

# Kegunaan Graf Pohon Berwarna Untuk Mencari Solusi dari Labirin (path finder)

Nicholas Budiono 13520121  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13520121@std.stei.itb.ac.id

**Abtrak**—Pada masa saat ini, sangat banyak perkembangan teknologi yang terjadi di sekitar kita, dari internet, komunikasi jarak jauh, dan juga navigasi. Navigasi pada masa ini sudah sangat modern dan kegunaannya sangat berpengaruh besar kepada seluruh aspek kehidupan kita manusia sebagai pengguna, dari peta yang ada dalam telepon genggam atau yang ada di gadget lainnya, hal ini berguna untuk mencari jalan keluar dari sebuah area tertentu atau juga dalam mencari jalur tercepat yang ada bagi kita. Pada makalah ini akan dibahas cara kerja navigasi ini dengan menggunakan grafik pohon.

**Kata kunci**—Navigasi, Peta, Jalur, Grafik Pohon.

## I. PENDAHULUAN

Pada zaman teknologi modern ini, banyak kegunaan teknologi yang secara langsung membantu kebutuhan sehari-hari. Pada Era Informasi saat ini, begitu banyak data yang keluar masuk dari teknologi yang kita gunakan sehari-hari, memberikan informasi yang kita butuhkan seperti informasi tentang lingkungan yang ada di sekitar kita, membantu kita untuk melakukan navigasi ke tujuan tertentu yang kita inginkan. Salah satu contoh dari teknologi tersebut adalah GPS.

Teknologi GPS dikemukakan pada tahun 1970 dari Departemen Pertahanan Militer Amerika Serikat. Diawali dengan peluncuran satelit GPS yang dilakukan pada 1974, diikuti oleh beberapa satelit lain yang dibutuhkan untuk membuat konstelasi yang mempunyai jangkauan seluruh area di bumi. Teknologi ini baru dibuka oleh umum pada tahun 1994.

Dikemukakan oleh Ivan Getting untuk memanfaatkan sinyal radio dari satelit Sputnik, ide yang diberikannya dipresentasikan dan disetujui oleh Pemerintahan

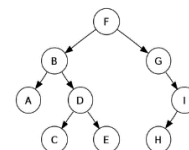
Amerika Serikat dan bersedia untuk memberikan dana yang besar untuk pengembangan teknologi ini.



Gambar 1.1. Contoh kegunaan dari GPS  
(sumber : <https://www.wired.com/2016/11/use-google-maps-plan-awesome-vacation/>)

Pada saat ini, sangat banyak kegunaan dari GPS, dari pembuatan peta yang ada di telepon genggam, navigasi di alat lain untuk alat transportasi yang ada, dan banyak yang lain lagi. Salah yang akan dilihat lebih dalam adalah cara GPS untuk mencari jalan dari satu titik ke titik lain, tidak yang paling cepat, tapi mendapatkan jalan keluar.

Alat yang akan digunakan untuk melakukan path finding (menemukan jalan keluar dari jalan masuk yang telah diberikan) adalah grafik pohon berwarna, pohon memiliki kegunaan yang penting karena jalur yang bisa ditemukan adalah percabangan atau daun dari pohon, dan jalan masuk adalah akar dari pohon tersebut, dengan demikian, kita bisa mendapatkan jalan keluar dari akar ke daun.



Gambar 1.2. Grafik Pohon  
(sumber :

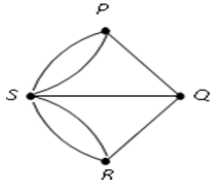
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sorted\\_binary\\_tree.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sorted_binary_tree.svg))

## II. LANDASAN TEORI

### A. Definisi Graf

Graf  $G$  adalah pasangan dua himpunan yaitu  $V(G)$  himpunan tak kosong yang anggotanya disebut titik dan  $E$  himpunan yang anggotanya disebut sisi. Berdasarkan definisi tersebut, unsur-unsur yang membentuk graph adalah titik dan sisi, hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Nama lain dari titik adalah vertex, simpul, point, atau ruas.
- Nama lain dari sisi adalah edge, rusuk, ruas, atau line.
- Dua atau lebih sisi yang mempunyai titik-titik ujung yang sama disebut sisi ganda atau parallel.

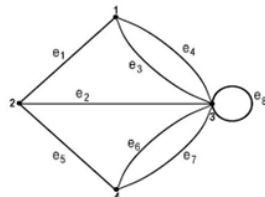


Gambar 2.1. Graf Sisi Ganda

(sumber :

<https://elamath.wordpress.com/2020/04/19/konsep-dan-sifat-dasar-graph/>)

- Dua titik dikatakan terhubung jika terdapat sisi yang menghubungkan kedua titik tersebut.
- Titik ujung dari suatu loop dikatakan terhubung terhadap dirinya sendiri.

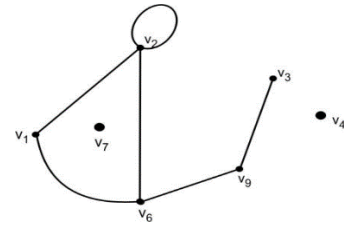


Gambar 2.2. Graf Sisi Loop

(sumber :

<https://elamath.wordpress.com/2020/04/19/konsep-dan-sifat-dasar-graph/>)

- Suatu sisi dikatakan beraturan pada masing-masing titik ujungnya.
- Titik yang tidak mempunyai sisi yang beraturan disebut titik terasing atau terisolasi.



Gambar 2.3. Graf Simpul Isolasi

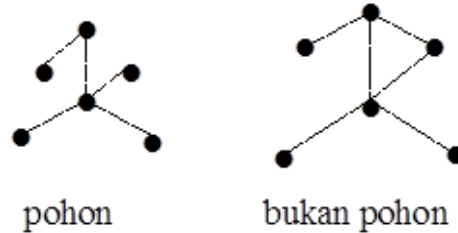
(sumber :

<http://rabbitjeyek.blogspot.com/2011/12/teori-graf-6.html>)

- Banyaknya titik dari suatu graph disebut order graph.
- Banyaknya sisi dari suatu graph disebut ukuran graph.

### B Graf Pohon

Graf pohon memiliki bentuk yang mirip dengan graf biasanya, tetapi dengan syarat tertentu, yaitu tidak memiliki cabang ganda ataupun cabang yang melingkar.



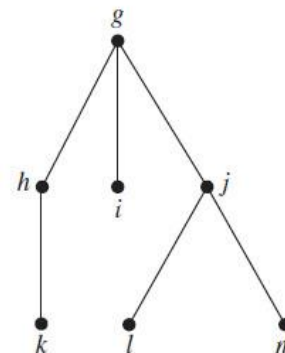
Gambar 2.4. Grafik Pohon dan Bukan Pohon

(sumber :

<https://beatrixanandastpln.blogspot.com/2018/06/pohon-tree.html>)

### C. Graf Pohon Berakar

Ada berbagai macam terminology dalam pohon berakar, dari graf di bawah ini, akan diketahui terminologinya dan contohnya dalam graf yang ada.



Gambar 2.5. Graf Pohon Berakar

(sumber :

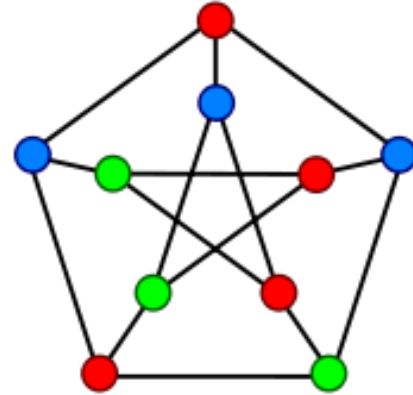
<https://www.haimatematika.com/2018/12/graf-pohon-teori-graf.html>)

1. Anak dan Orngtua  
Hubungan simpul dimana yang di atas adalah orangtua dan di bawah adalah anak
  - g adalah orangtua dari h, i, dan j
  - h, i, dan j adalah anak dari g
2. Lintasan  
Jalur yang digunakan untuk sampai dari satu simpul ke simpul lain
  - lintasan yang ada dari g ke k adalah g, h, dan k
  - lintasan yang ada dari j ke l adalah j, dan l
3. Keturunan dan Leluhur  
Mirip dengan anak dan orangtua, tapi tidak harus terpisah oleh satu sisi saja
  - simpul g adalah leluhur dari k
  - simpul l adalah keturunan dari j
4. Saudara  
Simpul yang memiliki orangtua yang sama
  - simpul h bersaudara dengan simpul i dan simpul j
  - simpul l tidak bersaudara dengan k karena beda orangtua
5. Subpohon  
Pohon yang dihasilkan dari bagian dari pohon yang lebih besar
  - $V' = \{j, l, m\}$
  - $E' = \{(j, l), (j, m)\}$
  - J adalah simpul akar
6. Derajat  
Sisi yang menghubungkan satu simpul ke simpul lain dengan arah ke anak
  - derajat g = 3
  - derajat i = 0
  - derajat j = 2
7. Daun  
Simpul yang tidak memiliki anak
  - i, k, l, dan m adalah daun
8. Simpul Dalam  
Simpul yang memiliki anak
  - g, h, dan j adalah simpul dalam
9. Tingkat  
Level yang ada dari sebuah pohon, dimulai dari 0 untuk akar dan ditambah 1 untuk setiap keturunan
  - g merupakan tingkat 0
  - h merupakan tingkat 1
  - l merupakan tingkat 2
10. Tinggi atau Kedalaman  
Total dari tingkat yang ada pada pohon
  - pohon memiliki ketinggian 2

#### D. Graf Berwarna

Kegunaan dari pewarnaan graf digunakan dalam pelabelan graf, untuk mempermudah pengertian dari sebuah graf, ada 3 jenis pewarnaan graf, yaitu pertama dengan pewarnaan simpul, dengan pewarnaan sisi, dan juga pewarnaan bidang sehingga tidak ada yang sama dengan tetangga nya.

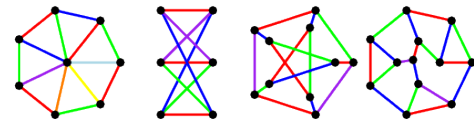
1. Pewarnaan di simpul



Gambar 2.6. Pewarnaan Graf Simpul  
(sumber :

<http://dhukhasyamsy.blogspot.com/2013/05/pewarnaan-graf-graph-coloring.html>)

2. Pewarnaan di sisi



Gambar 2.7. Pewarnaan Graf Sisi  
(sumber :

<http://dhukhasyamsy.blogspot.com/2013/05/pewarnaan-graf-graph-coloring.html>)

3. Pewarnaan di bidang



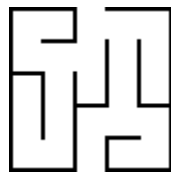
Gambar 2.8. Pewarnaan Graf Bidang

(sumber : <http://dhukhasyamsy.blogspot.com/2013/05/pewarna-an-graf-graph-coloring.html>)

### III. APLIKASI POHON BERWARNA UNTUK MENEMUKAN JALAN KELUAR DARI LABIRIN

#### A. Perkenalan Permasalahan

Permasalahan yang ada bisa memiliki pengaplikasian yang banyak, tapi demi penjelasan yang lebih mudah, akan dilakukan mencari jalan keluar dari sebuah labirin. Labirin yang ada memiliki satu jalan masuk dan satu jalan keluar, sehingga dibutuhkan cara untuk mencari jalan keluar dan yang diketahui adalah jalan masuk saja.

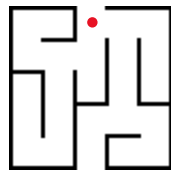


Gambar 3.1. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)

Labirin yang akan digunakan adalah sebagai berikut, dengan ukuran 5 x 5 untuk kemudahan penjelasan.

#### B. Penyelesaian Permasalahan

Dengan mengetahui permasalahan yang ada, kita akan bisa menyelesaikan masalah tersebut. Kita mulai dari jalan masuk, yaitu dari sisi atas dari labirin tersebut.



Gambar 3.2. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)

Dari sini, kita sudah bisa mulai membuat graf pohon yang akan membantu kita menyelesaikan permasalahan ini.



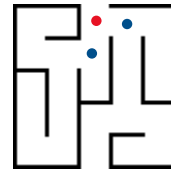
Gambar 3.3. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

Pohon graf tersebut menandakan Langkah-langkah yang dilalui, pemecahan mengartikan beberapa jalan yang tersedia, dan tingkat menandakan berapa Langkah yang telah dilakukan,

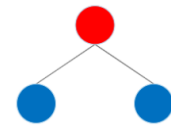
Dari atas, kita bisa lanjut dengan memberikan titik yang menandakan jalur yang akan digunakan. Dari sini, banyak kemungkinan yang akan terjadi bisa banyak.

Pertama, dengan adanya satu jalur saja, maka jalur itu yang akan digunakan, sehingga tidak ada percabangan.

Kasus lain adalah adanya 2 atau lebih jalan yang tersedia, ini berarti adanya percabangan sehingga kedua jalur itu harus terdata juga.



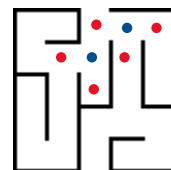
Gambar 3.4. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



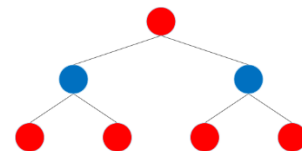
Gambar 3.5. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

Terlihat bahwa karena ada dua jalur yang tersedia, maka kedua jalur tersebut akan tertanda.

Hal yang sama akan dilakukan untuk jalur berikutnya.



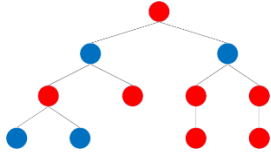
Gambar 3.6. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



Gambar 3.7. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

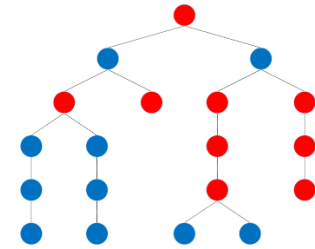


Gambar 3.8. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



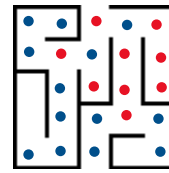
Gambar 3.9. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

Dari Langkah yang dilakukan pada pohon graf di atas, tertanda langkah-langkah yang dilalui, pemecahan atau percabangan mengartikan beberapa jalan yang tersedia, dan tingkat pohon menandakan berapa Langkah yang telah dilakukan,



Gambar 3.13. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

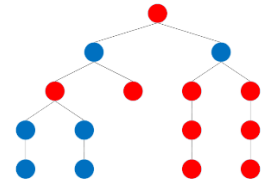
Dari graf diatas, terlihat syar berikutnya, yaitu jika jalan buntu, maka biarkan saja dan simpul tersebut akan menjadi daun, mengartikan jalan buntu.



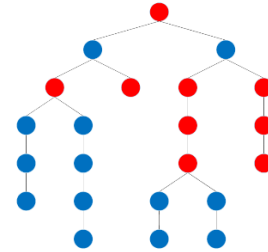
Gambar 3.14. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



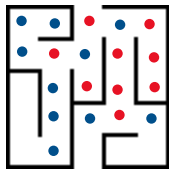
Gambar 3.10. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



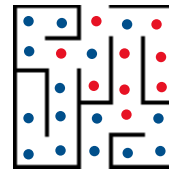
Gambar 3.11. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)



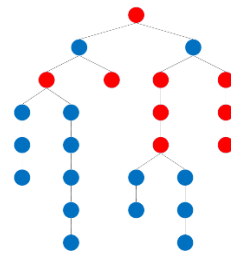
Gambar 3.15. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)



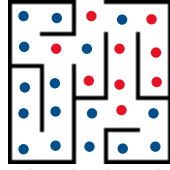
Gambar 3.12. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



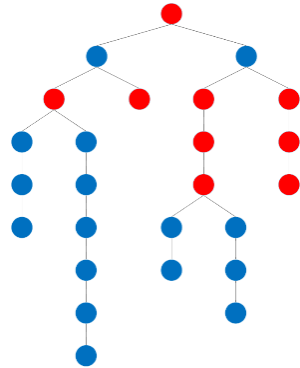
Gambar 3.16. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



Gambar 3.17. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

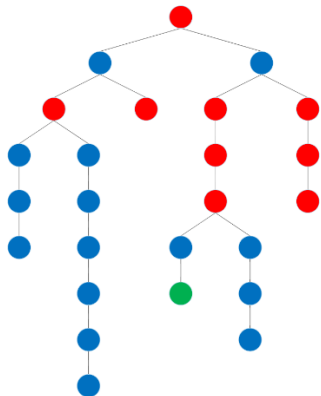


Gambar 3.18. Labirin  
(sumber : Dokumen Lokal)



Gambar 3.19. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

Terlihat dari graf pohon diatas, semua pendataan dari labirin telah dilakukan dan menghasilkan graf tersebut, dari situ, kita bisa mengetahui beberapa hal, pertama, daun yang ada di sini juga bisa merepresentasikan jalan keluar yang ada, kita bisa saja langsung menandainya dengan warna berbeda.



Gambar 3.20. Graf Pohon Berwarna  
(sumber : Dokumen Lokal)

Terlihat bahwa dengan demikian, kita bisa mengetahui jalur yang digunakan dari akar menuju daun hijau yang menandakan jalan keluar dari labirin tersebut. Berapa Langkah yang diperlukan, dan jalur nya, dilihat dari daun menuju akar.

#### IV. KESIMPULAN

Graf pohon berwarna dapat digunakan untuk mencari solusi dari sebuah labirin dengan cara memenuhinya dan dengan aturan bahwa percabangan di labirin akan ditandai dengan percabangan pada graf pohon, dan solusi akan diberi warna berbeda hanya sebagai penanda bahwa itu jalan keluar. Dengan cara ini, kita juga bisa menangani masalah bahwa ada 2 atau lebih jalan masuk, yang mengartikan ada dua akar, juga bisa menangani 2 atau lebih jalan keluar, yang mengartikan daun yang berwarna berbeda akan sesuai dengan jalan keluar yang tersedia. Hal ini tentu bisa digunakan untuk pengaplikasian yang lebih kompleks seperti path finding yang ada di game dan mungkin juga di duni nyata.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, saya sebagai penulis panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karen berkat-Nya yang telah diberikan dalam pembuatan makalah ini. Ucapan terima kasih juga kepada orang tua dan teman yang membantu dalam bentuk dukungan untuk penyelesaian makalah ini. Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T., Ibu Harlili, M.Sc, dan Ibu Dr. Nur Ulfa Maulidevi S.T., M.Sc sebagai dosen dalam mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit. Terima kahis atas ilmu yang telah diberikan dan motivasi untuk mendapatkan ilmu baru dalam bentuk apapun. Mohon maaf bila ada salah dalam bentuk apapun, baik yang disengaja maupun tidak disengaja dalam pembuatan makalah ini.

#### REFERENSI

- [1] Berkenalan Dengan Sejarah Revolusi Industri <https://cohive.space/blogs/revolusi-industri/> (diakses pada 6 Desember 2021 Jam 07.10 WITA)
- [2] Sejarah Penemuan GPS, Teknologi Navigasi Berbasis Satelit Yang Sangat Berguna <https://ilmupedia.co.id/articles/sejarah-gps/full> (diakses pada 6 Desember 2021 Jam 07.31 WITA)
- [3] How to use Google Maps to Plan an Awesome Vacation <https://www.wired.com/2016/11/use-google-maps-plan-awesome-vacation/> (diakses pada 6 Desember 2021 Jam 09.08 WITA)
- [4] Graf pohon teori graf <https://www.haimatematika.com/2018/12/graf-pohon-teori-graf.html> (diakses pada 11 Desember 2021 Jam 19.56 WITA)

- [5] Konsep dan sifat dasar graph  
<https://elamath.wordpress.com/2020/04/19/konsep-dan-sifat-dasar-graph/> (diakses pada 12 Desember 2021 Jam 02.56 WITA)
- [6] Pohon  
<https://beatrixanandastpln.blogspot.com/2018/06/pohon-tree.html> (diakses pada 12 Desember 2021 Jam 03.42 WITA)
- [7] Teori Graf 6  
<http://rabbitjeyek.blogspot.com/2011/12/teori-graf-6.html> (diakses pada 12 Desember 2021 Jam 03.51 WITA)
- [8] Pohon berakar-matematika diskrit  
<https://indahazzurastpln.blogspot.com/2018/06/pohon-berakar-matematika-diskrit.html> (diakses pada 12 Desember 2021 Jam 04.21 WITA)
- [9] Pewarnaan Graph(Graph Coloring)  
<http://dhukhasyamsy.blogspot.com/2013/05/pewarnaan-graf-graph-coloring.html> (diakses pada 12 Desember 2021 Jam 04.33 WITA)
- [10] Maze generator  
<https://www.mazegenerator.net/> (diakses pada 12 Desember 2021 Jam 14.44 WITA)
- [11] Tree diagram maker  
<https://www.smartdraw.com/software/tree-diagram-maker.htm> (diakses pada 12 Desember 2021 Jam 14.46 WITA)

#### 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, 12 Desember 2021



Nicholas Budiono 13520121