

# Pengefisienan Penyaluran Bantuan Gempa Jalur Darat di Kota Bukittinggi dengan Penerapan Algoritma Prim untuk Memetakan Jalur Antar Puskesmas dan Rumah Sakit

Robby Syaifullah - 13515013  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13515013@std.stei.itb.ac.id

## Abstrak

Dalam problema praktis, efisiensi merupakan factor penting yang dapat meminimalisasi pengorbanan yang dibutuhkan untuk hasil yang maksimal. Dalam makalah ini, penulis bermaksud untuk memetakan jalur antara pos kesehatan yang ada di Kota Bukittinggi, sehingga para relawan dan petugas kesehatan dapat mengefisieni pengorbanan waktu yang dibutuhkan untuk penyelamatan dan penyaluran bantuan ketika terjadi bencana alam.

**Kata kunci :** graf, algoritma prim, jalur.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk dalam kawasan *Ring Of Fire* atau Cincin Api Pasifik, yaitu kawasan yang sering mengalami gempa tektonik dan vulkanik serta akibat setelahnya, seperti tsunami dan letusan gunung. Hal ini diperparah dengan posisi Indonesia yang terletak antara 3 lempengan bumi, yakni lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Yang dapat mengakibatkan gempa tektonik ketika terjadi tumbukan, pergeseran antar lempeng, atau lempeng tersebut patah<sup>[1]</sup>. Sehingga mayoritas daerah di Indonesia berpotensi mengalami kerusakan ketika terjadi bencana alam di atas, termasuk Kota Bukittinggi.

Penulis memilih Kota Bukittinggi karena kota ini adalah salah satu kota terpadat di Sumatera Barat, daerah asal penulis, hal ini disebabkan oleh Kota Bukittinggi merupakan destinasi wisata sehingga banyak wisatawan yang berkunjung ke kota ini. Selain itu, banyak penduduk dari daerah sekitar Kota Bukittinggi yang setiap harinya bekerja di Kota Bukittinggi karena animo masyarakat bahwa peruntungan ekonomi di kota ini lebih menjanjikan serta Bukittinggi merupakan pusat perekonomian terbesar kedua di provinsi Sumatera Barat setelah Kota Padang.

Dengan padatnya populasi manusia di Kota Bukittinggi, akan sangat sulit untuk menyalurkan bantuan medis dan

pangan apabila terjadi bencana alam seperti gempa vulkanik, gempa tektonik, atau gempa apabila Goa Jepang runtuh,-goa yang berada di bawah permukaan tanah di Kota Bukittinggi.

Tanggal	Pusat Wilayah	Magnitude
07-12-2016	Mentawai	4.6 SR
21-10-2016	Mentawai	4.5 SR
27-09-2016	Bukittinggi	4.0 SR <sup>[2]</sup>
10-07-2016	Bukittinggi	5.1 SR
21-06-2016	Mentawai	5.3 SR

Tabel 1.1 Gempa yang terjadi semenjak bulan Juni 2016 yang terjadi di Kota Bukittinggi dan sekitarnya.

Sumber : <http://earthquaketrack.com/id-24-padang/recent>, diakses pada 8 Desember 2016 pukul 21.15. Telah diolah penulis menjadi dalam bentuk tabel.

Berdasarkan tabel di atas, terbukti bahwa Kota Bukittinggi merupakan daerah yang rawan gempa. Dan masyarakat Bukittinggi dan kabupaten/kota sekitarnya akan berobat ke Kota Bukittinggi apabila terjadi gempa bumi mengingat kelengkapan fasilitas medis di Kota Bukittinggi.

Oleh karena itu, penulis akan membuat jalur penyaluran bantuan gempa melalui jalur darat yang menghubungkan setiap pos kesehatan yang ada di Kota Bukittinggi dengan menerapkan Algoritma Prim, sehingga setiap pos kesehatan dapat menerima bantuan medis dan kebutuhan pokok dengan waktu dan jarak yang lebih efisien.

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Graf

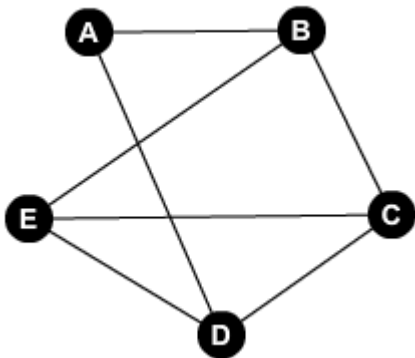
#### 2.1.1 Definisi Graf

Graf  $G$  dapat dibentuk apabila ada pasangan himpunan  $(V,E)$  dengan notasi  $G = (V,E)$ <sup>[4]</sup>, dengan  $V$  adalah himpunan dari simpul (*vertices*), dan  $E$  adalah himpunan dari sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan dua buah simpul. Himpunan  $V$  tidak boleh kosong

sedangkan E boleh kosong, artinya syarat minimum graf adalah memiliki 1 buah simpul. Pada makalah ini, penulis menetapkan simpul sebagai pos kesehatan di Kota Bukittinggi, dan sisi sebagai jalur yang menghubungkan antara dua pos kesehatan.

Jika  $e$  adalah sisi yang menghubungkan  $v$  dan  $w$ , notasinya adalah  $e = vw$ . Dan notasi tersebut ekuivalen dengan pernyataan berikut :

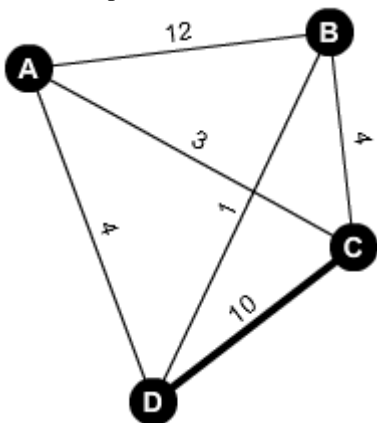
- $v$  dan  $w$  bertetangga (adjacent) di  $G$
- sisi  $e$  menggabungkan (joining) simpul  $v$  dan  $w$  di  $G$
- $v$  dan  $w$  adalah simpul dengan posisi di kedua ujung sisi  $e$
- $v$  dan  $w$  bersisian dengan sisi  $e$ <sup>[5]</sup>



Gambar 2.1 contoh graf dengan 5 simpul dan 7 sisi  
Sumber : Penulis

### 2.1.2 Graf Berbobot

Graf berbobot adalah salah satu jenis graf, yaitu graf yang setiap sisinya memiliki nilai (bobot), biasanya dinotasikan dengan  $w_{ij}$  yang berarti sisi  $ij$  memiliki bobot sebesar  $w$ <sup>[6]</sup>, bobot dapat menyatakan relasi antara dua simpul, seperti jarak, waktu, atau biaya produksi. Pada makalah ini, penulis menetapkan bobot graf adalah jarak antara dua pos kesehatan dalam satuan kilometer (Km).



Gambar 2.2 contoh graf berbobot  
Sumber : Penulis

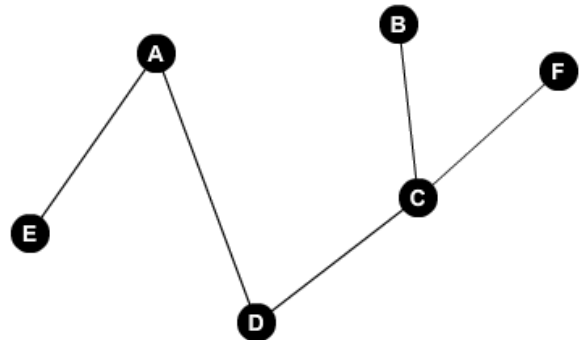
## 2.2 Pohon

### 2.2.1 Definisi Pohon

Pohon merupakan graf biasa yang tidak memiliki sirkuit<sup>[7]</sup>.

### 2.2.2 Pohon Merentang (Spanning Tree)

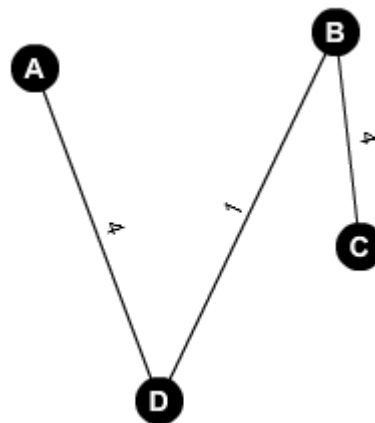
Pohon merentang  $T$  adalah upagraf (subgraph) dari pohon biasa yang memiliki semua simpul Graf  $G$ .



Gambar 2.3 contoh pohon sekaligus pohon merentang  
Sumber : Penulis

### 2.2.3 Pohon Merentang Minimum

Pohon merentang minimum  $T$  adalah pohon merentang dengan jumlah bobot pada sisinya minimum.



Gambar 2.4 Pohon merentang minimum dari graf pada gambar 2.2 dengan total bobot 9.  
Sumber : Penulis.

## 2.3 Algoritma Prim

Algoritma Prim adalah algoritma yang membuat pohon merentang minimum dengan 3 langkah<sup>[7]</sup>, yaitu :

- Bentuk sisi dari graf  $G$  yang berbobot minimum, masukkan sisi ke dalam pohon  $T$ , anggap nama sisinya  $uv$
- Pilih sisi selanjutnya yang bersisian dengan  $(u,v)$  dengan bobot minimum, tetapi tidak membentuk sirkuit di  $T$ , beri nama sisi ini  $tu$  atau  $vw$ , masukkan sisi tersebut ke dalam pohon  $T$ .
- Ulangi langkah (2) sebanyak  $n-2$  kali.

### III. JALUR BANTUAN GEMPA ANTAR POS KESEHATAN DI KOTA BUKITTINGGI

#### 3.1 Peta Kota Bukittinggi



Gambar 3.1. Peta Kota Bukittinggi dengan bintang bernomor merupakan persebaran Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) dan Rumah Sakit (RS) yang ada di Kota Bukittinggi.

Sumber : maps.google.com dan tambahan nomor dari penulis. Diakses 9 Desember 2016 pukul 09.00

Berikut adalah daftar Puskesmas dan RS yang ada di Kota Bukittinggi

No	Nama Institusi Kesehatan
1	Puskesmas Gulai Bancah (A)
2	R.S. Achmad Mochtar (B)
3	Puskesmas Mandiangin (C)
4	Puskesmas TigoBaleh (D)
5	Puskesmas Nilam Sari (E)
6	R.S. Angkatan Darat (F)
7	Puskesmas Perkotaan Rasimah Ahmad (G)
8	R.S. Islam Ibnu Sina (H)
9	R.S. Umum Madina (I)
10	R.S. Stroke Nasional (J)
11	R.S. Tumor (K)

Tabel 3.1. Legenda dari peta gambar 3.1

Sumber : <http://asgar.or.id/health/layanan-kesehatan/daftar-puskesmas/daftar-puskesmas-di-kota-bukittinggi-provinsi-sumatera-barat> dan <http://asgar.or.id/health/layanan-kesehatan/daftar-rumah-sakit/daftar-rumah-sakit-di-kota-bukittinggi-provinsi-sumatera-barat>

Diakses pada 9 Desember 2016 pukul 09.00

#### 3.2 Analisis Permasalahan

Apabila terjadi bencana alam yakni gempa Bumi di Kota Bukittinggi, Puskesmas dan RS akan menjadi tempat pelarian pertama untuk para korban gempa, karena itu akan dibutuhkan stok medis dan bahan kebutuhan pokok pada setiap pos kesehatan. Karena itu, dibutuhkan jalur yang efisien, yakni jalur yang bisa menghubungkan setiap pos kesehatan dengan jarak seminimum mungkin.

```

procedure Prim(input G : graf, output T : pohon)
{ Membentuk pohon merentang minimum T dari graf terhubung-berbobot G.
Masukan: graf-berbobot terhubung G = (V, E), dengan |V|= n
Keluaran: pohon merentang minimum T = (V, E')
}
Deklarasi
i, p, q, u, v : integer
Algoritma
Cari sisi (p,q) dari E yang berbobot terkecil
T ← {(p,q)}
for i ← 1 to n-2 do
  Pilih sisi (u,v) dari E yang bobotnya terkecil namun
  bersisian dengan simpul di T
  T ← T ∪ {(u,v)}
endfor

```

Gambar 2.3 Notasi Algoritmik dari Algoritma Prim  
Sumber : Munir, Rinaldi. “Materi Kuliah IF 2120 Matdis –Pohon”,

[http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20\(2013\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20(2013).ppt), diakses pada 8 Desember pukul 21.30, dengan perubahan ukuran

Langkah	Sisi	Bobot	Pohon rentang
1	(1,2)	10	
2	(2,6)	25	
3	(3,6)	15	
4	(4,6)	20	
5	(3,5)	35	

Tabel 2.1 Contoh eksekusi Algoritma Prim

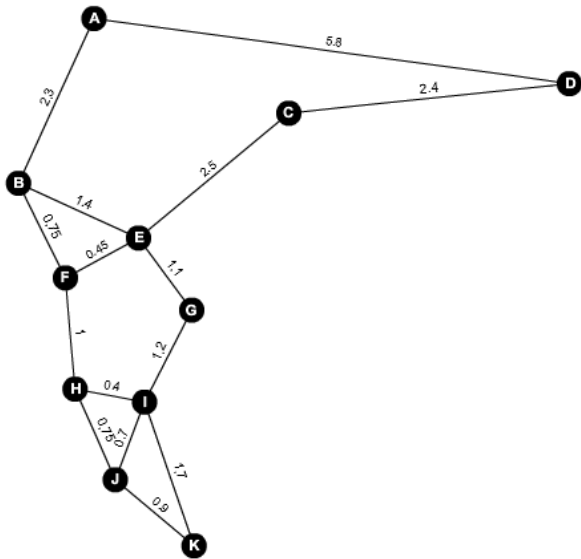
Sumber : Munir, Rinaldi. “Materi Kuliah IF 2120 Matdis –Pohon”,

[http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20\(2013\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20(2013).ppt), diakses pada 8 Desember pukul 21.30, dengan perubahan ukuran.

Pada Algoritma Prim, apabila ada dua sisi/lebih yang berbobot sama, dapat terbentuk lebih dari 1 pohon Prim yang tidak unik meskipun berbobot sama.<sup>[7]</sup>

#### IV. PENERAPAN ALGORITMA PRIM

Berikut adalah graf yang menggambarkan jalur bantuan gempa, dengan simpul A,B sampai K adalah pos kesehatan yang ada dan sisi-sisinya adalah jalur yang bisa



dilewati oleh relawan.

gambar 4.1. graf berbobot berdasarkan peta pada gambar 3.1

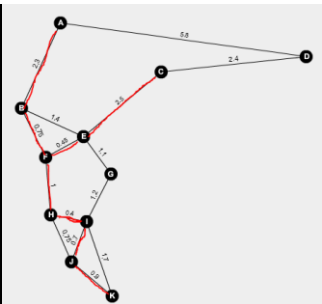
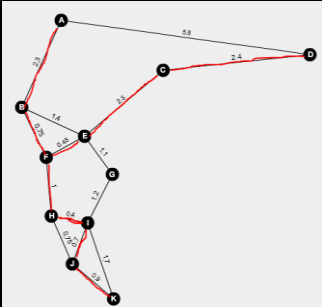
Sumber : Olahan penulis

Penulis menggambarkan graf dengan mengasumsikan bahwa jarak yang tertera pada *Google Map* tidak jauh berbeda dengan realitanya, dan jarak antar simpul dalam kilometer.

Setelah itu, diterapkan Algoritma Prim pada graf berbobot tersebut. Didapatkan hasil seperti pada tabel berikut

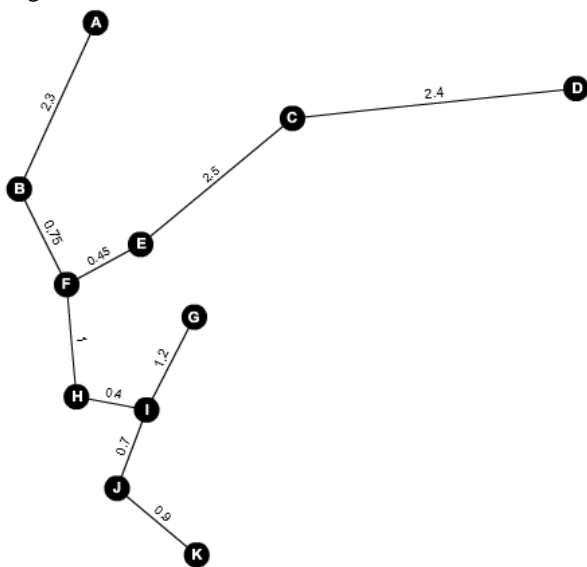
Langkah	Sisi	Bobot (Km)	Graf
1	(H,J)	0.4	
2	(I,J)	0.7	

3	(J,K)	0.9	
4	(F,H)	1.0	
5	(E,F)	0.45	
6	(B,F)	0.75	
7	(E,G)	1.2	
7	(A,B)	2.3	

8	(C,E)	2.5	
9	(C,D)	2.4	

Tabel 4.2 Solusi Penerapan Algoritma Prim  
Sumber : Penulis

Dari solusi di atas, didapatkan pohon merintang minimum sebagai berikut



Gambar 4.2 Pohon Merintang Minimum  
Sumber : Penulis

Pohon Merintang Minimum pada gambar 4.2 merupakan jalur yang paling efisien dalam menghubungkan setiap pos kesehatan yang ada di Kota Bukittinggi, dengan total jarak keseluruhannya dijabarkan sebagai berikut.

$$\text{Total Jarak} = 0.4 + 0.7 + 0.9 + 1 + 0.45 + 0.75 + 1.2 + 2.3 + 2.5 + 2.4 = 12.6 \text{ kilometer}$$

Jadi, total jarak jalur minimum untuk bantuan gempa adalah 12.6 kilometer.

## V. KESIMPULAN

Teori Graf dan Pohon dapat diaplikasikan untuk menemukan solusi dari permasalahan kehidupan, pada kasus ini adalah jalur terpendek untuk penyaluran bantuan gempa di Kota Bukittinggi sebagai penanggulangan apabila terjadi bencana alam.

Terdapat kendala pada menentukan jarak realistis antara dua simpul (pos kesehatan) dalam dunia nyata dengan yang di graf, sehingga penulis mengasumsikan bahwa perhitungan yang ada di *Google Maps* mendekati jarak sebenarnya. Dari makalah ini, penulis dapat menyimpulkan bahwa Algoritma Prim dapat memberikan solusi untuk menentukan jalur terpendek dalam penyaluran bantuan gempa ke pos-pos kesehatan.

## VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah, Tuhan Yang Maha Kuasa, yang memberikan penulis kesempatan untuk menyelesaikan makalah ini. Selanjutnya kepada keluarga penulis, khususnya orangtua, yang telah memberikan motivasi dan inspirasi sehingga penulis mendapatkan ide ini sebagai tugas makalah penulis. Penulis juga berterima kasih kepada Ibu Dr. Harlili yang telah membimbing penulis selama satu semester ini untuk mata kuliah Matematika Diskrit. Dan terakhir, teman-teman Jurusan Informatika tahun angkatan 2015 yang telah memberikan informasi-informasi terkait dengan pembuatan makalah ini.

## VII. DAFTAR REFERENSI

- [1] <http://www.plimbi.com/article/160501/mengapa-gempa-sering-terjadi-di-indonesia>, diakses pada 8 Desember 2016 pukul 21.15
- [2] <http://news.okezone.com/read/2016/09/27/340/1499643/gempa-guncang-bukittinggi-warga-panik-berhamburan>, Diakses pada 8 Desember 2016 pukul 21.15
- [3] <http://earthquaketrack.com/id-24-padang/recent>, diakses pada 8 Desember 2016 pukul 21.15.
- [4] Harju, Tero., "Lecture Notes on Graph Theory", [cs.bme.hu/fcs/graphtheory.pdf](http://cs.bme.hu/fcs/graphtheory.pdf), diakses pada 8 Desember 2016 pukul 21.30
- [5] Munir, Rinaldi. "Materi Kuliah IF 2120 Matdis –Graf(2015)", [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2015-2016/Graf%20\(2015\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2015-2016/Graf%20(2015).ppt), diakses pada 8 Desember pukul 21.30, dengan pengubahan ukuran C. J. Kaufman, Rocky Mountain Research Lab., Boulder, CO, private communication, May 1995.
- [6] L. Rifpanna, [eprints.uny.ac.id/28787/2/c.BAB%20II.pdf](http://eprints.uny.ac.id/28787/2/c.BAB%20II.pdf), diakses pada 8 Desember pukul 21.30
- [7] Munir, Rinaldi. "Materi Kuliah IF 2120 Matdis –Pohon", [http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20\(2013\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2013-2014/Pohon%20(2013).ppt), diakses pada 8 Desember pukul 21.30

## 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, 9 Desember 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Robby Syaifullah', written over a horizontal line.

Robby Syaifullah - 16515400