

PENGEMBANGAN ALGORITMA WELSH POWELL PADA PENYUSUNAN JADWAL KULIAH

Mulya Wiladi^{1*}, Nanda Arista Rizki¹, Brilly Maxel Salindeho¹

¹Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Mulawarman, Indonesia
Corresponding author: mulyawiladi11@gmail.com

Abstrak. Graf adalah himpunan objek-objek yang disebut titik dan setiap dua titik dapat terhubung oleh suatu sisi. Pewarnaan graf adalah pemberian warna pada setiap titik di graf sehingga setiap dua titik yang terhubung oleh suatu sisi memiliki warna yang berbeda. Pada penelitian ini, kami menerapkan *algoritma Welsh Powell* yang dikembangkan untuk melakukan pewarnaan graf yang memodelkan masalah penyusunan jadwal kuliah. Jadwal kuliah yang dimodelkan adalah jadwal kuliah di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman. Algoritma ini menghasilkan jadwal kuliah tanpa adanya jadwal yang berbentrok pada satu waktu dengan mempertimbangkan mata kuliah, peserta kuliah, dosen pengampu, dan banyaknya ruangan yang tersedia. Algoritma pewarnaan graf pada penelitian ini dijalankan dengan bantuan perangkat lunak *GNU Octave*.

Kata Kunci: *Graf, Pewarnaan, Welsh Powell, Jadwal Kuliah.*

1 PENDAHULUAN

Dalam melakukan hal apapun tidak akan terlepas dari masalah *human error*. Salah satu penyebab terjadinya *Human error* yaitu karena keterbatasan kemampuan manusia itu sendiri, sehingga membutuhkan bantuan untuk menggantikan tugasnya agar dapat menutupi keterbatasan seperti kurangnya tenaga dan kemampuan berfikir. Bantuan tersebut dapat berupa kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) untuk mencapai tujuan dan tugas tertentu.

Salah satu permasalahan yang sering terjadi khususnya di ranah pendidikan yaitu masalah dalam penyusunan jadwal pelajaran atau jadwal perkuliahan. Jadwal yang dihasilkan dari penyusunan secara manual atau hanya dengan kemampuan manusia sering kali ditemukannya jadwal yang bersamaan pada satu waktu. Hal itu akan mengganggu jalannya kegiatan perkuliahan. Karena masalah tersebut dapat mengakibatkan terhambatnya perkuliahan dan akan mengurangi tenaga dan waktu untuk menyusun ulang jadwal tersebut.

Jika permasalahan penyusunan jadwal selalu terjadi pada setiap awal semester, maka kejadian ini merupakan permasalahan yang penting dan mendesak sehingga menjadi permasalahan yang harus diselesaikan agar perkuliahan berjalan dengan baik. Agar permasalahan penyusunan jadwal tidak terjadi lagi dan juga menghindari *human error* dalam penyusunannya, penyusunan jadwal tersebut dapat dilakukan dengan kecerdasan buatan. Salah satu cara dalam penyusunan jadwal dapat dilakukan dengan algoritma, seperti algoritma *welsh powell*.

Astuti (2011) menggunakan algoritma *Welsh Powell* untuk menjadwalkan mata kuliah dengan melihat variasi mahasiswa yang mengontrak mata kuliah. Dalam prosesnya pemanfaatan algoritma ini, diperlukan pemikiran yang cukup rumit untuk dapat memetakan sejumlah komponen penjadwalan (mata kuliah, mahasiswa, ruang, dan waktu) ke dalam matriks alokasi jadwal kuliah dengan mempertimbangkan semua batasan yang ada. Penyusunan jadwal dalam penelitian ini memperhatikan peserta kuliah, mata kuliah, dosen pengampu, dan banyak ruang yang tersedia. Faktor-faktor lain seperti jumlah Satuan Kredit Semester (SKS) dan kapasitas ruangan diasumsikan sama.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pewarnaan Graf

Secara umum, graf adalah pasangan himpunan terurut (V, E) di mana V adalah himpunan tidak kosong dari simpul simpul (*vertex* atau *node*) dan E adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul pada graf tersebut. Masing-masing komponen tersebut dapat dijabarkan menjadi

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\} \text{ dan } E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\},$$

dengan himpunan sisi

$$E = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), \dots, (v_{n-1}, v_n)\}.$$

Dalam hal ini, $e = (v_i, v_j)$ menyatakan sisi yang menghubungkan simpul v_i dan

v_j

Pewarnaan graf (*graph coloring*) merupakan salah satu topik menarik yang ada dalam teori graf. Pewarnaan graf dapat berupa pewarnaan simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah. Pewarnaan graf bukan sekedar memberikan warna yang berbeda, tetapi juga untuk meminimalkan jumlah warna yang digunakan. Dalam penelitian ini, pewarnaan yang digunakan adalah pewarnaan simpul.

Pewarnaan simpul pada sebuah graf adalah memberi warna pada setiap simpul graf sedemikian sehingga setiap dua simpul bertetangga mempunyai warna yang berbeda. Suatu graf yang menggunakan n buah warna disebut dengan n -*coloring*. Ukuran yang menyatakan banyaknya warna minimal yang dapat diberikan kepada suatu graf G disebut dengan bilangan kromatik dan dilambangkan dengan $\chi(G)$.

2.2 Algoritma welsh powell

Pada graf-graf tertentu, proses pewarnaan dapat dilakukan secara cepat dan mudah, misalnya untuk kasus graf lengkap dan graf lingkaran. Namun pada kenyataannya, seringkali graf yang dijumpai dalam bentuk yang tidak teratur. Pada kondisi tersebut, sangat dibutuhkan algoritma tertentu untuk menyelesaikan masalah pewarnaannya. Salah satu algoritma yang mampu menjawab ini adalah algoritma Welch Powell.

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data jadwal perkuliahan Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman semester genap tahun ajaran 2018/2019. Metode dalam penyusunan jadwal perkuliahan ini yaitu menggunakan pewarnaan graf dengan bantuan algoritma Welsh Powell yang telah dikembangkan.

Penelitian ini diawali dengan merubah data jadwal kuliah menjadi matriks-matriks dengan elemen bernilai 1 jika memiliki hubungan dan 0 jika tidak memiliki hubungan. Matriks-matriks tersebut dibuat dengan melihat keterkaitan antar variabel, yaitu keterkaitan mata kuliah dengan mahasiswa dan dosen dengan mata kuliah. Lalu dibuat matriks ketetanggaan dari kedua matriks tersebut dengan simpul menyatakan mata kuliah dan sisi menyatakan mata kuliah tersebut tidak dapat dilaksanakan secara bersamaan. Dari matriks ketetanggaan tersebut, dilihat derajat dari setiap mata kuliah dan diurutkan dari derajat terbesar hingga derajat terkecil. Kemudian simpul yang mempunyai derajat tertinggi diwarnai dengan label 1 lalu simpul selanjutnya diberi warna berbeda ketika bertetangga dengan simpul sebelumnya, dan sebaliknya diberi warna yang sama dengan simpul sebelumnya ketika tidak bertetangga. Setelah semua simpul diberi warna, dilihat warna yang memiliki jumlah terbanyak lalu mata kuliah dengan warna tersebut disusun ke dalam jadwal. Hal tersebut dilakukan hingga semua mata kuliah masuk ke dalam jadwal perkuliahan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam membuat graf secara visual, penelitian ini menggunakan piranti lunak GNU Octave dalam proses menganalisis data yang ada, dan Piranti lunak GeoGebra untuk memudahkan dalam menggambar graf. Pada studi kasus ini, terdapat 48

mahasiswa semester genap program studi matematika Tahun ajaran 2018/2019. Setiap mahasiswa akan memilih mata kuliah yang terdiri dari 19 mata kuliah.

Selain memperhatikan data mahasiswa yang mengambil mata kuliah, diperhatikan pula data dosen yang mengajar di setiap mata kuliah tersebut. Hal ini dikarenakan dosen yang mengajar lebih dari satu mata kuliah tidak dapat melaksanakannya secara bersamaan. Dalam kasus ini, terdapat 13 dosen yang mengajar mata kuliah program studi Matematika.

Langkah awal dalam menganalisis data-data yang ada yaitu membuat matriks keterkaitan antara mahasiswa dengan mata kuliah dan antara dosen dengan mata kuliah. Berikut adalah matriks keterkaitan antara mahasiswa dan mata kuliah

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Gambar 1: Matriks keterkaitan antara mahasiswa dan mata kuliah.

Sedangkan matriks keterkaitan antara dosen dan mata kuliah adalah sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Gambar 2: Matriks keterkaitan antara dosen dan mata kuliah.

Lalu dibuat matriks ketetangaan dari kedua matriks tersebut dengan simpul menyatakan mata kuliah dan sisi menyatakan mata kuliah tersebut tidak dapat dilaksanakan secara bersamaan.

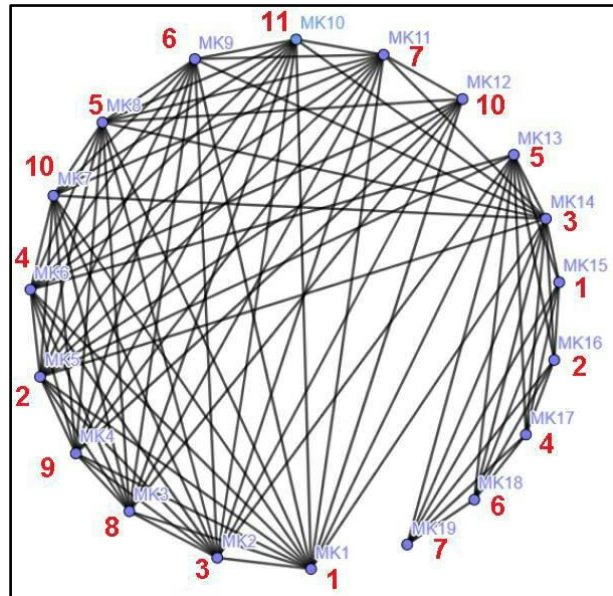
$$\begin{bmatrix}
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1
 \end{bmatrix}$$

Gambar 3: Matriks ketetangaan

$$\begin{bmatrix}
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0
 \end{bmatrix}$$

Gambar 4: Matriks ketetangaan setelah diurutkan

Warna-warna yang berbeda dapat diberikan pada simpul graf yang menunjukkan bahwa waktu perkuliahan berbeda. Dalam pemberian pewarnaan pada graf, harus dimulai dengan simpul yang memiliki derajat tertinggi dan seterusnya. Pemberian warna dilakukan sesedikit mungkin agar memaksimalkan waktu perkuliahan yang tersedia. Untuk itu harus ditentukan banyak bilangan kromatik yang digunakan untuk memiliki warna yang sama, sehingga masing-masing mata kuliah tersebut dapat dilakukan tanpa mengalami bentrok.



Gambar 5: Hasil pewarnaan graf

Berdasarkan Gambar, bahwa 19 simpul mata kuliah dapat diwarnai oleh 11 warna berbeda dengan memisalkan warna menjadi angka yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, dan 11. Hal itu juga dapat dijelaskan bahwa untuk simpul-simpul yang memiliki warna yang sama berarti mata kuliah tersebut dapat dilaksanakan pada waktu yang bersamaan. Dengan kata lain, bahwa mata kuliah dalam program studi Matematika dapat dialokasikan ke dalam 11 *timeslot*.

Dari 11 warna tersebut, setiap mata kuliah dapat disusun sedemikian sehingga tidak ada satupun mata kuliah yang bentrok. Dengan algoritma welsh powell yang dikembangkan dan dibantu dengan piranti lunak GNU Octave, didapatkan hasil penjadwalan 19 mata kuliah yang ada di jurusan Matematika sebagai berikut

Tabel 1: Simulasi Jadwal Mata Kuliah Program Studi Matematika

Hari	Waktu	Mata kuliah	
		Ruangan 1	Ruangan 2
Senin	Jam pertama	Mk1	Mk15
	Jam kedua	Mk5	Mk16
	Jam ketiga	Mk2	Mk14
	Jam keempat	Mk 6	Mk17
Selasa	Jam pertama	Mk8	Mk3
	Jam kedua	Mk9	Mk18
	Jam ketiga	Mk11	Mk19
	Jam keempat	Mk 7	Mk12

Hari	Waktu	Mata kuliah	
		Ruangan 1	Ruangan 2
Rabu	Jam pertama	Mk3	
	Jam kedua	Mk4	
	Jam ketiga	Mk10	
	Jam keempat		

6 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis dan implementasi penjadwalan mata kuliah semester genap Tahun ajaran 2018/2019 Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mulawarman, maka dapat disimpulkan bahwa

1. Algoritma Welsh-Powell dapat menyusun jadwal mata kuliah dengan proses pengolahan data dari sistem akademik dan didapatkan 11 warna. Hal itu juga dapat dijelaskan bahwa untuk simpul-simpul yang memiliki warna yang sama berarti mata kuliah tersebut dapat dilaksanakan pada waktu yang bersamaan.
2. Algoritma welsh-powell yang dikembangkan dan dibantu dengan piranti lunak GNU Octave dapat menghasilkan jadwal kuliah dari 19 mata kuliah yang ada di jurusan Matematika dengan sendirinya sehingga tidak ada satupun jadwal yang berbenturan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Astuti., Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell, *Jurnal Dian*, **Vol 1**, No. 1, hal 68-74, 2011.
- [2] W. Astuti, Adiwijaya, Graph Coloring Based on Evolutionary Algorithms to Support Data Hiding Scheme on Medical Images, *Procedia Computer Science*, **Vol 74**, hal. 173-177, 2015.
- [3] J.A. Bondy, U.S.R. Murty, *Graph Theory*, New York, Springer, 2008.
- [4] I K. Budayasa, *Teori Graph dan Aplikasinya*, Surabaya, Unesa University Press, 2007.