



## Pemanfaatan Graf Dalam Pengaturan Warna Lampu Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Welch Powell

**Riski Annisa<sup>1</sup>, Anna<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Sistem Informasi Akuntansi, Universitas Bina Sarana Informatika Kampus Kota Pontianak, Jalan Abdurrahman Saleh No.18A Pontianak 78124-Kalimantan Barat-Indonesia

e-mail: [1riski.rnc@bsi.ac.id](mailto:riski.rnc@bsi.ac.id), [2anna.nnz@bsi.ac.id](mailto:anna.nnz@bsi.ac.id)

### **Abstrak**

*Matematika merupakan suatu ilmu yang banyak digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Masalah tersebut ada yang dapat diselesaikan dengan menggunakan model matematika dan ada yang tidak dapat dimodelkan ke dalam model matematika. Salah satu cara penyelesaian masalah dengan teori graf. Graf disini dalam lampu lalu lintas digunakan untuk menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah lalu lintas. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada. Lampu lalu lintas telah diadopsi di hampir semua kota di dunia ini. Lampu ini menggunakan warna yang diakui secara universal, untuk menandakan berhenti adalah warna merah, hati-hati yang ditandai dengan warna kuning, dan hijau yang berarti dapat berjalan. Dalam tulisan ini penulis akan membahas tentang pewarnaan lampu lalu lintas dengan graph dan menggunakan algoritma Welch Powell.*

**Kata kunci**—3-5 Matematika, Graf, Lalu Lintas, Welch Powell

### **Abstract**

*Mathematics is a science that is widely used to solve various problems in everyday life. These problems can be solved using mathematical models and some that cannot be modeled into mathematical models. One way to solve problems with graph theory. The graph here in the traffic lights is used to indicate when the vehicle must go and stop alternately from various directions of traffic. Traffic management at the crossroads is intended to regulate the movement of vehicles in each group of vehicle movements so that they can move alternately so as not to interfere with each other between the currents. Traffic lights have been adopted in almost all cities in the world. This lamp uses a color that is universally recognized, to indicate the stop is red, caution is marked with yellow, and green which means it can walk. In this paper the author will discuss the coloring of traffic lights with graphs and use the Welch Powell algorithm.*

**Keywords**—3-5 Mathematichs, Graph, Traffic, Welch Powell

## 1. PENDAHULUAN

Salah Matematika merupakan suatu ilmu yang banyak digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Masalah tersebut ada yang dapat diselesaikan dengan menggunakan model matematika dan ada yang tidak dapat dimodelkan ke dalam model matematika. Berbagai masalah akan mudah dipelajari, dipahami dan diselesaikan jika dimodelkan ke dalam suatu model matematika [1]. Salah satu cabang ilmu matematika yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan teori *graph* [2].

Lampu lalu lintas (menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan: alat pemberi isyarat lalu lintas atau APILL) adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah lalu lintas. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada.

Lampu lalu lintas telah diadopsi di hampir semua kota di dunia ini. Lampu ini menggunakan warna yang diakui secara universal, untuk menandakan berhenti adalah warna merah, hati-hati yang ditandai dengan warna kuning, dan hijau yang berarti dapat berjalan. Dalam menyelesaikan masalah lampu lalu lintas dengan menggunakan teknik pewarnaan graf dengan menggunakan algoritma *Welch Powell* [3].

## 2. METODE PENELITIAN

Algoritma *Welch Powell* tidak selalu memberikan jumlah warna minimum dalam pewarnaan graf, tetapi memberika batas

atas jumlah warna yang dapat dipakai untuk mewarnai suatu graf [1].

### 2.1. Pengertian *Graph*

*Graph*  $G$  berisi *2-tuple*  $(V,E)$ , yaitu kumpulan simpul  $V$  dan kumpulan busur  $E$ . Kumpulan  $V$  adalah himpunan tak kosong simpul (*vertex* dan *node*). Kumpulan  $E$  adalah himpunan pasangan simpul, disebut busur (*edge*) [3]. *Graph* adalah himpunan simpul yang dihubungkan dengan busur-busur.

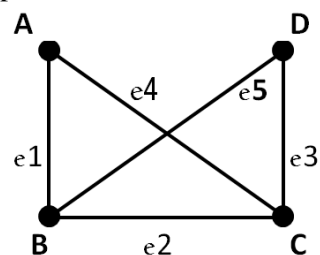
*Graph* ditulis dengan  $G = (V,E)$  atau  $G(V,E)$ , dimana:

$V$  adalah himpunan simpul

$E$  adalah himpunan busur

$|V|$  menyatakan jumlah simpul pada himpunan  $V$

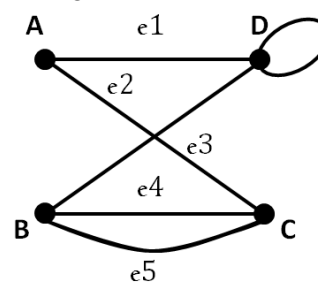
$|E|$  menyatakan jumlah busur pada himpunan  $E$



Gambar 1. Graf

### 2.2. Multigraf

Multigraf adalah *graph* yang mempunyai rusuk ganda yang menghubungkan dua titik.

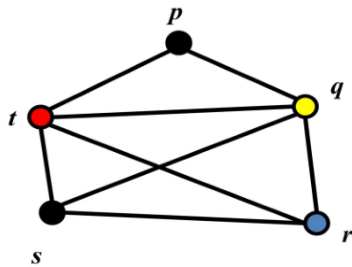


Gambar 2. Multigraf

### 2.3. Pewarnaan Graf

Pewarnaan *vertex*, atau untuk sederhananya pewarnaan  $G$  adalah suatu pemberian warna-warna untuk *vertex* dari  $G$  sedemikian rupa sehingga *vertex* yang bersebelahan memiliki warna yang berbeda. Jumlah warna yang dibutuhkan untuk mewarnai  $G$  disebut angka

kromatik dari  $G$  dan dinotasikan oleh  $\chi(G)$  [3].



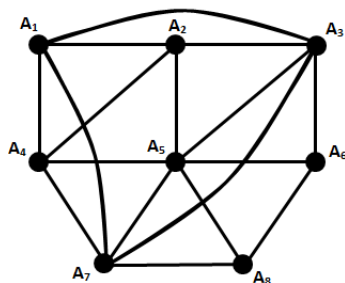
Gambar 3. Pewarnaan Simpul Graf  $G$

2.4. Algoritma *Welch-Powell*

Algoritma *Welch Powell* digunakan untuk mewarnai simpul suatu graf berdasarkan derajat tertinggi dari simpul-simpulnya. Algoritma *Welch Powell* [1] adalah sebagai berikut:

1. Urutkan simpul-simpul dari graf  $G$  dalam derajat yang menurun (urutan seperti ini mungkin tidak unik karena beberapa simpul mungkin berderajat sama).
2. Gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama (yang mempunyai derajat tertinggi) dan simpul-simpul lain (dalam urutan yang berurutan) yang tidak bertetangga dengan simpul pertama ini.
3. Mulai lagi dengan simpul derajat tertinggi berikutnya di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna kedua.
4. Ulangi penambahan warna-warni sampai semua simpul telah diwarnai.

Contoh pewarnaan graf  $G$  menggunakan algoritma *Welch Powell*:



Gambar 4. Graf  $G$

Langkah-langkah penyelesaian sebagai berikut:

1. Mengurutkan vertexnya sesuai dengan derajat yang makin mengecil akan

diperoleh barisan:

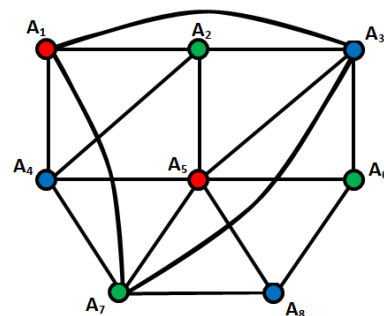
$A_5, A_3, A_7, A_1, A_2, A_4, A_6, A_8$

Warna pertama diberikan ke vertex  $A_5$  dan  $A_1$ . Warna kedua diberikan ke vertex  $A_3, A_4,$  dan  $A_8$ . Warna ketiga diberikan ke vertex  $A_7, A_2,$  dan  $A_6$ . Semua vertex telah diberi warna sehingga dengan demikian  $G$  adalah diwarnai 3. Perhatikan bahwa  $G$  tidak diwarnai-2 karena vertex  $A_1, A_2,$  dan  $A_3$  yang saling terhubung satu sama lain harus diberi warna berbeda. Oleh karena itu,  $\chi(G) = 3$ .

Tabel 1. Pewarnaan tiap simpul

Sim pul	A 5	A 3	A 7	A 1	A 2	A 4	A 6	A 8
War na								

2. Perhatikan graf lengkap  $K_n$  dengan  $n$  vertex. Karena setiap vertex bersebelahan dengan setiap vertex lainnya,  $K_n$  memerlukan  $n$  warna dalam setiap pewarnaan. Jadi  $\chi(K_n) = n$ .



Gambar 5. Pewarnaan Graf  $G$  dengan Algoritma *Welch Powell*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teori graf masih diterapkan dalam kehidupan sehari-hari yaitu dengan menggunakan teknik pewarnaan graf dalam pengaturan lalu lintas di perempatan jalan

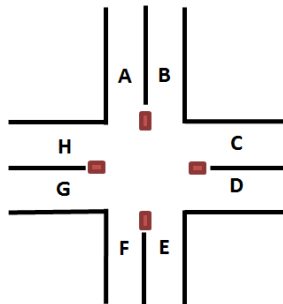
sehingga mencegah terjadinya tabrakan di perempatan jalan tersebut [2].

Berikut ini langkah-langkah pewarnaan simpul pada lampu lalu lintas di persimpangan jalan.

1. Menggambarkan persimpangan jalan beserta arusnya ke dalam bentuk graf. Vertex merepresentasikan arus dan garis merepresentasikan arus-arus yang tidak boleh berjalan bersamaan, yang selanjutnya vertex tersebut saling dihubungkan.
2. Mewarnai setiap simpul pada graf dengan menggunakan algoritma Welch Powell. Selain untuk mengetahui arus mana saja yang bisa berjalan bersamaan, diperoleh juga jumlah bilangan kromatik yang akan bermanfaat pada tahap berikutnya.

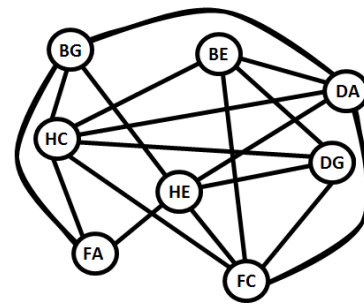
### 3.1. Perempatan Jalan dengan 2 Jalur

Pada gambar berikut ini diilustrasikan perempatan yang seluruh jalannya mempunyai dua jalur.



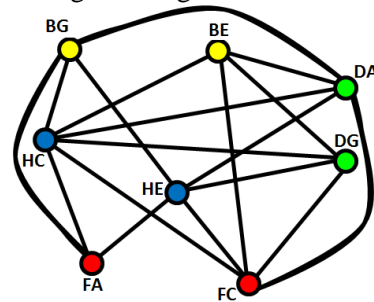
Gambar 6. Ilustrasi Perempatan dengan 2 Jalur

Dari ilustrasi gambar diatas buatlah graf untuk merepretasikan jalur lalu lintas pada perempatan tersebut kemudian hubungkan arus-arus yang tidak boleh berjalan bersamaan dengan menggunakan garis.



Gambar 7. Graf Perempatan dengan 2 Jalur

Dari Transformasi graf di atas diketahui *vertex* yang dinyatakan dengan FA, FC, HE, HC, BG, BE, DA, dan DG di beri warna dengan menggunakan algoritma Welch Powell. Dengan menggunakan algoritma *Welch Powell* dihasilkan pewarnaan graf sebagai berikut:



Gambar 8. Hasil Pewarnaan Graf Perempatan dengan 2 Jalur

Dari pewarnaan graf di atas dapat diperoleh bilangan kromatik = 4 dan arus-arus yang dapat berjalan bersamaan [4] sebagai berikut:

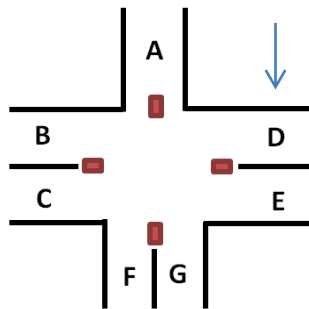
Tabel 2. Warna Simpul Graf Perempatan dengan 2 Jalur

Warna	<i>Vertex</i>
Kuning	BG, BE
Biru	HC, HE
Hijau	DA, DG
Merah	FA, FC

Dari Tabel 2 di atas dapat dibuat 4 partisi pengaturan lampu, di mana pada partisi pertama, arus BG berjalan dengan BE. Pada partisi kedua, arus HC berjalan bersama arus HE. Pada partisi ketiga, arus DA berjalan bersama arus DG. Pada partisi keempat, arus FA akan berjalan bersama dengan arus FC.

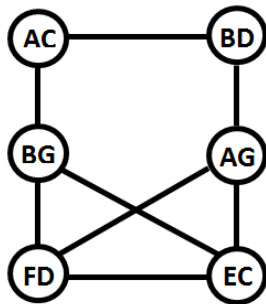
### 3.2. Salah Satu perempatan Jalan dengan 1 Jalur

Pada gambar berikut ini diilustrasikan perempatan yang salah satu jalannya mempunyai satu jalur.



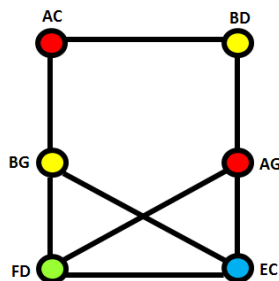
Gambar 9. Ilustrasi Perempatan yang salah satu jalurnya mempunyai 1 Jalur

Dari ilustrasi gambar diatas buatlah graf untuk merepretasikan jalur lalu lintas pada perempatan tersebut kemudian hubungkan arus-arus yang tidak boleh berjalan bersamaan dengan menggunakan garis.



Gambar 10. Graf Perempatan Graf yang Salah Satu Perempatan Mempunyai 1 Jalur

Dari Transformasi graf di atas diketahui *vertex* yang dinyatakan dengan AC, BG, AG, FD, dan EC di beri warna dengan menggunakan algoritma Welch Powell. Dengan menggunakan algoritma Welch Powell dihasilkan pewarnaan graf sebagai berikut:



Gambar 11. Hasil Pewarnaan Graf yang Salah Satu Perempatan Mempunyai 1 Jalur

Dari pewarnaan graf di atas dapat diperoleh bilangan kromatik = 4 dan arus-arus yang dapat berjalan bersamaan sebagai berikut:

Tabel 3. Warna Simpul Graf Perempatan dengan Salah Satu Jalannya Mempunyai 1 Jalur

Warna	Vertex
Kuning	BD, BG
Hijau	FD
Merah	AC, AG
Biru	EC

Dari Tabel 3 di atas dapat dibuat 4 partisi pengaturan lampu, di mana pada partisi pertama, arus BD berjalan dengan BG. Pada partisi kedua, arus FD saja yang berjalan. Pada partisi ketiga, arus AC berjalan bersama arus AG. Pada partisi keempat, arus EC saja yang berjalan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa teori graf merupakan teori yang sangat membantu dalam kehidupan sehari-hari yaitu dengan menerapkannya pada pengaturan warna lampu lalu lintas. Dengan menggunakan graf dan algoritma Welch Powell membuat pewarnaan graf menjadi lebih mudah.

#### 5. SARAN

Saran yang dapat diberikan peneliti kepada pengguna dalam penerapan graf dan algoritma Welch Powell adalah dengan menggunakan algoritma tersebut dalam studi kasus lainnya tidak hanya pengaturan warna lampu lalu lintas. Serta dapat dikembangkan teori graf dan teori-teori lainnya khususnya yang termasuk di dalam Matematika Diskrit yang sangat penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan yang dapat membantu kehidupan masyarakat nantinya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lipschutz, Seymour, Marc Lipson. (2008). Schaum's Outlines: Matematika Diskret. Jakarta: Erlangga.
- [2] Hariyanto, Bambang. (2004). Teori Bahasa, Otomata, dan Komputasi serta terapannya. Informatika: Bandung.
- [3] Ariada, I Made Mertha, R. Gunawan Santosa, Nugroho Agus Haryono. (2007). Penentuan Fase Lalu Lintas Pada Persimpangan dengan Menggunakan Pendekatan Teori Graf. *Jurnal Informatika, Volume 3 Nomor 2, November 2007(hal 9-14)*
- [4] Pressman, Roger S. (1997). Rekayasa Perangkat Lunak. Yogyakarta: Andi