdot 1000 / 20 = 150$

$S(A, B) = I(A, 3) \cdot Tr(A, B) = 150 \cdot 0.02 = 3$

Karena  $S(A, B) > 1$ , maka **virus berhasil tersebar dari daerah A ke B.**

Selanjutnya, cari kapan virus berhasil tersebar ke daerah B.

$S(A, B) = I(A, t) \cdot Tr(A, B) > 1$

$$= t \cdot 1000 / 20 \cdot 0.02 > 1$$

$$= t > 1.$$

**Maka, virus akan menyebar dari daerah A ke B 2 hari setelah virus menyebar ke A atau**

**$T(B) = 2 + T(A) = 2 + 0 = 2.$**

$q = [A \rightarrow C, B \rightarrow A, B \rightarrow D]$

❑ **Cek penyebaran dari A -> C**

Virus pertama kali muncul di daerah A pada  $T(A) = 0$  maka  $t(A) = 3 - 0 = 3$

Jumlah masyarakat yang terkena virus di daerah A adalah  $I(A, 3) = 3 \cdot 1000 / 20 = 150$

$S(A, C) = I(A, 3) \cdot Tr(A, C) = 150 \cdot 0.005 = 0.75$

Karena  $S(A, C) \leq 1$ , maka **virus tidak berhasil tersebar dari daerah A ke C.**

$q = [B \rightarrow A, B \rightarrow D]$  (Tidak ditambah karena virus tidak berhasil tersebar ke daerah C)

❑ **Cek penyebaran dari B -> A**

Virus pertama kali muncul di daerah B pada  $T(B) = 2$  maka  $t(B) = 3 - 2 = 1$

Jumlah masyarakat yang terkena virus di daerah B adalah  $I(B, 1) = 1 \cdot 5000 / 20 = 250$

$S(B, A) = I(B, 1) \cdot Tr(B, A) = 250 \cdot 0.005 = 1.25$

Karena  $S(B, A)$ , maka **virus berhasil tersebar dari daerah B ke A.**

Selanjutnya, cari kapan virus berhasil tersebar ke daerah A.

$S(B, A) = I(B, t) \cdot Tr(B, A) > 1$

$$= t \cdot 5000 / 20 \cdot 0.005 > 1$$

$$= t > 0.8.$$

**Maka, virus akan menyebar dari daerah B ke A 1 hari setelah virus menyebar ke B atau  $T'(A) = 1 + T(B) = 1 + 2 = 3$ .**

**Namun karena mulanya virus sudah menginfeksi A pada  $T(A) = 0$  ( $T(A) < T'(A)$ ), maka nilai  $T(A)$  tidak berubah.**

$q = [B \rightarrow D]$  (Tidak ditambah karena  $T(A) < T'(A)$ )

❑ **Cek penyebaran dari B -> D**

Virus pertama kali muncul di daerah B pada  $T(B) = 2$  maka  $t(B) = 3 - 2 = 1$

Jumlah masyarakat yang terkena virus di daerah B adalah  $I(B, 1) = 1 \cdot 5000 / 20 = 250$

$S(B, D) = I(B, 1) \cdot Tr(B, D) = 250 \cdot 0.005 = 1.25$

Karena  $S(B, D)$ , maka **virus berhasil tersebar dari daerah B ke D.**

Selanjutnya, cari kapan virus berhasil tersebar ke daerah D.

$S(B, D) = I(B, t) \cdot Tr(B, D) > 1$

$$= t \cdot 5000 / 20 \cdot 0.005 > 1$$

$$= t > 0.8.$$

**Maka, virus akan menyebar dari daerah B ke D 1 hari setelah virus menyebar ke D atau  $T(D) = 1 + T(B) = 1 + 2 = 3$ .**

$q = [D \rightarrow A, D \rightarrow C]$

❑ **Cek penyebaran dari D -> A**

Virus pertama kali muncul di daerah D pada  $T(D) = 3$  maka  $t(D) = 3 - 3 = 0$

Jumlah masyarakat yang terkena virus di daerah D tentu saja 0 \* sehingga  $S(D, A) = 0$

Karena  $S(D, A) \leq 1$ , maka **virus tidak berhasil tersebar dari daerah D ke A.**

$q = [D \rightarrow C]$

❑ **Cek penyebaran dari D -> C**

Virus pertama kali muncul di daerah D pada  $T(D) = 3$  maka  $t(D) = 3 - 3 = 0$

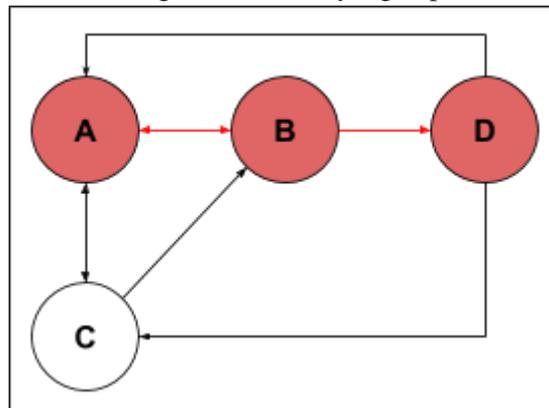
Jumlah masyarakat yang terkena virus di daerah D tentu saja 0 \* sehingga  $S(D,C) = 0$

Karena  $S(D,C) \leq 1$ , maka **virus tidak berhasil tersebar dari daerah D ke C.**

$q = []$

\*) Walaupun jumlah masyarakat yang terkena virus di daerah D adalah 0, namun daerah D dianggap sudah terinfeksi karena virus telah berhasil tersebar dari daerah B.

Maka daerah yang sudah terkena virus penyakit adalah A, B, dan D dengan jalur infeksi antara lain sebagai berikut A->B, B->A, B->D dengan visualisasi yang dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 3. Visualisasi hasil graf yang terbentuk.

End of program

Berikut adalah pseudocode dari program BFS untuk melakukan simulasi penyebaran virus penyakit

```
time <- input()
K <- kota pertama kali virus mewabah
N <- jumlah kota
Inisialisasi T[0..N] dengan ∞
T[K] <- 0

G <- makeGraph()
q <- q.push(G.neighbors(K))

Loop
  if (S(asal, tujuan)) > 1
    t <- kapan_tersebar(asal, tujuan)
    T'[tujuan] <- T[asal] + t

    if (T'[tujuan] > T[tujuan])
      // do nothing
    else
      q.push(G.neighbors(tujuan))

Until q is []
```

Program yang dibuat harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut.

1. Aplikasi bisa menerima peta daerah-daerah di seluruh dunia berikut populasinya seperti contoh pada Gambar 1 dan Gambar 2.
2. Dari berkas eksternal yang telah diterima, aplikasi dapat menampilkan visualisasi graf peta daerah-daerah di seluruh dunia. Proses visualisasi ini boleh memanfaatkan pustaka atau kaskas yang tersedia. Sebagai referensi, salah satu kaskas yang tersedia untuk melakukan visualisasi adalah MSAGL : <https://github.com/microsoft/automatic-graph-layout>

3. Aplikasi bisa menerima pertanyaan (query) berupa hari. Pertanyaan akan diterima melalui aplikasi berbasis GUI yang dibangun sesuai kreativitas masing-masing.
4. Dari graph yang sudah dibentuk, aplikasi harus dapat menyusun jalur infeksi. Aplikasi juga harus dapat menunjukkan langkah-langkah proses penentuan daerah-daerah yang terinfeksi dengan memanfaatkan algoritma BFS. Mahasiswa **tidak diperkenankan** untuk melihat atau menyalin library lain yang mungkin tersedia bebas terkait dengan pemanfaatan BFS.
5. Aplikasi harus dapat membedakan simpul untuk kota yang sudah terinfeksi dan yang belum terinfeksi berikut juga dengan jalurnya.
6. Data Uji akan diberikan oleh asisten.

#### **Lain – lain:**

1. Anda dapat menambahkan fitur-fitur lain yang menunjang program yang anda buat (unsur kreativitas).
2. Aplikasi dibuat dengan bahasa C# dengan kaskas Visual Studio .NET.
3. Tugas dikerjakan berkelompok dengan jumlah anggota minimal 2 orang dan maksimal 3 orang. Anggota kelompok diperbolehkan lintas kelas dan tidak boleh sama dengan kelompok Tubes sebelumnya.
4. Program harus modular dan mengandung komentar yang jelas.
5. Beri nama aplikasi anda tersebut dengan nama-nama yang menarik dan mudah diingat.
6. Dilarang menggunakan kode program yang diunduh dari Internet. Mahasiswa harus membuat program sendiri, tetapi belajar dari program yang sudah ada tidak dilarang.
7. Pengumpulan adalah hari Jumat 13 Maret 2020 sebelum pukul 11.00. Keterlambatan akan mengurangi nilai.
8. Aturan pengarsipan berkas yang akan dikumpulkan (Source, exe, dan readme.txt) akan diatur oleh asisten.
9. Bonus (nilai maksimal 5): Setiap kelompok membuat video aplikasi yang mereka buat kemudian mengunggahnya ke Youtube. Video yang dibuat harus memiliki audio dan menampilkan wajah dari setiap anggota kelompok. Pada waktu demo aplikasi di depan asisten, mahasiswa mengakses video Youtube tersebut dan memutarinya di depan asisten sebelum memulai demo.
10. Semua pertanyaan menyangkut tugas ini harus dikomunikasikan melalui milis agar dapat dicermati oleh semua peserta kuliah IF2211.
11. Tiap anggota harus memahami proses pembuatan program, karena akan ada pertanyaan pertanyaan yang harus dijawab per individu.
12. Pada saat demo, asisten akan memanggil per kelompok. Kelompok yang tidak berkepentingan dilarang masuk. Demo dilakukan di Lab IRK.

#### **Isi laporan :**

Cover: Cover laporan ada foto anggota kelompok (foto bertiga). Foto ini menggantikan logo “gajah” ganেশha.

Bab 1: Deskripsi tugas (dapat menyalin spesifikasi tugas ini)

Bab 2: Dasar teori (Algoritma BFS)

Bab 3: Analisis Pemecahan Masalah. Langkah-langkah pemecahan masalah ada di sini beserta contoh ilustrasi kasus lain yang berbeda dari contoh pada spesifikasi tugas ini, termasuk di dalamnya struktur data dan spesifikasi program.

Bab 4: Implementasi dan pengujian, berisi implementasi program dalam bahasa yang dipilih dan kaskas yang digunakan (bukan berisi kode program), misalnya menampilkan nama file program (jika

modular atau dalam bentuk kelas), *screenshot* antarmuka program, dan lain-lain. Di dalam pengujian dituliskan “peta dunia” yang dicoba, lalu dianalisis hasil-hasil tersebut (ada jalur tapi tidak ditemukan simpul yang dicari, atau tidak ada jalur, kompleksitas, dan sebagainya).

Bab 5: Kesimpulan dan saran. Daftar Pustaka.

**Keterangan laporan :**

1. Laporan ditulis dalam bahasa Indonesia yang baik dan benar.
2. Laporan tidak perlu memakai cover mika atau dijilid. Cukup dibuat agar laporan tidak akan tercecer bila dibaca.
3. Laporan boleh menggunakan kertas riu, boleh bolak-balik, boleh dalam satu halaman kertas terdapat dua halaman tulisan asalkan masih terbaca.
4. Identitas per halaman harus jelas (misalnya : halaman, kode kuliah). Penilaian : 1. Kebenaran program (40%) : program mampu memproses data yang sudah disediakan dan data dari asisten.  
2. Demo – pemahaman Anda dalam pembuatan program (30%)  
3. Laporan (20%)  
4. Interface, fitur-fitur program, dan unsur kreativitas (10%)