

# Penerapan Graf dan Pohon untuk Sistem Manajemen Bencana Alam

Ghazwan Sihamudin Muhammad - 13513045

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

13513045@stei.itb.ac.id

**Abstract**—Banyak sekali masalah yang berkaitan dengan bencana alam. Kehilangan dan kerusakan menjadi salah satunya. Informasi masa lampau dan perkiraan untuk masa depan menjadi salah satu pegangan dalam persiapan mitigasi bencana. Makalah ini membahas tentang penggunaan graf dan pohon dalam pengembangan sistem manajemen bencana alam. Pembahasan pengembangan dimulai dari pemetaan konsep bencana alam dan pemanfaatan data bencana alam.

**Keywords**—disaster management, ontology, information system, data visualization, discrete mathematics application.

## I. PENDAHULUAN

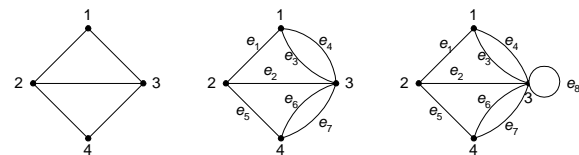
Sistem komputer saat ini sudah menyebar dan meresap ke berbagai lapisan masyarakat. Salah satu tujuan dari teknologi masa kini adalah agar setiap pengguna bisa mendapatkan layanan setiap saat dan di mana saja. Teknologi saat ini sudah mampu untuk mengumpulkan informasi dengan menggunakan alat-alat yang relatif kecil seperti *smart phone* dan *wireless sensor*. Selama beberapa tahun ke belakang, ada cukup banyak penelitian yang fokus dalam pembuatan sebuah sistem informasi untuk manajemen krisis bencana. Dalam sebuah sistem informasi dibutuhkan sebuah alat untuk mendeskripsikan hubungan antar informasi dalam sebuah sistem. Ontologi juga membantu untuk menggambarkan keheterogenan semantik. Tujuan utama digunakannya semantik adalah untuk menghilangkan ataupun mengurangi ketidakjelasan konseptual dan terminologi.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Graf

Salah satu hal yang dibahas dalam matematika diskrit adalah graf. Graf digunakan untuk merepresentasikan hubungan yang ada antara satu objek diskrit dengan objek diskrit lainnya. Graf direpresentasikan dengan menyatakan objek sebagai lingkaran atau titik, dan hubungan antar objek dengan garis. Graf dapat didefinisikan sebagai sebuah pasangan himpunan dari himpunan tidak kosong dari simpul ( $V$  / *Vertex*) dan himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul ( $E$  / *Edge*). Penulisan untuk graf  $G$  dapat disingkat dengan notasi

$$G = (V, E)$$



Gambar 1. Contoh Graf

Berdasarkan ada atau tidaknya gelang atau sisi ganda sebuah graf, maka graf dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu graf sederhana dan graf tak-sederhana. Sebuah graf dikatakan memiliki sisi ganda jika ada satu pasang simpul yang dihubungkan oleh lebih dari satu sisi. Sedangkan graf dikatakan memiliki gelang jika ada sebuah sisi yang menghubungkan sebuah simpul dengan dirinya sendiri (membentuk cincin). Graf sederhana adalah graf yang tidak memiliki gelang maupun sisi ganda. Sedangkan graf tak-sederhana adalah graf yang memiliki sisi ganda ataupun gelang.

Sedangkan berdasarkan ada atau tidaknya arah pada sisi sebuah graf, maka graf dapat dibedakan menjadi graf berarah dan graf tak-berarah. Graf berarah adalah graf yang sisinya memiliki arah, ditunjukkan dengan adanya anak panah pada sisi graf. Misalkan ada dua buah simpul. Kedua simpul tersebut dihubungkan oleh sebuah sisi yang berasal dari simpul pertama menuju simpul kedua. Graf tersebut hanya terhubung dari simpul kesatu ke simpul kedua, tetapi tidak sebaliknya. Dalam graf berarah, sisi biasa disebut juga sebagai busur. Sedangkan graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki arah. Dua buah simpul yang dihubungkan dengan sebuah sisi tetap dapat dikatakan terhubung tanpa memerhatikan arah dari sisinya.

Dalam teori graf terdapat beberapa terminologi dasar sebagai berikut:

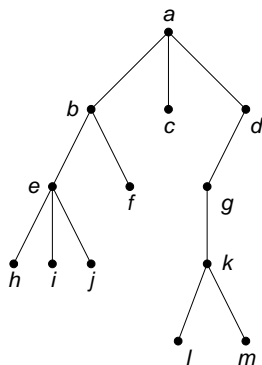
1. Bertetangga atau adjacent  
Dua buah simpul dikatakan bertetangga jika kedua simpul tersebut dihubungkan secara langsung oleh sebuah sisi.
2. Bersisian atau incident  
Untuk sembarang sisi  $e = (v_j, v_k)$ , sisi  $e$  dikatakan bersisian dengan simpul  $v_j$  dan  $v_k$ .
3. Simpul terpencil  
Sebuah simpul dikatakan terpencil jika simpul tersebut tidak memiliki tetangga.
4. Graf Kosong  
Graf kosong atau disebut juga *Null Graph* atau *Empty Graph* merupakan graf yang tidak memiliki sisi (himpunan

sisinya adalah himpunan kosong).

5. Derajat  
Derajat sebuah simpul pada sebuah graf merupakan banyak sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.
6. Lintasan  
Lintasan pada graf adalah kumpulan simpul dan sisi yang berselang seling sehingga membentuk jalur dari simpul ke simpul.
7. Sirkuit  
Sirkuit adalah lintasan yang dimulai dari sebuah simpul dan berakhir di simpul yang sama.
8. Terhubung  
Sebuah graf dikatakan graf terhubung jika setiap kombinasi dua simpul dalam himpunan simpul memiliki lintasan sehingga setiap simpul dapat dicapai dari simpul yang lainnya.
9. Upagraf atau *subgraph*  
Upagraf merupakan himpunan simpul dan sisi yang merupakan himpunan bagian dari sebuah graf. Himpunan simpul pada upagraf tidak boleh kosong sedangkan himpunan sisi boleh kosong, sisi pada upagraf harus merupakan penghubung antara dua simpul pada himpunan simpul upagraf.

## B. Pohon

Pohon adalah graf khusus yang memiliki sifat-sifat seperti tidak berarah dan tidak membentuk sirkuit. Berbeda dengan graf yang bisa berarah, memiliki cincin, dan memiliki bobot, pohon termasuk ke dalam kategori graf sederhana yang tidak memiliki tiga aspek di atas. Aspek tersebut yang membuat pohon memiliki banyak keunggulan, yaitu sangat mudah diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari dengan berbagai kasus yang ada di dalamnya dan juga mudah untuk divisualisasikan.



Gambar 2. Contoh Pohon

Dalam teori pohon terdapat beberapa terminologi dasar sebagai berikut:

1. Akar  
Akar merupakan simpul teratas dari sebuah pohon.
2. Daun  
Daun merupakan simpul yang tidak memiliki percabangan ke bawah (anak).
3. Simpul Dalam adalah semua simpul pada pohon yang bukan merupakan akar dan bukan merupakan daun.
4. Cabang adalah jalur yang menghubungkan akar dengan daun
5. Simpul orang tua atau *parent*.

Simpul  $v_1$  dikatakan *parent* dari  $v_2$  jika  $v_1$  terhubung secara langsung dengan  $v_2$  dan  $v_1$  memiliki aras lebih besar satu daripada  $v_2$

6. Simpul anak atau *Child*  
Simpul  $v_1$  dikatakan anak dari simpul  $v_2$  jika simpul  $v_2$  merupakan *parent* dari simpul  $v_1$ .
7. Simpul bersaudara  
Dua atau lebih simpul dikatakan bersaudara apabila simpul-simpul tersebut memiliki *parent* yang sama.
8. *Ancestor*  
*Ancestor* dari sebuah simpul A merupakan setiap simpul yang merupakan jalur dari simpul A menuju akar (termasuk akar tetapi tidak termasuk simpul A sendiri).
9. Upapohon atau *Subtree*  
Upapohon adalah pohon yang akarnya merupakan salah satu cabang dari sebuah pohon.
10. Derajat atau *Degree*  
Derajat adalah jumlah upapohon atau jumlah anak dari sebuah simpul.
11. Aras atau *Level*  
Aras adalah jumlah sisi yang menghubungkannya dengan akar.
12. Tinggi / Kedalaman atau *Depth*  
Tinggi / kedalaman adalah aras maksimum dari sebuah pohon.

Ada tiga jenis pohon yang berperan penting dalam pembahasan di dalam makalah ini yaitu:

1. Pohon berakar (*rooted tree*)  
Pohon berakar adalah pohon yang satu buah simpulnya diperlakukan sebagai akar dan sisi-sisinya diberi arah sehingga menjadi graf berarah. Namun, sebagai perjanjian tanda panah pada sisi dapat dibuang. Sehingga akar pada pohon akan selalu dimulai dari yang paling atas, dan mempunyai lintasan yang selalu bermula dari atas ke bawah.
2. Pohon n-ary  
Pohon n-ary adalah pohon berakar yang setiap simpul cabangnya mempunyai paling banyak n buah anak. Sebuah pohon n-ary dikatakan teratur atau penuh (*full*) jika setiap simpul cabangnya mempunyai tepat n anak.
3. Pohon keputusan  
Pohon keputusan adalah pemetaan mengenai alternatif pemecahan masalah dari sebuah kasus. Pohon keputusan juga akan menunjukkan faktor-faktor probabilitas yang kemudian akan mempengaruhi alternatif-alternatif keputusan tersebut dan estimasi hasil akhir sebagai akibat dari alternatif-alternatif keputusan yang ada.

## C. Ontologi

Ontologi merupakan sebuah uraian formal yang menjelaskan tentang konsep dalam sebuah domain tertentu, properti dari masing-masing konsep yang menjelaskan fitur dan atribut dari tiap konsep, dan batasan dari konsep. Sebuah ontologi bersama dengan berbagai objek dalam domain dari sebuah konsep membentuk sebuah *knowledge base*. Secara umum ontologi terbentuk oleh 4 hal yaitu konsep, hubungan, objek, dan aksiom.

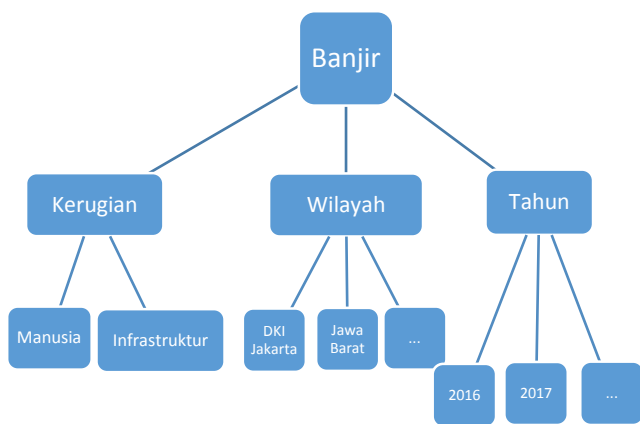


masing-masing menggambarkan informasi dari bencana-bencana yang terjadi dalam setiap bulannya. Sehingga untuk setiap tahunnya, kita mempunyai satu *forest* berisi informasi bencana alam.

Dengan menjadikan lokasi kejadian bencana alam sebagai acuan dalam pembangunan sebuah diagram, kita bisa dapatkan peta bencana untuk seluruh wilayah. Dimana setiap wilayah digambarkan dengan warna bencana dominan pada wilayah tersebut.

Waktu bencana terjadi, lokasi bencana, dan dampak dari bencana, bisa kita hubungkan dengan jenis bencana alam. Dengan memiliki kecenderungan data bencana alam, bisa kita dapatkan sebuah perkiraan untuk langkah mitigasi sebelum, dalam, dan sesudah bencana.

Sebagai contoh, kita akan bangun sebuah pohon klasifikasi dengan bencana alam sebagai akarnya. Misal kita akan membuat kategori bencana berdasarkan wilayah, tahun, dan kerugian. Maka ketiga kategori tersebut dijadikan anak dari akar pohon.



Gambar 4. Pohon klasifikasi untuk bencana banjir

Gambar diatas menggambarkan

## 2. Sistem Prediksi Bencana

Setelah kita mendapatkan kecenderungan dari data, kita bisa membangun sebuah model prediksi untuk setiap bencana alam. Model prediksi bisa dibangun dengan menerapkan *machine learning* menggunakan data bencana alam yang sudah dimiliki sebagai dataset masukan.

## 3. Sistem Peringatan Awas Bencana

Sistem Peringatan merupakan sebuah sistem yang memberikan peringatan terhadap satu hal sebelum, saat, atau setelah hal itu terjadi. Peringatan bisa diberikan dalam berbagai bentuk. Bisa berupa suara, gambar, warna, dan tulisan.

Dengan adanya sistem prediksi bencana alam, bisa dibangun sebuah sistem yang berfungsi untuk memberikan himbauan pada masyarakat terkait bencana-bencana alam yang sifatnya rutin.

## 4. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan adalah sebuah sistem yang bertujuan untuk membantu pengambil keputusan

mendapatkan informasi dari data mentah, dokumen, atau model data untuk mengidentifikasi masalah dan mengambil keputusan. Informasi didapatkan dengan melakukan analisis dan menawarkan / membuat strategi.

Dengan adanya model untuk memprediksi bencana dengan data sesuai dengan peta konsep gambar 2, bisa dibangun sebuah sistem pendukung keputusan. Keluaran dari sistem tersebut dapat berupa sebuah pohon keputusan. Kedalaman dari pohon bisa disesuaikan dengan seberapa jauh dampak yang ingin dilihat.

Pohon yang dibangun mirip dengan yang dijelaskan pada poin (1), yaitu sebagai gambaran dari sebuah bencana. Dari gambaran inilah kemudian bisa ditentukan berbagai keputusan ataupun kebijakan yang akan dibuat. Contoh keputusan atau kebijakan yang bisa dibuat berdasarkan gambaran tersebut adalah Pengadaan Pembangunan dan Pengembangan Daerah untuk Mitigasi Bencana, Pembuatan Draft Bantuan Bencana, dll.

## C. Pengembangan Data Bencana Alam

Pemodelan data bencana alam ini merupakan pemodelan sederhana, dimana data yang digunakan hanya memenuhi aspek 3W + 1H (*What, When, Where, How*). Konsep peta bencana alam pada gambar 3 masih bisa dikembangkan dengan menambahkan satu kelas data baru, yaitu data *Why*. Dengan penambahan data *Why*, maka aspek 4W + 1H akan lengkap dan lebih banyak lagi informasi yang bisa didapatkan.

Data *Why* merupakan data-data yang menjelaskan mengapa satu bencana terjadi. Faktor-faktor yang menjadi sebab atau memiliki peran dalam terjadinya bencana dilibatkan. Alasan data *Why* tidak dimasukkan ke dalam peta konsep bencana alam pada gambar 3 adalah karena data *Why* ini sangat kompleks. Untuk satu bencana saja, akan ada banyak faktor yang mempengaruhinya. Dan dengan ditamhkannya faktor-faktor ini, maka akan bertambah juga hubungan-hubungan yang ada. Faktor terbesar yang sulit untuk diukur adalah faktor manusia.

Dapat dilihat dengan jelas bahwa manusia memiliki peran yang cukup besar dengan terjadinya bencana-bencana yang terjadi, walaupun tidak semua. Salah satu contoh sederhana akan keikutsertaan peran manusia dalam bencana adalah bencana banjir. Faktor manusia pada bencana banjir bisa jadi berupa penyumbatan saluran oleh sampah, penebangan hutan sebagai resapan air, perencanaan pembangunan yang kurang, dan masih banyak lagi. Faktor-faktor yang disebutkan tersebut bisa digolongkan ke dalam faktor yang kompleks. Itu baru beberapa faktor untuk bencana banjir. Masih ada faktor-faktor kompleks lain yang memiliki peran dalam bencana.

Pengembangan lainnya adalah pembangunan ontologi untuk setiap bencana yang ada. Dengan dibuatnya ontologi untuk tiap-tiap bencana, informasi yang bisa kita dapatkan semakin banyak. Untuk sistem-sistem yang diajukan pada poin sebelumnya, akurasi dari sistem akan semakin akurat.

Kelas Ukuran dalam data *How* masih berupa gambaran secara umum. Untuk pengembangan lebih lanjut peta konsep bencana alam, kelas Ukuran bisa dirancang ulang. Bisa

dirancang dengan menggambarkan ukuran sesuai dengan bencana terkait. Sehingga kelas Ukuran diturunkan menjadi kelas-kelas bencana baru kemudian dibuat *instance* ukuran untuk tiap bencana. Alasan mengapa dalam konsep peta bencana alam pada gambar 2 langsung menurunkan Kelas Ukuran kepada ukuran secara umum adalah karena tidak semua bencana alam memiliki standar khusus sebagai alat ukur bencana.

#### IV. KESIMPULAN

Teori graf dan pohon dapat digunakan untuk memodelkan berbagai sistem untuk mengembangkan sebuah sistem manajemen bencana alam. Penggunaan graf dan pohon juga berguna dalam perancangan awal untuk memodelkan masalah yang akan dibahas. Dalam konteks tulisan ini, pemodelan tersebut merupakan pemodelan peta konsep bencana alam yang kemudian akan digunakan untuk memodelkan *pengetahuan* terkait bencana alam.

Bagi pembuat sistem sudah terlihat dengan jelas bahwa menggunakan pemodelan graf dan pohon akan membantu menggambarkan sistem secara restruktur dan mudah dianalisa. Bagi pengguna sistem, penggunaan pemodelan graf dan pohon akan membuat mereka dapat memahami, menelusuri dan memanfaatkan semua fitur yang ditawarkan oleh sistem.

Beberapa hal yang bisa dimodelkan dengan graf dan pohon dalam sistem manajemen bencana alam adalah ontologi bencana alam, kecenderungan data bencana alam, statistik data bencana alam, hubungan antara data bencana alam, model prediksi, *decision tree*, dan visualisasi data bencana alam.

Dalam penulisan tulisan ini, masih banyak sekali kekurangan. Utamanya dalam pemodelan setiap bencana yang ada. Karena pemodelan untuk bencana alam hanya berhenti pada jenis bencananya saja, tidak ada data tentang faktor penyebab bencana terjadi. Data yang dibahas pada tulisan ini hanya berupa jenis bencana alam, dampak bencana alam, waktu terjadinya bencana alam, dan lokasi terjadinya bencana alam.

Bentuk ontologi dan sistem-sistem yang ditawarkan oleh penulis dalam tulisan ini juga bisa dijadikan sebagai langkah selanjutnya dalam pembangunan sebuah sistem manajemen bencana alam.

#### VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Semesta Alam, Allah SWT atas segala nikmat dan kesempatan yang telah diberikan dalam penyusunan tulisan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih untuk keluarga dan sahabat tercinta yang selalu memberikan semangat untuk meraih mimpi dan cita-cita. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada dosen Matematika Diskrit, Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T., Ibu Dra. Harlili, M.Sc., dan Bapak Drs. Judhi Santosom M.Sc., yang telah memberikan banyak sekali ilmu.

#### REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. *Matematika Diskrit*. Informatika Bandung, 2010.
- [2] Cerutti, Valencia. *Filtering the crowd: EDIT A New Methodology for the Treatment of Non-authoritative Data in the Reconstruction of Risk and Damage Scenarios*. 2013
- [3] Tamma, V. & Bench-Capon, T. *An Ontology Model to Facilitate Knowledge-Sharing in Multi-agent Systems. The Knowledge Engineering Review*. 2002

- [4] Rainer, R. Kelly and Cegielski, Casey G.. *Introduction to Information Systems, 5th Edition*. Wiley Publishing. 2009
- [5] <https://oguds.wordpress.com/2008/04/01/ontologi-dalam-sistem-informasi/>. Diakses pada 1 Desember 2017

#### PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 3 Desember 2017



Ghazwan Sihamudin Muhammad  
13513045