

Penerapan Pewarnaan Graf dalam Menyelesaikan Permainan Sudoku

Roy H Simbolon/13519068
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

Abstract—Sudoku merupakan permainan asah otak yang mirip dengan teka-teki silang yang sering kita dapati di sebuah surat kabar. Jika kotak pada permainan teka-teki silang identik diisi dengan huruf, maka beda halnya dengan permainan sudoku yang diisi dengan angka-angka. Sudoku sendiri terdiri dari beberapa kotak persegi dimana jumlah kotak barisnya sama dengan jumlah kotak kolomnya. Pada umumnya, permainan Sudoku berukuran 9x9 kotak. Di dalamnya terdapat 9 kotak area yang berukuran 3x3 kotak. Saat memainkan Sudoku, pemain diminta untuk menebak angka yang masih kosong dengan memberi tips menyediakan beberapa kotak yang telah berisi angka-angka. Angka yang berada dalam satu baris harus beda satu sama lain, begitu juga dengan angka yang satu kolom dan satu area. Uniknya, angka tersebut bisa ditebak dengan memanfaatkan penerapan pewarnaan graf. Kotak permainan Sudoku yang berukuran 9x9 kotak akan digambar dengan dengan 81 simpul pada sebuah graf dan akan akan diperoleh 9 warna pada graf yang berada pada 9 simpul tiap warna. Dalam kondisi ini, warna simpul yang sama mempunyai nilai(angka) yang sama. Hal tersebutlah yang menunjukkan kegunaan tips yang menyediakan beberapa kotak yang telah berisi angka-angka.

Keywords—Sudoku, Graf, Pewarnaan.

I. PENDAHULUAN

Permainan merupakan sesuatu yang sangat menyenangkan untuk dilakukan oleh semua orang. Setiap orang menyenangi permainan yang berbeda-beda, tergantung kesukaan atau minat orang tersebut. Namun beda halnya denoleh Howargan permainan di media eletronik, sangat jarang mejumpai orang yang tidak suka dengan permainan pada permainan elektronik. Permainan di media elektonik pun sangatt banyak dan beragam, salah satunya permainan asah otak yang dikenal dengan Sudoku. Sudoku merupakan permainan menebak angka-angka yang berada dalam kotak-kotak, lebih tepatnya menyusun angka-angka sesuai dengan hubungannya dengan angka di kotak lain. Genre permainan ini sendiri dikenal dengan kata *puzzle*. Namun banyak orang yang menyukai permainan Sudoku karena dianggap terlalu susah untuk ditebak.

Sudoku pertama kai diterbitkan pada sebuah surat kabar Prancis pada tahun 1895 dan mungkin dipengaruhi oleh seorang matematikawan asal Swiss yang bernama Leonhard Euler, seseorang yang membuat terkenal *Latin square*. Permainan mulai terkenal pada tahun 1986 di negara Jepang

ketika penerbit Nikoli menemukan teka-teki ini yang diciptakan oleh Howard Garns. Nama “sudoku” merupakan sebuah singkatan bahasa Jepang dari “*Suuji wa dokunshin ni kagiru*”, yang artinya “angka-angkanya harus tetap tunggal.

Seiring dengan perkembangan zaman, permainan Sudoku menjadi dikenal di seluruh dunia. Yang paling dikenal oleh khalayak umum adalah Sudoku berukuran 9x9 kotak yang terbagi menjadi 9 kotak area yang memiliki ukuran 3x3 kotak. Dalam permainan Sudoku 9x9 kotak, pemain disuruh mengisi kotak kosong dengan angka 1-9 dengan aturan:

- Pada baris harus diisi dengan angka angka satuan 1-9 dan tidak boleh ada angka yang kembar dalam satu baris.
- Pada kolom juga harus diisi dengan angka satuan 1-9 dan juga tidak boleh ada angka yang kembar dalam satu kolom.
- Terdapat 9 kotak area. Pada setiap kotak area yang berukuran 3x3 kotak harus diisi dengan angka satuan 1-9 dan syaratnya sama, yaitu tidak ada angka kembar dalam 1 kotak area.

Dalam memainkan Sudoku, aka nada kesempatan untuk menegecek jawaban akan angka yang telah diisi oleh pemain. Nahh, biasanya angka yang diisi atau ditebak si pemain salah dan salahnya berulang-ulang.Hal tersebut menjadi salah satu alasan mengapa permainan Sudoku dikatakan kyalayak umum dengan permainan yang susah diselesaikan Walaupun banyak yang tidak menyukai permainan ini karena diaanggap susah, tapi tidak sedikit pula yang penasaran memecahkan permainan dengan logika mereka. Dan sekarang banyak cara untuk menyelesaikan permainan ini.Ada yang menyelesaikan dengan *insting*, ada yang pakai ilmu cocokologi, deret, dan sebagainya. Diantara berbagai cata menyelesaikan permainan Sudoku tersebut, ada satu penyelesaian dengan memaanfaatkan penerapan pewarnaan graf, lebih tepatnya pewarnaan pada simpul sebuah graf yang mempresentasikan angka- angka dala kotak Sudoku tersebut.

Sketsa permainan Sudoku sendiri sangat mudah, sebuah kotak besar yang terdiri dari berbagai kotak kotak kecil. Banyak juga kita temukan sketsa atau gambar permainan Sudoku yang dimodifikasi, seperti pemberian warna pada permainan, pemberian garis ang jelas pada setiap batas kotak area dan sebagainya. Berikut ini merupakan contoh sketsa atau gambar permainan Sudoku tanpa pemberian warna atau hitam putih.

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

Gambar 1.1

Gambar di atas merupakan sketsa atau gambar permainan Sudoku yang berwarna hitam putih dan nampak jelas garis yang menjadi batas setiap kotak area. Pada gambar tersebut, permainan belum diselesaikan dengan terdapat kotak kosong yang belum terisi.

Permainan Sudoku tidak harus 9x9 kotak, hanya saja yang lebih sering kita lihat adalah Sudoku dengan ukuran 9x9 kotak. Berikut sketsa atau gambar permainan Sudoku dengan ukuran 4x4 kotak.

	4	2	
2			3
1			4
	3	1	

Gambar 1.2

II. LANDASAN TEORI

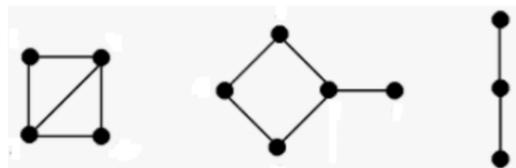
Graf merupakan suatu himpunan beberapa titik atau simpul yang mempresentasikan objek-objek diskrit dan hubungannya antara objek-objek tersebut. Sebuah graf dapat didefinisikan dengan graf $G = (V,E)$, yang dalam hal ini:

- V = himpunan titik 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 sebuah graf, maka graf dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Graf sederhana

Graf sederhana merupakan graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda.



Gambar 2.1

2. Graf tak-sederhana

Graf tak-sederhana merupakan graf yang mengandung sisi ganda atau gelang.

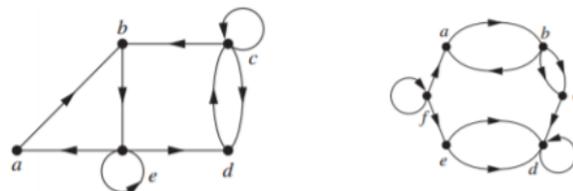


Gambar 2.2

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, graf dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Graf berarah

Graf berarah merupakan graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah.



Gambar 2.3

2. Graf tak-berarah

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



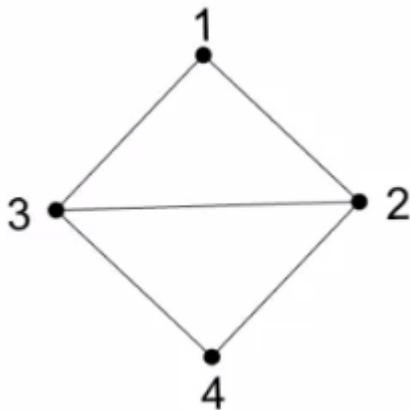
Gambar 2.4

Selain jenis-jenisnya, graf juga memiliki beberapa terminologi di dalam sebuah graf. Berikut terminologi graf:

1. Ketetanggaan (Adjacent)

Dua simpul dikatakan bertetangga apabila keduanya terhubung langsung.

Pada gambar di bawah, simpul 1 bertetangga dengan simpul 2 dan 3, tapi tidak bertetangga dengan simpul 4

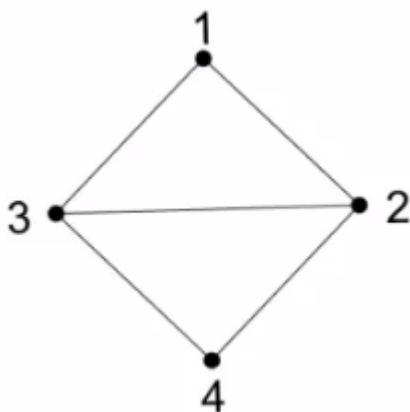


Gambar 2.5

2. Bersisian (Incidency)

Sembarang sisi $e = (V_j, V_k)$ dikatakan bersisian dengan V_j dan V_k .

Pada gambar di bawah, sisi (1,2) bersisian dengan simpul 1 dan 2.

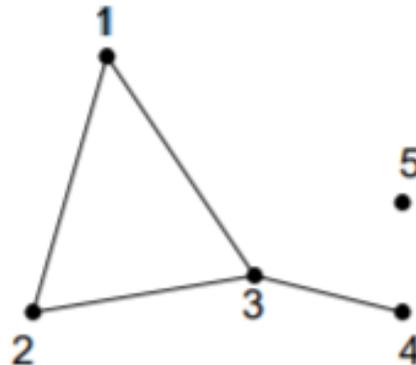


Gambar 2.6

3. Simpul terpencil (Isolated vertex)

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

Pada gambar di bawah ini, simpul 5 merupakan simpul terpencil.

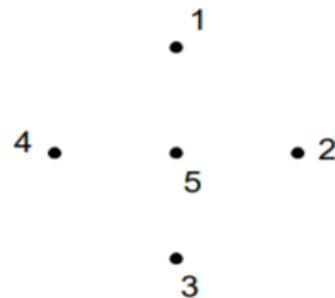


Gambar 2.7

4. Graf kosong (null graph atau empty graph)

Graf kosong merupakan himpunan sisinya merupakan himpunan kosong.

Gambar di bawah ini merupakan graf kosong.

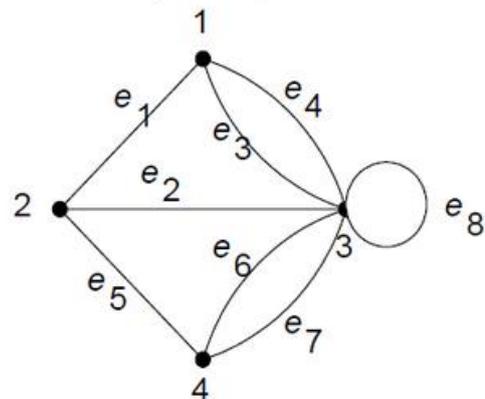


Gambar 2.8

5. Derajat (degree).

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

Pada gambar di bawah ini, derajat simpul 1 adalah 3.



Gambar 2.9

Teori graf mempunyai banyak aplikasi, salah satunya pewarnaan graf (*graph colouring*). Pewarnaan pada graf ada 2 jenis, yaitu pewarnaan simpul dan pewarnaan sisi. Perwarnaan simpul memberi warna pada simpul-simpul graf sedemikian sehingga dua simpul bertentangan mempunyai warna berbeda.



Gambar 2.10

III. PENERAPAN PEWARNAAN GRAF DALAM MEMBANTU MENYELESAIKAN PERMAINAN SUDOKU

Sudoku merupakan suatu permainan teka teki mengisi angka-angka ke dalam kotak-kotak. Meskipun banyak orang-orang yang bilang permainan susah, tapi tidak jarang orang-orang yang dapat menyelesaikannya. Salah satu cara yang dapat membantu menyelesaikan sebuah permainan sudoku adalah dengan membuat sebuah graf yang merupakan implementasi dari kotak-kotak yang berisi angka pada permainan Sudoku. Nantinya, kotak tersebut akan menjadi simpul pada graf dan simpul tersebutlah yang akan diwarnai sesuai dengan hubungan setiap kotak, warna pada simpul tersebutlah yang mempresentasikan bahwa setiap simpul yang sama mempunyai angka yang sama.

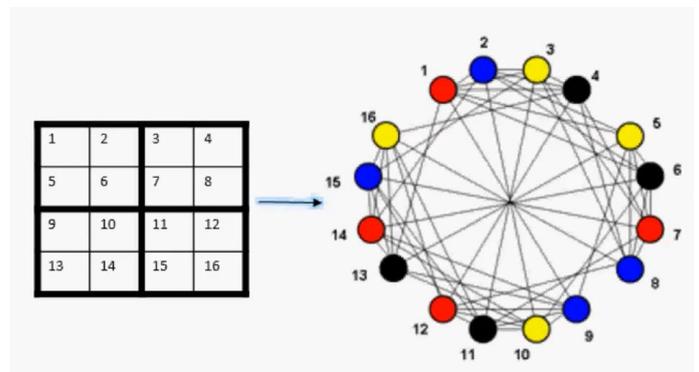
Berikut ini langkah-langkahnya. Pertama kita harus buka permainan Sudoku. Di bawah ini terdapat gambar permainan Sudoku berukuran 4x4 kotak dengan kotak area berukuran 2x2 kotak. Pada gambar tersebut, terdapat angka yang mempresentasikan nomor kotaknya, bukan angka isi kotaknya karena angka isi kotak pada gambar di bawah ini masih kosong semua. Jadi, apabila pada permainan Sudoku belum dibuat nomor urut kotak (penanda kotak), maka si pemain harus mengasumsikan itu ada.



Gambar 3.1

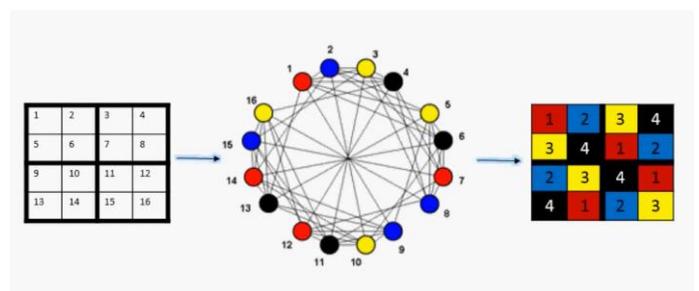
Setelah itu, dibuat sebuah graf yang mengimplementasi kotak-kotak pada permainan Sudoku tersebut. Dalam hal ini kotak dalam permainan Sudoku sama dengan simpul pada graf tersebut. Pewarnaan dilakukan dengan aturan:

- Simpul A bertetangga dengan dengan simpul B, maka simpul A dan B mempunyai warna yang berbeda.
- Simpul A tidak bertetangga dengan dengan simpul B, maka simpul A dan B mungkin mempunyai warna yang sama.
- Kotak dalam satu baris harus bertentangan atau ada sisi yang menghubungkan mereka. Pada gambar di bawah, kotak 1 satu baris dengan kotak 2,3, dan 4 sehingga mereka bertentangan.
- Kotak dalam satu kolom harus bertentangan atau ada sisi yang menghubungkan mereka. Pada gambar di bawah, kotak 1 satu kolom dengan kotak 5,9, dan 13 sehingga mereka bertentangan.
- Kotak dalam satu kotak area harus bertentangan atau ada sisi yang menghubungkan mereka. Pada gambar di bawah, kotak 1 satu kotak area dengan kotak 2,5, dan 6 sehingga mereka bertentangan.



Gambar 3.2

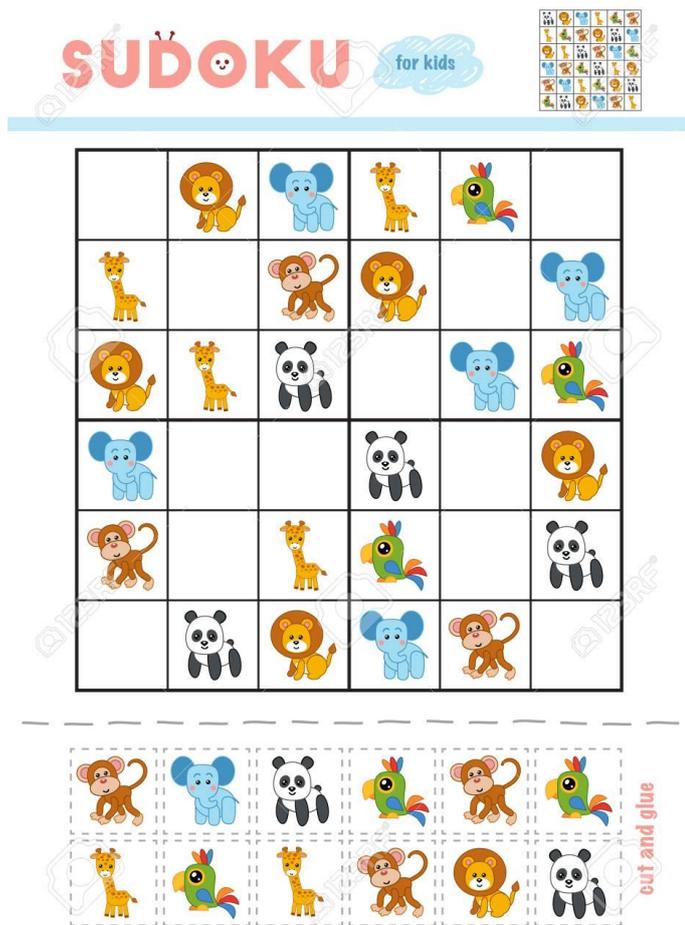
Pada gambar diatas, terdapat sebuah graf yang mempunyai 16 simpul dengan 4 jenis warna, warna yang sama antar simpul menandakan angka yang sama pada kotak dengan nomor simpul tersebut. Pada gambar tersebut dapat dilihat kotak 3,5,10, dan 16 berisi angka yang sama. Hal itu karena simpul bernomor 3,5,10, dan 16 berwarna sama, yaitu kuning. Namun keempat kotak hanya kemungkinan saja satu warna karena setiap simpul mempunyai 8 simpul yang tidak bertetangga dengan simpul tersebut. Pada permainan Sudoku, biasanya diberikan kotak yang telah berisi angka sebagai acuan dan untuk mengurangi kemungkinan sehingga jawaban permainan Sudoku tersebut tidak ambigu (lebih dari satu).



Gambar 3.3

Pada gambar 3.3 diatas, telah dimasukkan angka dengan warna simpul yang sama. Warna merah dilambangkan dengan 1, warna biru dilambangkan 2, kuning dengan 3, dan hitam dengan 4.

Pada zaman sekarang ini, permainan Sudoku telah banyak dimodifikasi menjadi sebuah permainan baru yang tergolong lebih mudah, seperti gambar berikut ini.



Gambar 3.4

IV. SIMULASI

Penulis mengajak pembaca untuk bermain sebuah permainan, karena itu sangat bermanfaat bagi kesehatan pikiran jika dilakukan dengan porsi yang tepat. Untuk permainan Sudoku sendiri, penulis berharap pembaca mencoba memainkan karna matematika sudah menjadi sesuatu yang utama dan penting. Matematika adalah suatu bahasa eksak. Dengan mencoba permainan Sudoku, pembaca mungkin lebih penyabar dan menjadi berpikir tentang angka sejenak. Sangat banyak permainan yang membuat kita berpikir seperti Sudoku. Penulis juga ada rekomendasi game logika dan petualangan yang seru yang dulunya berjudul “Diamond Rush” saat di handphone Nokia, namun sekarang berjudul “Diamond Quest “Don’t Rush””.Selamat bermain!

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan di atas, permainan Sudoku merupakan suatu permainan logika yang dapat diselesaikan dengan bantuan menerapkan pewarnaan sebuah graf.

Pada bagian simulasi perlu dibaca sebagai harapan penulis akan makalah ini.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, karunia, dan perlindungan-Nya, penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan sebaik mungkin. Walaupun makalah ini sebenarnya masih jauh dari kata sempurna dan tidak sesuai prosedur dimana makalah ini terdiri dari 5 lembar saja (lebar ke -6 hanya berisi pernyataan penulis). Hal itu dikarenakan penulis kurang pandai dalam memberikan penjelasan yang panjang dan spesifik. Setelah itu, penulis berterima kasih kepada semua dosen pengajar mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit, yaitu Ibu Nur Ulfa Maulidevi selaku dosen kelas 04 IF2120, Bapak Rinaldi Munir, Ibu Fariska Zakhralativa Ruskanda dan Ibu Harlili yang telah membimbing dan membuat materi kepada seluruh mahasiswa yang mengambil mata kuliah ini. Kemudian, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah mendukung dalam menyelesaikan makalah ini. Penulis berharap bermanfaat bagi pembaca dan juga kyalayak umum.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2020 .*Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika Bandung
- [2] Lewis, Ryhd. 2016. *Applications of Graph Colouring*. diambil dari Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=y4RAYQjKb5Y&t=240s>
- [3] Kompasiana, tanpa tahun. *Tips Bermain Suduko Dengan Cepat dan Benar* diambil dari <https://www.kompasiana.com/www.etzcoy.blogspot.com/563c0ccd6323bd20059498ef/tips-bermain-sudoku-dengan-cepat-dan-benar?page=all>

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, 11 Desember 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roy H Simbolon', with a stylized, cursive script.

Roy H Simbolon
13519068