

# Analogi Pembunuhan Berantai Sebagai Graf Dalam Investigasi Kasus

Elmo Dery Alfared –NIM: 13506013

Program Studi Teknik Informatika ITB, Institut Teknologi Bandung  
email: if16013 @students.itb.ac.id

**Abstract** – Makalah ini membahas tentang salah satu metode investigasi kasus kriminal, yaitu pembunuhan berantai, dengan memanfaatkan teori graf. Dengan menganalogikan suatu kasus pembunuhan berantai dengan sebuah graf sederhana semi-Hamilton, investigator dapat merumuskan kasus tersebut secara keseluruhan dan mendapatkan titik terang dalam suatu kasus yang hanya bisa diperoleh dengan mengubah sudut pandang investigasi.

**Kata Kunci:** pembunuh berantai, kriminal, graf, graf sederhana semi-Hamilton

## 1. PENDAHULUAN

Tindak kriminal, terutama pembunuhan, seringkali terjadi secara berantai, yaitu pembunuhan yang terjadi beberapa kali oleh pelaku yang sama, yang disertai selang waktu tertentu antara satu kasus dengan kasus lainnya. Kasus ini biasanya membentuk semacam pola tertentu, yang digunakan investigator untuk melacak pelaku kejahatan dan motifnya. Suatu pembunuhan berantai dapat disusun menjadi sebuah graf sederhana, yang memudahkan investigator untuk menyusun pola tersebut. Detektif dan polisi di Amerika dan negara-negara di Eropa telah menggunakan cara ini untuk menuntaskan kasus pembunuhan berantai modern.

## 2. PEMANFAATAN GRAF DALAM INVESTIGASI KASUS PEMBUNUHAN BERANTAI

Semua kasus yang dilakukan oleh orang yang sama pasti memiliki mata rantai yang sama. Mata rantai itu merupakan pola kesamaan yang menghubungkan satu kasus dengan kasus lainnya, yang dapat membantu menganalisis motif pelaku—bahkan dalam kasus paling acak sekalipun, pola yang terbentuk akan memberi tahu investigator i pelaku, karena kejahatan yang dilakukan secara acak, atau bahkan iseng, pasti dikarenakan oleh kelainan jiwa, baik dari penyakit bawaan, depresi, atau peristiwa-peristiwa tertentu yang membuatnya mengidap kelainan jiwa tersebut. Data-data yang diperoleh dari penyakit jiwa yang mungkin diidap si pelaku dapat menjadi referensi, atau bahkan bukti, penting dalam investigasi kasus tersebut. Dengan menguraikan suatu kasus pembunuhan berantai dalam bentuk graf, investigator dapat lebih mudah menganalisa pola suatu

pembunuhan berantai, yang mempermudah pencarian tersangka.

### 2.1. Graf

Secara teoritis, sebuah graf terdiri atas simpul dan sisi, yang menggambarkan interaksi antar simpul.

Graf  $G = (V, E)$ , yang dalam hal ini:

$V$  = himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (vertices)  
 $= \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$   
 $E$  = himpunan sisi (edges) yang menghubungkan sepasang simpul  
 $= \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka graf digolongkan menjadi dua jenis:

#### 1. Graf sederhana (simple graph).

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi-ganda dinamakan graf sederhana.

#### 2. Graf tak-sederhana (unsimple-graph).

Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak-sederhana (unsimple graph).

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas 2 jenis:

#### 1. Graf tak-berarah (undirected graph)

Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah.

#### 2. Graf berarah (directed graph atau digraph)

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah.

#### Simpul Terpencil (Isolated Vertex)

Simpul terpencil ialah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.

Lintasan Hamilton ialah lintasan yang melalui tiap simpul di dalam graf tepat satu kali.

Sirkuit Hamilton ialah sirkuit yang melalui tiap simpul di dalam graf tepat satu kali, kecuali simpul asal (sekali simpul akhir) yang dilalui dua kali.

Graf yang memiliki sirkuit Hamilton dinamakan graf Hamilton, sedangkan graf yang hanya memiliki lintasan Hamilton disebut graf semi-Hamilton.

## Terminologi Graf

### 1. Ketetanggaan (Adjacent)

Dua buah simpul dikatakan bertetangga bila keduanya terhubung langsung.

### 2. Bersisian (Incidency)

Untuk sembarang sisi  $e = (v_j, v_k)$  dikatakan  $e$  bersisian dengan simpul  $v_j$ , atau  $e$  bersisian dengan simpul  $v_k$

### 3. Simpul Terpencil (Isolated Vertex)

Simpul terpencil ialah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.

### 4. Graf Kosong (null graph atau empty graph)

Graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong ( $N_n$ ).

### 5. Derajat (Degree)

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

Notasi:  $d(v)$

Pada graf berarah,

$d_{in}(v)$  = derajat-masuk (in-degree)  
= jumlah busur yang masuk ke simpul  $v$

$d_{out}(v)$  = derajat-keluar (out-degree)  
= jumlah busur yang keluar dari simpul  $v$

$$d(v) = d_{in}(v) + d_{out}(v)$$

$$= 2 \times \text{jumlah sisi} = 2 \times 5$$

### 6. Lintasan (Path)

Lintasan yang panjangnya  $n$  dari simpul awal  $v_0$  ke simpul tujuan  $v_n$  di dalam graf  $G$  ialah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang berbentuk  $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$  sedemikian sehingga  $e_1 = (v_0, v_1)$ ,  $e_2 = (v_1, v_2)$ , ...,  $e_n = (v_{n-1}, v_n)$  adalah sisi-sisi dari graf  $G$ .

### 7. Siklus (Cycle) atau Sirkuit (Circuit)

Lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut sirkuit atau siklus.

### 8. Terhubung (Connected)

Dua buah simpul  $v_1$  dan simpul  $v_2$  disebut terhubung jika terdapat lintasan dari  $v_1$  ke  $v_2$ .

$G$  disebut graf terhubung (connected graph) jika untuk setiap pasang simpul  $v_i$  dan  $v_j$  dalam himpunan  $V$  terdapat lintasan dari  $v_i$  ke  $v_j$ .

Jika tidak, maka  $G$  disebut graf tak-terhubung (disconnected graph).

Graf berarah  $G$  dikatakan terhubung jika graf tidak berarahnya terhubung (graf tidak berarah dari  $G$

diperoleh dengan menghilangkan arahnya).

Dua simpul,  $u$  dan  $v$ , pada graf berarah  $G$  disebut terhubung kuat (strongly connected) jika terdapat lintasan berarah dari  $u$  ke  $v$  dan juga lintasan berarah dari  $v$  ke  $u$ .

Jika  $u$  dan  $v$  tidak terhubung kuat tetapi terhubung pada graf tidak berarahnya, maka  $u$  dan  $v$  dikatakan terhubung lemah (weakly connected).

Graf berarah  $G$  disebut graf terhubung kuat (strongly connected graph) apabila untuk setiap pasang simpul sembarang  $u$  dan  $v$  di  $G$ , terhubung kuat. Kalau tidak,  $G$  disebut graf terhubung lemah.

graf berarah terhubung lemah      graf berarah terhubung kuat

### 8. Upagraf (Subgraph) dan Komplemen Upagraf

Misalkan  $G = (V, E)$  adalah sebuah graf.  $G_1 = (V_1, E_1)$  adalah upagraf (subgraph) dari  $G$  jika  $V_1 \subseteq V$  dan  $E_1 \subseteq E$ .

Komplemen dari upagraf  $G_1$  terhadap graf  $G$  adalah graf  $G_2 = (V_2, E_2)$  sedemikian sehingga  $E_2 = E - E_1$  dan  $V_2$  adalah himpunan simpul yang anggota-anggota  $E_2$  bersisian dengannya.

Pada graf berarah, komponen terhubung kuat (strongly connected component) adalah jumlah maksimum upagraf yang terhubung kuat.

### 9. Upagraf Rentang (Spanning Subgraph)

Upagraf  $G_1 = (V_1, E_1)$  dari  $G = (V, E)$  dikatakan upagraf rentang jika  $V_1 = V$  (yaitu  $G_1$  mengandung semua simpul dari  $G$ ).

### 10. Cut-Set

Cut-set dari graf terhubung  $G$  adalah himpunan sisi yang bila dibuang dari  $G$  menyebabkan  $G$  tidak terhubung. Jadi, cut-set selalu menghasilkan dua buah komponen.

### 11. Graf Berbobot (Weighted Graph)

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot).

## Beberapa Graf Sederhana Khusus

#### a. Graf Lengkap (Complete Graph)

Graf lengkap ialah graf sederhana yang setiap simpulnya mempunyai sisi ke semua simpul lainnya. Graf lengkap dengan  $n$  buah simpul dilambangkan dengan  $K_n$ . Jumlah sisi pada graf lengkap yang terdiri dari  $n$  buah simpul adalah  $n(n-1)/2$ .

#### b. Graf Lingkaran

Graf lingkaran adalah graf sederhana yang setiap

simpulnya berderajat dua. Graf lingkaran dengan  $n$  simpul dilambangkan dengan  $C_n$ .

#### c. Graf Teratur (Regular Graphs)

Graf yang setiap simpulnya mempunyai derajat yang sama disebut graf teratur. Apabila derajat setiap simpul adalah  $r$ , maka graf tersebut disebut sebagai graf teratur derajat  $r$ . Jumlah sisi pada graf teratur adalah  $nr/2$ .

#### d. Graf Bipartite (Bipartite Graph)

Graf  $G$  yang himpunan simpulnya dapat dipisah menjadi dua himpunan bagian  $V_1$  dan  $V_2$ , sedemikian sehingga setiap sisi pada  $G$  menghubungkan sebuah simpul di  $V_1$  ke sebuah simpul di  $V_2$  disebut graf bipartit dan dinyatakan sebagai  $G(V_1, V_2)$ .

## 2.2. Definisi Pembunuhan Berantai

Pembunuhan berantai dapat dikategorikan sebagai pembunuhan massal (mass murder), di mana seseorang dapat dikatakan pembunuh berantai (serial killer) apabila ia melakukan tiga atau lebih pembunuhan dalam kurun waktu tertentu. Pembunuhan dilakukan dalam kasus dan kesempatan yang berbeda-beda, terdapat interval waktu yang signifikan antara satu kasus dengan kasus berikutnya, dan terdapat persamaan yang mencolok pada setiap kasus, seperti metode yang sama atau ciri khas yang sama yang ditinggalkan pada setiap kasus oleh pelaku dengan sengaja, yang membuat investigator menyadari dengan seketika setelah dua atau lebih kasus terjadi. Hal ini yang membedakannya dengan spree killer, yaitu seseorang yang melakukan tiga atau lebih pembunuhan dalam kurun waktu tertentu saja, yang biasanya relatif singkat dan terjadi secara acak.

## 2.3. Penguraian Kasus Pembunuhan Berantai Dalam Bentuk Graf

Tujuan utama penguraian kasus pembunuhan berantai dalam bentuk graf adalah untuk memudahkan investigator mengurutkan kronologi suatu pembunuhan berantai dari sekian banyak kasus pembunuhan yang terjadi dan menentukan siapa bertanggung jawab terhadap kasus apa saja.

Dalam kasus ini, simpul dianggap sebagai kasus dan sisi dianggap sebagai kesamaan yang ada dalam kasus pertama dan kasus kedua yang mencerminkan perjalanan (spree) sang pelaku. Sisi yang melewati simpul diurutkan berdasarkan waktu terjadinya kasus.

Untuk memulai penyelidikan, seluruh kasus pembunuhan yang terdata dalam suatu daerah terlebih dahulu disusun menjadi simpul-simpul graf.

Jika di antara dua pembunuhan yang terjadi dalam selang waktu yang terdefinisi sebagai pembunuhan berantai ditemukan kesamaan, dan terjadi pembunuhan ketiga yang memuat kesamaan dengan kedua pembunuhan sebelumnya, maka dapat dibuat sisi yang menghubungkan pembunuhan pertama dengan kedua, dan kedua dengan ketiga (berdasarkan definisi, dua kasus pembunuhan dengan ciri khas yang sama baru dapat dikatakan pembunuhan berantai jika terjadi kasus ketiga). Graf yang dibentuk akan berupa graf sederhana dan membentuk lintasan Hamilton (bukan sirkuit Hamilton). Jika ada simpul-simpul terpencil dalam kasus-kasus yang muncul belakangan, berarti kasus-kasus yang direpresentasikan oleh simpul-simpul itu merupakan kasus yang berbeda dari pembunuhan berantai yang diinvestigasi.

Seringkali ada kasus pembunuhan, sebagian besar pembunuhan berantai, yang merupakan "kelanjutan" dari suatu pembunuhan berantai terkenal yang terjadi sebelumnya. Pembunuhan ini biasanya mengadopsi metode atau ciri khas yang identik dengan pembunuhan berantai yang sebelumnya, hanya saja dilakukan oleh pelaku yang berbeda. Apabila dijabarkan dalam bentuk graf, kasus ini dan kasus sebelumnya merupakan upagraf dari graf yang menggeneralisasikan seluruh kasus, dan kedua upagraf ini tidak memiliki simpul yang sama.

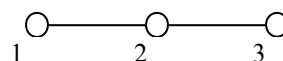
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah aplikasi penguraian kasus pembunuhan berantai dalam bentuk graf. Kasus di bawah diberikan sebagai simulasi, dan bukan kasus betulan.

### 3.1. Graf Pembunuhan Berantai Biasa

Suatu pembunuhan berantai biasa yang paling sederhana adalah pembunuhan yang memakan tiga korban, masing-masing dibunuh dengan metode yang sama dan memiliki ciri khas yang persis sama.

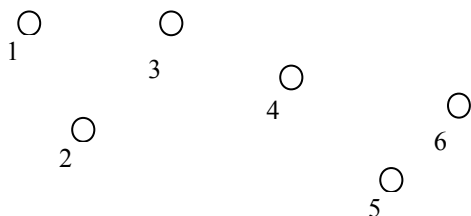
Misalkan, seorang pembunuh membunuh Tuan 1, lalu Tuan 2 dan Tuan 3 dengan selang tertentu pada tiap kasusnya. Apabila kasus ini dijadikan graf, kita akan menemukan:



Perhatikan bahwa graf membentuk suatu graf sederhana dan membentuk lintasan Hamilton, jika simpul-simpul yang tidak ada hubungannya dengan kasus dihilangkan.

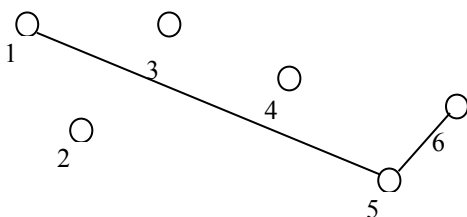
### 3.2. Graf Pembunuhan Berantai Satu Dari Banyak Kasus

Apabila terjadi enam kasus pembunuhan dalam rentang waktu tertentu di suatu daerah, maka dapat dibentuk simpul-simpul yang merepresentasikan setiap kasus seperti:



dengan rincian urutan angka pada simpul berdasarkan urutan terjadinya kasus.

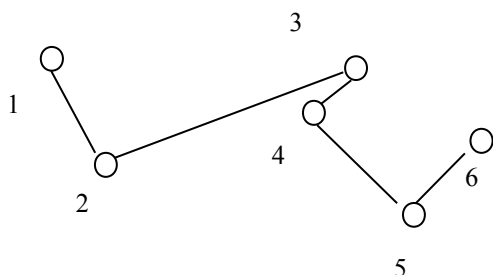
Setelah diadakan investigasi, polisi menemukan keterkaitan antara pembunuhan pertama, kelima, dan keenam. Maka, graf tersebut dapat dibuat sebagai berikut:



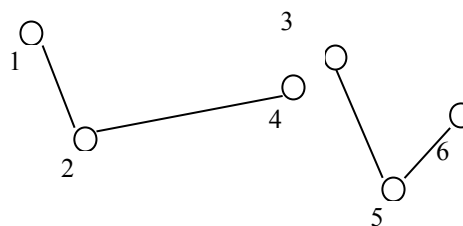
Apabila di kemudian hari ditemukan keterkaitan lebih jauh antara kasus-kasus lainnya terhadap pembunuhan berantai tersebut, sisi graf akan berubah sesuai kebutuhan.

### 3.3. Graf Pembunuhan Berantai “Berlanjut”

Pada kasus terjadinya “kelanjutan” pembunuhan berantai, yaitu pembunuhan berantai dengan ciri dan metode yang identik dengan pembunuhan berantai sebelumnya tapi pelaku yang berbeda, bisa saja investigator melihat seluruhnya sebagai satu kasus yang sama. Misalkan, terjadi enam kasus pembunuhan dengan ciri dan metode yang identik di suatu daerah pada suatu periode tertentu:



Keenam kasus diidentifikasi sebagai satu kasus yang sama, yang tentunya akan sangat memberatkan pelaku kasus pertama, jika ia ditangkap setelah kasus keenam terjadi. Akan tetapi, investigasi lebih lanjut menemukan bahwa pelaku kasus pertama “hanya” melakukan pembunuhan di kasus pertama, kedua, dan keempat, sementara ada seorang pelaku lain yang “mengerjakan” kasus ketiga, kelima, dan keenam, dengan meniru pelaku pertama untuk mengalihkan kecurigaan. Maka, investigator akan bertindak cepat dengan mengganti struktur graf yang ada menjadi:



Perhatikan bahwa kedua graf yang terbentuk merupakan upagraf dari graf yang terbentuk sebelumnya, yang merupakan generalisasi dari kasus tersebut secara keseluruhan.

#### Manfaat dalam Investigasi

Dalam investigasi kasus pembunuhan berantai, seringkali investigator mengalami jalan buntu karena sulitnya mencari titik temu dalam setiap kasusnya. Pembuatan simpul-simpul graf yang mendata seluruh kasus yang terjadi di suatu daerah, dan graf-graf yang terbentuk dari hubungan satu kasus dengan kasus lain dapat membantu investigator menemukan titik temu dalam suatu kasus berantai (dianggap seluruh kasus telah terdata dengan rapi).

## 4. KESIMPULAN

Meskipun hanya menjabarkan kasus pembunuhan dalam bentuk graf, tetapi metode ini bukan metode yang sepele. Meski terlihat dangkal dan tidak melibatkan rumus-rumus sama sekali, hanya melibatkan teorema graf, tetapi metode penjabaran kasus pembunuhan berantai dalam bentuk graf telah memberikan suatu sudut pandang baru bagi para investigator, sudut pandang yang memudahkan mereka melihat suatu rentetan kasus secara keseluruhan, dan membantu mereka dalam mengadakan penyelidikan. Metode yang diadaptasi oleh polisi dan detektif di Amerika dan Eropa ini terbukti sangat membantu dalam memecahkan kasus pembunuhan berantai dan menemukan pelakunya.

## DAFTAR REFERENSI

[1] R. Munir, "Diktat Matematika Diskrit",  
*Departemen Teknik Informatika*, 2007, Bab 8 Graf

[2] [http://en.wikipedia.org/wiki/serial\\_killer](http://en.wikipedia.org/wiki/serial_killer)

[3] [http://en.wikipedia.org/wiki/graph\\_theory](http://en.wikipedia.org/wiki/graph_theory)