

# Penerapan Teori Graf Dalam Permodelan Arena Kontes Robot Pemadam Api Indonesia 2014

Wisnu/13513029

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

13513029@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak-Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) adalah salah satu kontes robot yang paling bergengsi di kalangan akademisi. Pada kontes ini, robot peserta dituntut untuk memadamkan api dalam suatu arena yang mensimulasikan sebuah rumah. Robot harus mampu mengenali denah rumah dan mencari, kemudian memadamkan api. Dalam tulisan ini, penulis akan membahas permodelan arena KRPAI tahun 2014 dengan teori graf.**

## I. PENDAHULUAN

Kontes Robot Pemadam Api Indonesia adalah lomba robot tingkat nasional dimana para robot peserta berlomba untuk memadamkan api. Pada Kontes Robot Pemadam Api Indonesia Tahun 2014 robot peserta akan diletakkan pada suatu arena yang menyerupai rumah dengan 4 kamar. Robot peserta diharuskan bergerak secara mandiri tanpa bantuan operator. Robot akan diletakkan pada posisi *start* dan akan mulai mencari kemudian memadamkan api. Setelah api berhasil dipadamkan robot harus kembali ke posisi *start*. Dengan adanya aturan tersebut, maka agar dapat menang, robot harus mampu menyimpan arena yang berbentuk denah rumah serta melakukan navigasi berdasarkan denah tersebut.

Salah satu cara untuk menyimpan denah rumah adalah dengan memodelkan denah tersebut sebagai suatu graf.

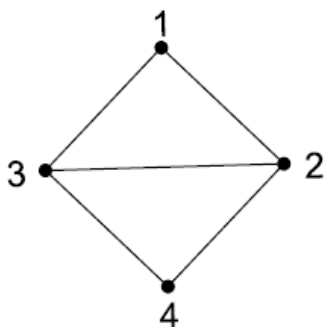
## II. LANDASAN TEORI

### Teori Graf

Graf adalah himpunan suatu data atau benda yang saling berhubungan. Benda, data atau objek dalam suatu graf digambarkan sebagai simpul (*vertex*). Sedangkan hubungan antara simpul disebut busur atau sisi (*edge*).

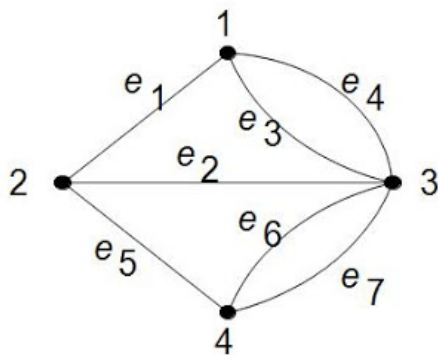
Secara matematis sebuah graf dapat ditulis sebagai berikut  $G = (V, E)$ , dengan  $V$  adalah himpunan tidak kosong dari simpul (*vertices*) =  $\{ V_1, V_2, \dots, V_n \}$  dan  $E$  adalah himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan dua simpul tertentu =  $\{ e_1, e_2, \dots, e_n \}$ .

Terdapat beberapa jenis graf, tetapi terbagi atas dua bagian besar berdasarkan ada tidaknya sisi ganda atau sisi gelang, yaitu graf sederhana (tidak mengandung sisi ganda dan sisi gelang) dan graf tak sederhana (memiliki sisi ganda atau sisi gelang). Sisi ganda adalah adanya lebih dari satu sisi yang menghubungkan dua simpul, dan sisi gelang adalah sebuah sisi yang terhubung pada satu simpul (disebut cincin karena biasanya berbentuk cincin). Pada permodelan denah rumah, graf yang digunakan adalah graf sederhana.



**Gambar 1: Graf sederhana**

([darkrabbitblog.blogspot.com](http://darkrabbitblog.blogspot.com))



**Gambar 2 : Graf tak sederhana**  
[dhaahilda.blogspot.com](http://dhaahilda.blogspot.com)

Sedangkan berdasarkan orientasinya graf terdiri atas 2 yaitu graf berarah dan graf dan graf tidak berarah. Graf berarah adalah graf yang sisi-sisinya berupa “jalan satu arah”. Pada permodelan denah rumah, graf yang digunakan adalah graf tidak berarah.

Beberapa terminologi graf antara lain :

1. Bersisian (*Incidency*)

Untuk sembarang sisi  $e = (V_i, V_j)$  dikatakan bersisian dengan simpul  $V_i$ , atau  $e$  bersisian dengan simpul  $V_k$ . Pada graf dalam Gambar 2, sisi  $e_1$  bersisian dengan simpul 1 dan simpul 2, sisi  $e_2$  bersisian dengan simpul 2 dan simpul 3, tapi tidak bersisian dengan simpul 4.

2. Ketetanggaan (*adjacent*)

Dua buah simpul pada graf dikatakan bertetangga apabila keduanya terhubung langsung oleh sebuah sisi. Pada graf dalam Gambar 2, simpul 1 bertetangga dengan simpul 2 dan 3, namun tidak bertetangga dengan simpul 4.

3. Derajat (*Degree*)

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Notasi :  $d(v)$ . Pada graf dalam Gambar 2, dapat dilihat bahwa

$$d(1) = 3,$$

$$d(2) = 3,$$

$$d(3) = 5,$$

$$d(4) = 3.$$

4. Graf berbobot (*weighted graph*)

Graf berbobot adalah graf yang sisinya mempunyai nilai, yaitu panjang sisi. Pada permodelan denah rumah, panjang sisi akan melambangkan jarak tempuhnya.

5. Lintasan (*Path*)

Lintasan (path) 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  $V_0, e_1, V_1, e_2, V_2, \dots, V_{n-1}, e_n, V_n$  sehingga  $e_1 (V_0, V_1)$ ,  $e_n (V_{n-1}, V_n)$  adalah sisi-sisi dari graf  $G$ . Panjang lintasan adalah jumlah sisi atau jumlah bobot sisi dalam lintasan tersebut.

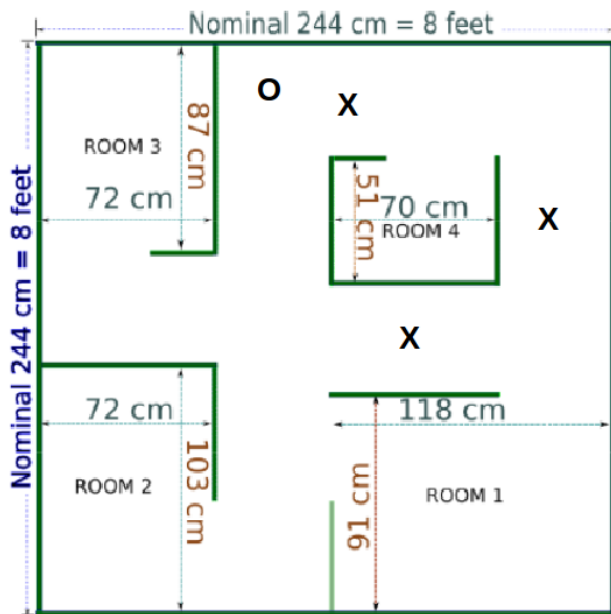
5. Sirkuit/siklus (cycle)

Sirkuit/sikus (cycle) merupakan lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama. Panjang sirkuit adalah jumlah sisi atau jumlah bobot sisi dalam sirkuit tersebut.

6. Terhubung (Connected)

Dua buah simpul  $V_1$  dan  $V_2$  disebut terhubung jika terdapat lintasan di antara kedua simpul tersebut. Graf  $G$  disebut terhubung jika tiap simpul mempunyai pasangan yang terhubung oleh satu atau lebih sisi. Jika ada simpul yang terpisah dan tidak terhubung, maka graf itu disebut graf tak terhubung.

## B. Arena Kontes Robot Pemadam Api Indonesia Tahun 2014



Gambar 3. Arena KRP AI tahun 2014  
(Panduan Aturan Divisi Beroda dan Berkaki KRP AI 2014)

Pada Kontes Robot Pemadam Api Indonesia tahun 2014 arena yang digunakan berbentuk rumah dengan 4 kamar. Robot akan mulai pada posisi start (O) dengan orientasi menghadap ke arah selatan (pada gambar 3, ke bawah). Api (lilin) terdapat di salah satu kamar. Pada lorong, akan ada rintangan berupa boneka yang tidak boleh ditabrak. Ukuran boneka akan menutupu 70-80% lebar lorong sehingga robot tidak dapat melewati boneka dan harus mencari jalan lain. Pada suatu arena hanya akan terdapat 1 boneka. terdapat 3 kemungkinan letak boneka (X). Jika pada salah satu (X) sudah terdapat boneka, maka dijamin pada (X) yang lain tidak akan terdapat boneka. Peletakan boneka akan diundi pada setiap awal ronde.

### III. PERMODELAN ARENA KRP AI 2014 DENGAN GRAF

#### A. Struktur Graf

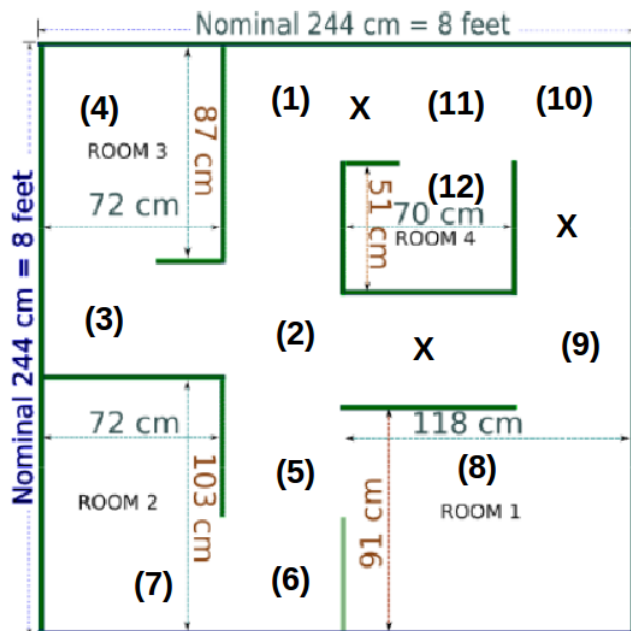
Struktur graf yang digunakan untuk memodelkan arena terdiri atas titik-titik signifikan sebagai simpul dan lorong sebagai sisi yang menghubungkan dua titik signifikan. Saat melakukan pemadaman api, robot akan berjalan dari suatu simpul ke simpul lainnya melalui suatu sisi.

Titik signifikan adalah titik yang dianggap unik dan penting seperti persimpangan atau tikungan. Titik signifikan harus dapat dibedakan dari titik signifikan yang lain (*distinctive*). Untuk membedakan titik signifikan, robot dilengkapi dengan sensor jarak pada sisi utara, timur, selatan, dan barat. sensor jarak ini memiliki tingkat akurasi hingga 2 cm. Dengan menggunakan sensor jarak ini, setiap titik signifikan dapat dikarakterisasi dengan melihat hasil bacaan masing-masing sensor saat robot berada di titik-titik tersebut. Dengan menggunakan hasil karakterisasi titik tersebut, ketika robot sampai di suatu simpul, robot dapat mengetahui nomer simpul tersebut.

Pada permodelan ini, terdapat sisi khusus. Sisi khusus ini adalah sisi-sisi yang menghubungkan dua buah simpul yang diantaranya mungkin terdapat boneka. Pada graf permodelan arena, terdapat 3 sisi seperti ini. ketiga sisi ini juga memiliki keterkaitan, yaitu jika pada salah satu sisi telah dipastikan terdapat boneka, maka pada kedua sisi yang lain juga dapat dipastikan tidak terdapat boneka. Hal ini mengharuskan robot memiliki kemampuan analisis. Pada graf permodelan arena ini, ketiga sisi ini dianggap sebagai sisi biasa dengan keadaan awal terhubung. Namun jika pada saat robot hendak melewati sisi tersebut dan ternyata dideteksi terdapat boneka, maka secara otomatis sisi tersebut akan dihilangkan dari graf.

## B. Simpul

Jumlah simpul ditentukan dari hasil proses karakterisasi titik signifikan. Setelah berhasil dikarakterisasi, dapat ditentukan bahwa graf permodelan arena memiliki 12 simpul.



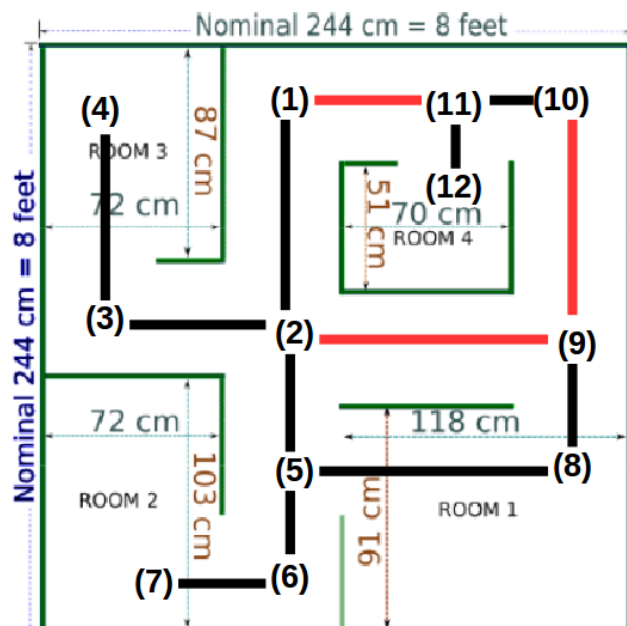
Simpul-simpul ini terdiri dari

Simpul start : Simpul tempat robot memulai proses pencarian dan pemadaman api. Simpul ini adalah simpul 1.

Simpul kamar : Simpul yang melambangkan kamar. simpul ini memiliki karakter yang berbeda dari simpul-simpul yang lain. Terdapat 4 simpul kamar, yaitu simpul 4, 7, 8, dan 12.

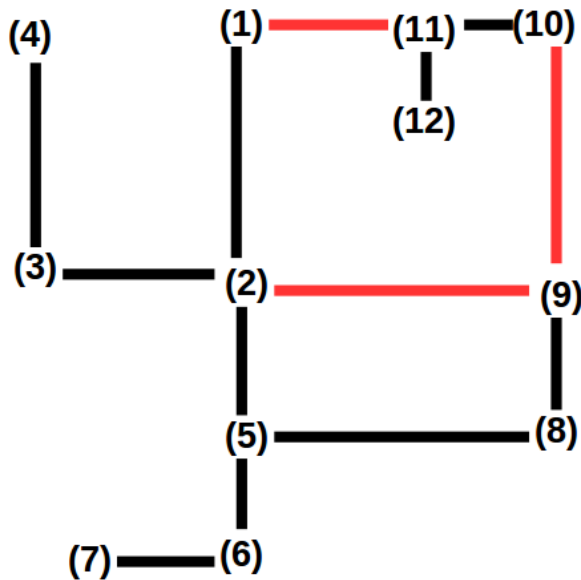
Simpul persimpangan/tikungan : Simpul yang melambangkan persimpangan/tikungan. Simpul ini adalah simpul 2, 3, 5, 6, 9, 10, dan 11.

## C. Sisi



Sisi menghubungkan dua buah simpul yang tidak dihalangi oleh dinding. Bobot sisi ditentukan dari jarak kedua simpul. Sisi khusus (merah) adalah sisi yang sifat-sifatnya dapat diubah oleh robot saat sedang memadamkan api.

## D. Graf Hasil



Setelah menentukan simpul dan sisi, maka graf permodelan arena sudah siap dipakai, namun, untuk dapat menggunakan graf ini dalam suatu algoritma, maka diperlukan suatu representasi.

#### IV. MANFAAT PENGGUNAAN TEORI GRAF DALAM PERMODELAN ARENA KRPAI 2014

Penggunaan graf dalam permodelan arena KRPAI 2014 sangat membantu karena hal ini memungkinkan dibuatnya algoritma gerak robot yang lebih cerdas. Pada umumnya algoritma robot yang digunakan adalah algoritma sekuensial tanpa kemampuan analisis ataupun navigasi. Algoritma sekuensial ini memiliki efisiensi yang rendah dan relatif lambat. Algoritma ini juga tidak mampu menanggulangi kecelakaan/error yang bisa terjadi. Dengan menggunakan graf untuk memodelkan arena, robot dapat mengetahui posisinya dan memiliki referensi untuk menentukan langkah berikutnya. Dengan menggunakan graf, robot dapat menanggulangi kecelakaan/error yang terjadi dan langkah yang akan diambil selanjutnya. Dengan kelebihan ini, robot dapat mencari dan memadamkan api dengan lebih cepat dan memperoleh hasil yang lebih baik pada KRPAI 2014.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan dan penelitian yang dilakukan, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa teori graf merupakan teori yang sangat membantu dalam kehidupan sehari-sehari. Salah satunya adalah dengan menerapkan teori graf dalam permodelan arena KRPAI 2014. Dengan menerapkan teori graf, dapat dibuat algoritma robot yang lebih cerdas dan efisien.

#### VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis ingin bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya oleh karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Penulis juga berterima kasih kepada dosen yang memberikan tugas ini Dra. Harlili S., M.Sc. dan Dr. Ir. Rinaldi Munir atas bimbingan dan jasa beliau yang selama ini telah mengajar dan memberikan ilmu bagi penulis, sehingga penulis mampu membuat tulisan ini. Penulis juga berterima kasih pada segenap civitas URO ITB atas referensi dan fasilitas yang diberikan.

#### REFERENCES

Munir, Rinaldi, "Matematika Diskrit", Informatika, Bandung: 2010

Makalah IF2120 Matematika Diskrit – Sem. I Tahun 2014/2015

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, 10 Desember 2014

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'W' inside a circle followed by a series of overlapping loops and a long horizontal stroke.

Wisnu / 13513029