

**PENJADWALAN MATA KULIAH DI PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS MATARAM MENGGUNAKAN  
ALGORITMA WELCH-POWELL**

***COURSE SCHEDULING IN DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF  
MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES, UNIVERSITY OF MATARAM  
USING WELCH-POWELL ALGORITHM***

**Wahyu Dwi Anggara<sup>1</sup>, Zata Yumni Awanis<sup>2</sup>, Bulqis Nebulla Syechah<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram.

Jl. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Tel/Fax (0370) 633007

email: [wahyudwianggara444@gmail.com](mailto:wahyudwianggara444@gmail.com)

**Abstrak.** Setiap awal semester, Fakultas MIPA Universitas Mataram melakukan penjadwalan mata kuliah. Pada kenyataannya, sering terjadi bentrok antar mata kuliah dikarenakan dosen yang bersangkutan mengajar mata kuliah yang berbeda atau mahasiswa mengambil mata kuliah yang berbeda dalam waktu yang bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan mata kuliah di Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Mataram menggunakan algoritma Welch-Powell. Algoritma Welch-powell merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk pewarnaan titik pada graf. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh 24 warna untuk mewarnai graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah semester gasal dan 19 warna untuk mewarnai graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah semester genap. Hal ini menunjukkan bahwa dibutuhkan 24 waktu yang berbeda untuk melakukan penjadwalan mata kuliah semester gasal dan 19 waktu yang berbeda untuk melakukan penjadwalan mata kuliah semester genap. Hasil ini bisa disesuaikan dengan waktu yang tersedia untuk perkuliahan di fakultas MIPA, sehingga hasil yang didapatkan sudah optimal.

**Kata kunci:** Algoritma Welch-Powell, Penjadwalan, Pewarnaan titik.

**Abstract.** *At the beginning of each semester, the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Mataram schedules courses. In fact, there are often clashes between courses because some lecturers teach different courses or some students take different courses at the same time. This study aims to optimize the scheduling of Mathematics Department courses at Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Mataram, using Welch-Powell algorithm. The Welch-Powell algorithm is one of the algorithms that used for vertex-coloring of a graph. Based on the research conducted, we need 24 colors to color the graph representing the odd semester course schedule and 19 colors to color the graph representing the even semester course schedule. This shows that it takes 24 different times to schedule courses for odd semesters and 19 different times to schedule courses for even semesters. These results can be adjusted according to the time available for lectures at Faculty of Mathematics an Natural Sciences, so that the obtained results are optimal.*

**Keywords:** *Scheduling, vertex-coloring, Welch-Powell Algorithm.*

## PENDAHULUAN

Setiap awal semester, penjadwalan kuliah merupakan pekerjaan yang harus dilakukan dalam sistem akademik suatu perguruan tinggi. Begitu juga dengan Fakultas MIPA Universitas Mataram. Pada kenyataannya, sering terjadi bentrok antar beberapa mata kuliah dikarenakan dosen yang bersangkutan sudah mengajar di mata kuliah lain pada waktu yang sama atau mahasiswa yang bersangkutan mengambil mata kuliah lain pada waktu yang sama. Hal ini menyebabkan perkuliahan di awal semester menjadi terganggu, sehingga harus dilakukan penyusunan jadwal kembali. Selain itu, kesulitan dalam hal penyesuaian waktu yang masih kosong juga menjadi suatu kendala, terutama pada saat mencari jadwal kuliah pengganti atau kuliah tambahan. Proses manual memerlukan waktu yang cukup lama untuk dapat melakukan hal ini dan memungkinkan terjadi *human error*. Jika kejadian seperti ini selalu berulang tiap kali menghadapi semester baru, maka sepatutnya permasalahan ini mendapat prioritas untuk dicari solusinya demi peningkatan mutu sistem akademik di Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Mataram. Dalam kajian ilmu di Matematika Diskrit, Teori Graf memberi solusi untuk permasalahan ini melalui bahasannya tentang pewarnaan graf (Sutikno dan Widhoyoko, 2017).

Definisi sebuah graf secara matematis adalah sebagai pasangan himpunan sejumlah titik (*vertex*) dan himpunan sisi (*edge*) (Daswa dan Riyadi, 2017). Saat ini, Teori Graf semakin berkembang dan menarik karena keunikan dan banyak sekali penerapannya. Keunikan Teori Graf adalah kesederhanaan pokok bahasan yang dipelajarinya karena dapat disajikan sebagai titik dan sisi (Sutikno dan Widhoyoko, 2017). Powell digunakan karena lebih cepat dari segi waktu dan lebih singkat dalam kompleksitas dibandingkan dengan algoritma yang lain (Ermanto dan Riti, 2022). Selain itu juga, sudah banyak penelitian tentang pewarnaan titik pada graf yang menggunakan algoritma Welch-Powell.

Pada penelitian ini digunakan metode pewarnaan titik pada graf. Pewarnaan titik pada graf adalah pemberian warna untuk setiap titik pada graf sehingga tidak ada dua titik yang bertetangga memiliki warna yang sama. Pewarnaan graf mempunyai penerapan yang cukup luas, salah satunya adalah penjadwalan mata kuliah. Pembangunan sistem penjadwalan kuliah yang menerapkan teori ini diharapkan mampu menjawab

permasalahan yang disebutkan di atas secara tepat sehingga dapat diimplementasikan untuk penjadwalan kuliah (Sutikno dan Widhoyoko, 2017). Penelitian ini menggunakan algoritma Welch-Powell untuk melakukan pewarnaan titik pada graf. Algoritma Welch-

## KAJIAN PUSTAKA

### Teori Graf

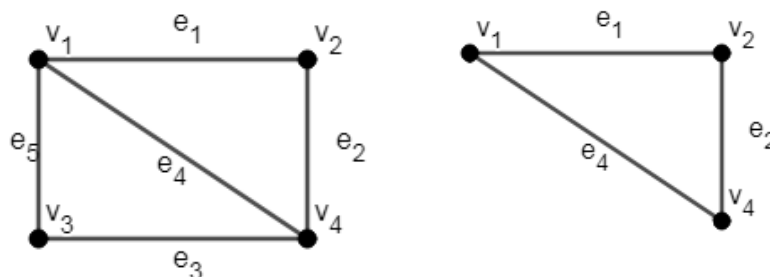
**Definisi 1** (Chartrand dan Zhang, 2006)

Sebuah **graf**  $G = (V(G), E(G))$  terdiri atas himpunan tak kosong berhingga  $V(G)$  yang terdiri dari titik-titik dan himpunan  $E(G)$  yang anggotanya terdiri dari 2-elemen subhimpunan  $V(G)$ , atau dengan kata lain  $E(G) = \{u, v : u, v \in V(G)\}$ . Notasi  $e = \{u, v\}$  dapat ditulis sebagai  $e = uv$  (atau  $e = vu$ ). Himpunan  $V(G)$  dan  $E(G)$  berturut-turut disebut **himpunan titik** dan **himpunan sisi** graf  $G$ . Banyak titik dan sisi dari graf  $G$  berturut-turut disebut **orde** dan **ukuran** graf  $G$ .

**Definisi 2** (Chartrand dan Zhang, 2006)

Sebuah graf  $H$  disebut sebagai **subgraf** dari graf  $G$ , ditulis  $H \subseteq G$ , jika  $V(H) \subseteq V(G)$  dan  $E(H) \subseteq E(G)$ .

Contoh pada Gambar 1.,  $V(G_1) = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ ,  $E(G_1) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$ . Graf  $G_1'$  adalah subgraf dari graf  $G_1$ , karena  $V(G_1') = \{v_1, v_2, v_4\}$ ,  $E(G_1') = \{e_1, e_2, e_4\}$ , sehingga  $V(G_1') \subseteq V(G_1)$  dan  $E(G_1') \subseteq E(G_1)$ .



**Gambar 1.** (a) Graf  $G_1$  (b) Graf  $G_1'$

**Definisi 3** (Chartrand dan Zhang, 2006)

Jika  $e = uv$  adalah sisi pada  $G$ , maka  $u$  dan  $v$  adalah titik-titik yang **bertetangga**. Bisa dikatakan juga  $u$  dan  $v$  dihubungkan langsung oleh sisi  $e$ . Titik  $v$  disebut **bersisian** dengan sisi  $e$  jika  $v \in e$ .

Titik  $v_1$  dan  $v_2$  dari graf  $G_1$  pada Gambar 1. dikatakan bertetangga karena keduanya terhubung langsung oleh sisi  $e_1$ , sedangkan titik  $v_2$  dan  $v_3$  tidak bertetangga karena keduanya tidak terhubung langsung oleh sebuah sisi. Kemudian titik  $v_1$  bersisian dengan  $e_1$  dan  $e_4$  karena  $e_1 = v_1v_2$  dan  $e_4 = v_1v_4$ .

**Definisi 4** (Chartrand dan Zhang, 2006)

**Derajat** dari suatu titik  $v$  pada graf  $G$  adalah jumlah sisi yang bersisian dengan  $v$  dan dinotasikan dengan  $\deg_G v$ .

Titik  $v_1$  dari graf  $G_1$  pada Gambar 1. berderajat 3 karena jumlah sisi yang bersisian dengan titik  $v_1$  adalah 3, sedangkan titik  $v_2$  berderajat 2 karena jumlah sisi yang bersisian dengan titik  $v_2$  adalah 2.

**Definisi 5** (Chartrand dan Zhang, 2006)

Misalkan  $G$  adalah sebuah graf yang berorde  $n$  dan berukuran  $m$ , dimana  $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  dan  $E(G) = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ . **Matriks ketetanggaan** dari  $G$  adalah matriks  $A = [a_{ij}]$  berukuran  $n \times n$ , dimana

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika } v_i v_j \in E(G), \\ 0, & \text{untuk yang lain.} \end{cases}$$

Matriks ketetanggaan dari graf  $G_1$  pada Gambar 1. adalah

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

## Pewarnaan Graf

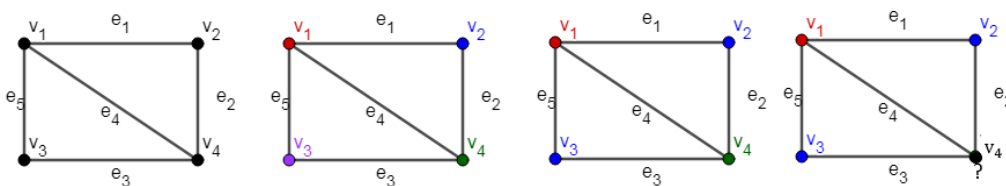
**Definisi 6** (Chartrand dan Zhang, 2006)

**Pewarnaan titik** adalah memberi warna titik-titik pada graf sehingga dua titik bertetangga mempunyai warna yang berbeda.

**Definisi 7** (Chartrand dan Zhang, 2006)

pewarnaan titik pada  $G$  disebut **bilangan kromatik** dari  $G$ , yang dinotasikan dengan  $\chi(G)$ .

Pada Gambar 2., Graf  $G_3$  merupakan graf yang belum diberikan warna pada titik-titiknya, graf  $G_3'$  merupakan graf yang diberikan 4 warna pada titik-titiknya, dan graf  $G_3''$  merupakan graf yang diberikan 3 warna pada titik-titiknya. Dapat dilihat pada gambar  $G_3'$  dan gambar  $G_3''$  bahwa semua titik yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Pada gambar  $G_3'''$  akan diwarnai dengan menggunakan dua warna. Karena  $v_1$  bertetangga dengan  $v_2$ , maka tanpa mengurangi perumuman,  $v_1$  diberikan warna merah dan  $v_2$  diberikan warna biru. Kemudian karena  $v_1$  bertetangga dengan  $v_3$  dan  $v_1$  telah diwarnai dengan warna merah, maka  $v_3$  diwarnai dengan warna biru (karena  $v_3$  tidak bertetangga dengan  $v_2$ ). Karena  $v_4$  bertetangga dengan  $v_1$ ,  $v_2$ , dan  $v_3$ , maka  $v_4$  tidak bisa diwarnai dengan warna biru atau merah. Akibatnya, dibutuhkan setidaknya tiga warna sehingga graf  $G_3$  memiliki suatu pewarnaan titik. Jadi, bilangan kromatik pada graf  $G_3$  adalah 3.



**Gambar 2.** (a) Graf  $G_3$ , (b) Graf  $G_3'$ , (c) Graf  $G_3''$ , (d) Graf  $G_3'''$

## Algoritma Welch-Powell

Algoritma Welch-Powell dapat digunakan untuk mewarnai sebuah graf secara efisien, akan tetapi algoritma ini tidak selalu memberikan jumlah minimum warna yang diperlukan untuk mewarnai (Munir, 2014). Walaupun demikian, algoritma ini praktis untuk digunakan dalam mewarnai titik graf (Daswa dan Riyadi, 2017).

Algoritma Welch-Powell menurut Munir pada tahun 2014 dinyatakan sebagai berikut.

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu membuat graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah. Dalam pembuatan graf tersebut, variabel mata kuliah akan dijadikan titik-titik pada graf, dimana dua titik (mata kuliah) bertetangga jika terdapat seorang mahasiswa mengambil dua mata kuliah yang berbeda atau seorang dosen mengampu dua mata kuliah yang berbeda. Penyusunan jadwal mata kuliah ini dibagi menjadi dua, yaitu jadwal mata kuliah Semester Gasal Kurikulum 2021 dan jadwal mata kuliah Semester Genap Kurikulum 2021. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah membuat matriks ketetanggaan. Matriks ketetanggaan diimport ke Jupyter Notebook untuk memperoleh graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah.

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan suatu pewarnaan titik pada graf mata kuliah yang diperoleh pada Langkah sebelumnya. Titik-titik pada graf jadwal mata kuliah diberikan warna sehingga titik-titik yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Algoritma yang digunakan untuk melakukan pewarnaan titik dalam penelitian ini yaitu algoritma Welch-Powell. Langkah pertama dalam algoritma Welch-Powell yaitu mengurutkan titik-titik pada graf mata kuliah dalam derajat yang menurun. Kemudian digunakan satu warna untuk mewarnai titik pertama (yang mempunyai derajat tertinggi) dan titik-titik lain yang tidak bertetangga dengan titik pertama ini. Selanjutnya dimulai lagi dengan titik derajat tertinggi berikutnya di dalam daftar terurut dan diulangi sampai semua titik telah diwarnai.

Setelah mendefinisikan pewarnaan titik pada graf jadwal mata kuliah, dapat dilihat mata kuliah mana saja yang bisa atau tidak bisa dijadwalkan di waktu yang sama. Titik atau mata kuliah yang memiliki warna yang sama bisa dijadwalkan pada waktu yang sama. Selanjutnya dilakukan penyesuaian antara hasil yang didapatkan dengan ruang kelas dan waktu yang tersedia untuk perkuliahan di Fakultas MIPA Universitas Mataram. Setelah melakukan penyesuaian, langkah selanjutnya membuat rekomendasi jadwal mata kuliah.

Jumlah warna yang didapatkan dari pewarnaan graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah Semester Gasal adalah 24 warna. Hasil yang didapatkan yaitu bilangan kromatik dari graf tersebut karena terdapat subgraf lengkap yang memiliki 24 titik, sehingga terdapat minimal 24 titik yang harus memiliki warna yang berbeda. Begitu juga dengan graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah Semester Genap, jumlah warna yang didapatkan dari pewarnaan graf tersebut adalah 19 warna. Hasil yang didapatkan yaitu bilangan kromatik karena terdapat subgraf lengkap yang memiliki 19 titik, sehingga terdapat minimal 19 titik yang harus memiliki warna yang berbeda. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan adalah hasil yang paling optimal.

## **KESIMPULAN**

Jumlah warna yang didapatkan dari pewarnaan graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah Semester Gasal adalah 24 warna. Hasil yang didapatkan yaitu bilangan kromatik dari graf tersebut karena terdapat subgraf lengkap yang memiliki 24 titik, sehingga terdapat minimal 24 titik yang harus memiliki warna yang berbeda. Begitu juga dengan graf yang merepresentasikan jadwal mata kuliah Semester Genap, jumlah warna yang didapatkan dari pewarnaan graf tersebut adalah 19 warna. Hasil yang didapatkan yaitu bilangan kromatik karena terdapat subgraf lengkap yang memiliki 19 titik, sehingga terdapat minimal 19 titik yang harus memiliki warna yang berbeda. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan adalah hasil yang paling maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, S. (2011). Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell. *Jurnal Dian* Vol. 11 No. 1. Universitas Dian Nuswantoro Semarang: Semarang.
- Chartrand, G., dan Zhang, P. (2006). *Intoduction to Graph Theory*. The McGraw-Hill Companies: United States.
- Daswa dan Riyadi, M. (2017). Aplikasi Pewarnaan Graf pada Masalah Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Universitas Kuningan: Universitas Kuningan: Kuningan.
- Ermanto Y. V., dan Riti Y. F. (2022). Perbandingan Implementasi algoritma Welch Powell dan Recursive Largest First dalam Penjadwalan Mata Kuliah. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis* Vol. 4 No. 1. Universitas Katolik Darma Cendika: Surabaya.
- Munir, R. (2014). *Matematika Diskrit*. Informatika Bandung: Bandung.
- Sutikno, A., dan Widhoyoko, Y. P. (2017). Penyusunan jadwal kuliah dengan algoritma pewarnaan pada program studi pendidikan teknologi informasi universitas slamet riyadi. Universitas Slamet Riyadi: Surakarta.
- Syam, R., Ihsan H., dan Asman (2019). Aplikasi Pewarnaan Graf dengan Algoritma Recursive Largest First pada Penjadwalan Mata Kuliah. Universitas Negeri Makasar: Makasar.