

Penerapan Algoritma *Welch-Powell* Pada Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Program Studi Pendidikan Matematika

Ririn Mufidatur Rohmawati^{1*}, M. Ivan Ariful Fathoni¹, Ismanto¹

¹Prodi Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Jl. Ahmad Yani No. 10 Bojonegoro, Indonesia

*Penulis Korespondensi. Email: mufidatur14@gmail.com

Abstrak

Teori graf dapat diterapkan dalam penjadwalan mata kuliah. Permasalahan yang di bahas pada penelitian ini yaitu pengaturan penjadwalan mata kuliah di Program Studi Pendidikan Matematika UNUGIRI dengan menggunakan pewarnaan graf. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mencegah terjadinya tumpang tindih (*cross-over*) dalam penyusunan mata kuliah. Penjadwalan yang baik merupakan sebuah penjadwalan yang dapat dilakukan oleh seluruh pihak terkait dalam kegiatan belajar-mengajar. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini yaitu algoritma *Welch-Powell*. Penelitian dilakukan menggunakan metode deduktif aksiomatik dengan menurunkan aksioma atau teorema yang telah ada, kemudian diterapkan dalam pewarnaan simpul pada representasi graf dari penjadwalan perkuliahan program studi pendidikan matematika UNUGIRI. Berdasarkan algoritma *Welch-Powell* diperoleh matriks kesiapan mengajar mata kuliah semester ganjil Th. 2022/2023 dengan enam warna yang berbeda. Keenam warna tersebut merepresentasikan penjadwalan 26 matakuliah Program Studi Pendidikan Matematika UNUGIRI ke dalam enam hari tanpa adanya tumpang tindih (*cross-over*).

Kata Kunci: Graf; Algoritma *Welch-Powell*; Simpul; Penjadwalan Mata Kuliah

Abstract

Graph theory can be applied in course scheduling. The problem discussed in this study is scheduling courses in the UNUGIRI Mathematics Education Study Program using graph coloring. The purpose of this study is to prevent the occurrence of overlap (cross-over) in the preparation of courses. Good scheduling is a schedule that can be carried out by all related parties in teaching and learning activities. The algorithm used in this study is the Welch-Powell algorithm. The research was conducted using an axiomatic deductive method by deriving existing axioms or theorems, then applied to vertex coloring on the graph representation of the lecture scheduling of the UNUGIRI mathematics education study program. The readiness matrix to teach odd-semester courses is obtained based on the Welch-Powell algorithm. 2022/2023 with six different colors. The six colors represent the scheduling of 26 UNUGIRI Mathematics Education Study Program courses into six days without any cross-over.

Keywords: *Graph; Welch-Powell Algorithm; Vertex; Course Scheduling*

1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan mengambil bagian yang signifikan dalam menangani persoalan persoalan di kehidupan sehari-hari. yang disebut masalah tidak dapat dipisahkan dari manusia. Permasalahan yang ada sering kali menyangkut – pautkan beberapa aspek, dalam menyelesaikan masalah memerlukan suatu metode penalaran tertentu atau ilmu tertentu. Salah satu bidang ilmu yang dapat digunakan untuk menangani suatu permasalahan saat ini adalah aritmatika. Matematika adalah salah satu cabang pengetahuan yang dapat digunakan untuk mempermudah penyajian dan pemahaman masalah. Salah satu alat yang dapat membantu menyederhanakan penyajian masalah adalah model matematika. Pada pembahasan model matematika, suatu masalah dapat lebih sederhana untuk dipahami, disajikan dianalisis, dan diselesaikan, baik secara numerik maupun secara analitik.

Salah satu bidang ilmu matematika yang biasa menyederhanakan penyajian masalah dalam kehidupan sehari-hari adalah teori graf [1].

Teori graf merupakan bagian dari matematika yang dapat membantu dalam menemukan solusi untuk masalah di beberapa bidang. Bidang matematika ini memiliki beberapa keunggulan untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan di masyarakat. Teori graf diperkenalkan oleh seorang matematikawan bernama Leonhard Euler pada tahun 1736. Ide muncul ketika memecahkan masalah jembatan Königsberg, Euler kemudian memodelkan masalah tersebut dalam bentuk graf dengan mengasumsikan massa daratan sebagai simpul dan jembatan yang menghubungkan dua massa tanah sebagai graf satu sisi [2]. Teori graf adalah cabang matematika diskrit yang menarik untuk membahas masalah yang berkaitan dengan masalah sehari-hari [3]. Meskipun graf adalah model matematika yang sangat rumit dan menantang, graf dapat menjadi jawaban yang sangat praktis untuk beberapa masalah. Oleh karena itu, representasi graf tergantung pada sifat data dan operasi yang dilakukan pada data kasus tertentu [4]. Suatu masalah fisik yang konkrit dapat direpresentasikan dengan sebuah graf [5].

Teori graf memiliki aplikasi yang sangat luas karena berbeda dan memiliki banyak keunikan, teori graf saat ini berkembang dan menarik. Meluasnya penggunaan teori graf dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan dalam kehidupan sehari-hari merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap perkembangannya yang pesat [6]. Kesederhanaan topik yang dicakup oleh teori graf, yang dapat direpresentasikan sebagai simpul dan sisi, membuatnya istimewa. Salah satu permasalahan yang memanfaatkan teori graf yaitu masalah penjadwalan mata kuliah di Perguruan Tinggi. Pihak Perguruan Tinggi harus berhati-hati dalam memilih strategi penjadwalan yang akan digunakan untuk membuat jadwal perkuliahan karena beragamnya teori penjadwalan yang ada. Tentunya hal ini merupakan tugas yang cukup sulit. Karena Perguruan Tinggi harus memiliki urutan proses pembelajaran yang baik agar mencapai tujuan yang maksimal [7].

Konsep pada teori graf biasanya sering muncul sesuai dengan kebutuhan dan kenyataan yang terjadi pada bidang tertentu seperti halnya penjadwalan [8]. Penjadwalan mata kuliah termasuk masalah yang selalu menjadi prioritas Perguruan Tinggi yang perlu penanganan khusus di setiap awal semester atau tahun akademik. Penjadwalan mata kuliah dalam aplikasi teori graf menggunakan matriks ruang-waktu untuk memvisualisasikan elemen penjadwalan yang berbeda. Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri (UNUGIRI) Salah satu perguruan tinggi yang secara rutin membuat jadwal mata kuliah setiap awal tahun akademik. Studi kasus dalam penelitian ini adalah penjadwalan mata kuliah di Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Penjadwalan mata pelajaran di Program Studi Pendidikan Matematika UNUGIRI ini masih secara manual dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel, sehingga memakan banyak waktu dan memungkinkan terjadinya human error dan bentrok antar jadwal matakuliah.

Penyusunan jadwal dengan menggunakan Graf pernah dilakukan sebelumnya oleh Yahya, dkk. [9]. Penyusunan jadwal yang dilakukan menggunakan penyusunan graf penjadwalan yang terdiri dari mata kuliah, ruang kuliah, dan tim dosen yang siap mengampu mata kuliah masing-masing strata semester setiap harinya. Penerapan pewarnaan graf juga dilakukan oleh Yakin [10] pada penjadwalan perkuliahan Prodi Pendidikan Biologi. Penelitian ini dilakukan untuk menghindari bentrok jadwal, baik dalam hal penggunaan ruang kuliah maupun alokasi waktu perkuliahan. Berdasarkan alasan tersebut, maka penjadwalan dengan menggunakan pewarnaan graf dalam penelitian ini menggunakan algoritma *Welch-Powell*. Algoritma *Welch-Powell* adalah algoritma pemecahan masalah penjadwalan, Aladağ and Hocaoglu [11] menyatakan bahwa algoritma *Welch-Powell* sering digunakan untuk mewarnai graf dengan jumlah warna sesedikit mungkin dengan mengurutkan semua simpul berdasarkan derajat, dari derajat paling besar ke derajat paling kecil. Pada penelitian Supiyandi dan Eka [12], algoritma *Welch-Powell* diterapkan dalam penjadwalan ujian semester. Algoritma ini pernah digunakan juga untuk pewarnaan graf dalam penjadwalan mata

pelajaran di sekolah [13]. Hasil penelitian menghasilkan jadwal pelajaran, dimana jika ada dua kelas yang memiliki mata pelajaran yang sama, dapat dijadwalkan pada hari yang sama namun dalam jam yang berbeda. Sehingga didapatkan jadwal pelajaran yang tidak ada bentrok antar guru, mata pelajaran, dan jam mengajar. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, dalam penelitian ini algoritma *Welch-Powell* diterapkan dalam penjadwalan matakuliah.

Alokasi waktu (sesuai SKS untuk setiap mata kuliah), ketersediaan dosen di masing-masing program studi, dan ketersediaan ruang kuliah menjadi kendala dalam perencanaan jadwal perkuliahan di kampus. Salah satu program studi yang bermasalah dengan penjadwalan adalah Program studi Pendidikan Matematika UNUGIRI. Saat membuat jadwal kuliah, penting untuk mengalokasikan waktu kuliah, mengidentifikasi presenter, dan menentukan ruang kuliah. Sedangkan jenjang semester di Program studi Pendidikan Matematika UNUGIRI ada bermacam-macam, mulai dari semester pertama sampai semester tujuh (untuk semester individu) dan dari semester kedua sampai semester delapan (sampai semester). Penggunaan ruang kuliah dan penjadwalan dosen yang tumpang tindih merupakan masalah penjadwalan yang umum terjadi di kampus. Selain itu, jadwal perkuliahan saat ini melampaui jumlah jam yang telah dialokasikan untuk perkuliahan berdasarkan SKS untuk setiap mata kuliah. Oleh karena itu, diperlukan sistem penjadwalan perkuliahan yang lebih efektif guna meningkatkan efektifitas dan efisiensi pembelajaran di kampus. Berdasarkan uraian penjelasan tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah “mengimplementasikan pewarnaan graf dalam penjadwalan mata kuliah di Program Studi Pendidikan Matematika UNUGIRI menggunakan algoritma *Welch-Powell*”.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan metode deduktif aksiomatik, yaitu dengan menurunkan aksioma atau teorema yang telah ada, kemudian diterapkan dalam pewarnaan simpul pada representasi graf dari penjadwalan perkuliahan program studi pendidikan matematika semester ganjil tahun akademik 2022/2023 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UNUGIRI. Penjawalan merupakan alokasi dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan sebuah kumpulan pekerjaan.

Penelitian ini diawali dengan menentukan variabel-variabel yang terlibat yaitu, mata kuliah, mahasiswa, rangan, dosen dan waktu yang akan digunakan untuk menyusun penjadwalan. Berikut langkah-langkah dalam penelitian ini adalah:

1) Studi Literatur

Tahap ini dilakukan pengumpulan teori yang digunakan menjadi dasar teori dengan Penelusuran Jurnal/Reverensi dari internet atau buku untuk memperoleh deskripsi yang lebih jelas mengenai pengaturan waktu (*timetabel*), Algoritma *Welch powell* dan pewarnaan Graf.

2) Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah daftar pengampu matakuliah dan kesediaan mengajar dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan untuk semester ganjil tahun akademik 2022/2023.

3) Mempresentasikan data ke dalam bentuk graf bipartit

Pemanfaatan algoritma dalam mengimplementasikan metode algoritma *Welch-Powell* terhadap masalah yang dihadapi diperlukan data berupa graf. Sehingga perlu dilakukan konversi data.

4) Mengimplementasikan hasil

Hasil penerapan algoritma *Welch-Powell* dijadikan dasar pertimbangan untuk menentukan kombinasi dosen dan mata kuliah yang diampu. Kombinasi dosen dan mata kuliah yang diperoleh akan dipetakan menjadi jadwal penempatan kelas dosen dengan mata kuliah yang diampu.

3. Hasil dan Pembahasan

Distribusi jadwal untuk dosen menawarkan informasi tentang ketersediaan dosen mengajar di semester ganjil Th. 2022/2023 serta informasi akses dosen terhadap waktu mengajar. dosen yang bersedia di tempatkan dikelas manapun pada semester ganjil Th. 2022/2023 atas kebijaksanaan dosen, di samping kemauan dan pengalaman yang diminati dosen untuk mata kuliah tersebut.

Tabel 1 menjelaskan bahwa dalam penelitian ini menggunakan algoritma *Welch-Powell* yang digunakan untuk menerapkan pewarnaan simpul pada grafik dengan terlebih dahulu merepresentasikan mata kuliah sebagai simpul dan kemudian dosen sebagai sisi yang menghubungkan kedua simpul tersebut. Dosen yang menyatakan keinginannya tanpa menyebutkan jam ketersediaan dapat diartikan siap setiap saat sepanjang hari dengan membagi waktu kuliah pagi dan kuliah siang. Dosen yang cuti atau tidak ada bahan ajar tidak ditampilkan pada semester ganjil Th. 2022/2023. Data ditampilkan pada Tabel 1 untuk memudahkan pengamatan. Keterkaitan dosen dengan mata kuliah yang diampunya digambarkan pada Tabel 1. Jika memiliki nilai 1 berarti dosen tersebut terbuka untuk mengajar kelas sesuai dengan minat dan latar belakangnya. Sebaliknya, jika nilainya 0, menunjukkan bahwa, mengingat keahlian dan minat dosen, dosen tidak siap untuk mengajar mata kuliah tersebut.

Tabel 1. Hubungan Dosen dengan Mata Kuliah

Semester	Mata Kuliah	Dosen A	Dosen B	Dosen C	Dosen D	Dosen E	Dosen F	Dosen G	Dosen H	Dosen I	Dosen J	Dosen K	Dosen L	Dosen M
1	Pendidikan Pancasila	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pendidikan Agama Islam	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
	Aswaja 1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
	Kalkulus 1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Program dan Aplikasi Komputer	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pengantar Dasar Matematika	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pengembangan Peserta Didik	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Telaah Kurikulum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	Bahasa Inggris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Kalkulus Lanjut	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Geometri Dasar dan Ruang	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Persamaan Diferensial Biasa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Struktur Aljabar	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Teori Bilangan	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Matematika Sekolah II	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Media Pembelajaran	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Participatory Action Research	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Filsafat Ilmu	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Geometri Transformasi	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Metode Numerik	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Metode Penelitian Pendidikan dan Penulisan Ilmiah	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Teori Graf	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Evaluasi Pembelajaran	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Psikologi Pendidikan	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Geometri Non Euclid	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Teori Grup Hingga	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PPL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	KKN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Setelah fokus pada kesiapan untuk mengajar mata kuliah, perpaduan dosen dan mata kuliah dibuat. Satu dosen dapat mengajar beberapa mata kuliah, dan beberapa dosen dapat mengajar satu mata kuliah untuk mengatasi masalah kelas. Sesuai dengan kelas dan mata kuliah yang tersedia, pembagian kelas diterapkan pada setiap kombinasi dosen dan mata kuliah.

Tabel 2. Hasil kombinasi dosen dan mata kuliah (*Matriks Adjacency*)

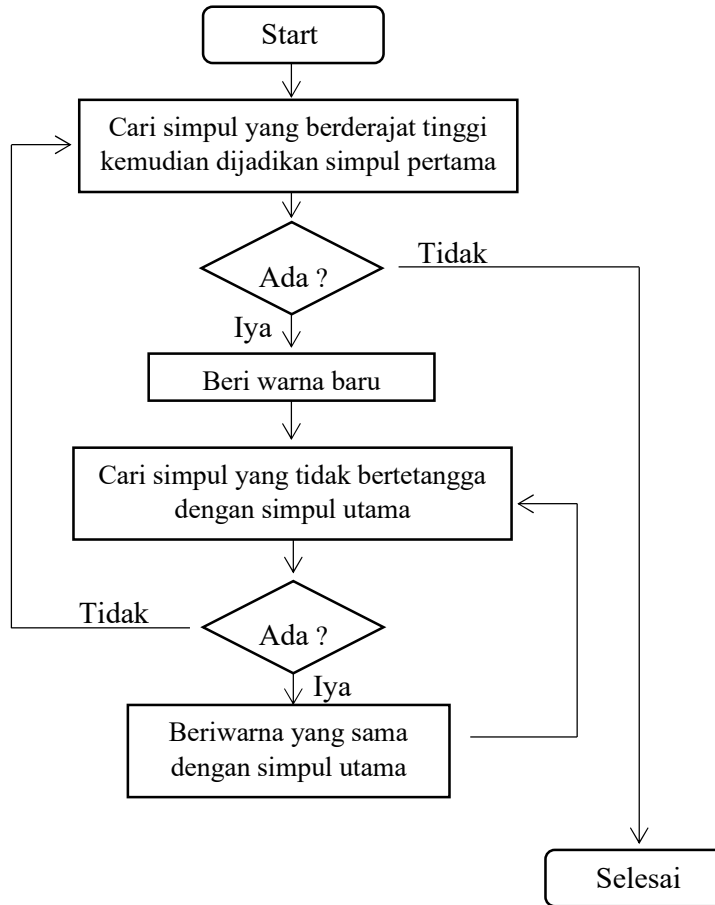
Verte x	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	
V1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
V5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
V6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
V7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
V8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
V9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
V11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
V12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
V13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
V14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
V15	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
V16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
V17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
V20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V21	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
V22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V23	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
V25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Berdasarkan hasil kombinasi dosen dan mata kuliah (*matriks adjacency*) pada Tabel 2 adalah matriks yang baris dan kolomnya disusun berdasarkan urutan simpulnya dengan pemberian angka 1 jika dua simpul terhubung oleh kedua sisinya, dan angka 0 jika simpul tidak keterhubungan [14].

Algoritma *Welch-Powell* merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menambah warna pada suatu graf dengan cara mengarsir simpul-simpul (*vertex*), seperti pada Tabel 2. Langkah-langkah dalam algoritma *Welch-Powell* [15] adalah sebagai berikut:

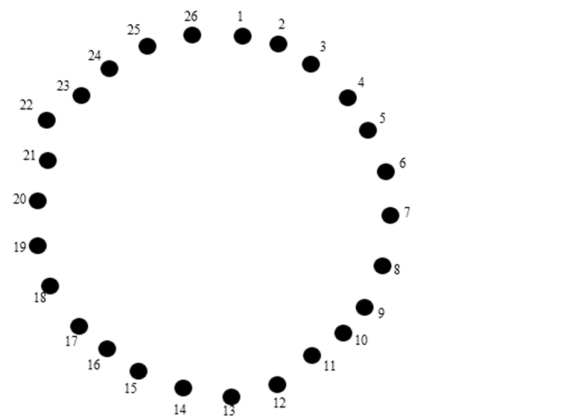
- 1) Mengatur semua simpul dalam urutan derajat, dari terbesar ke terkecil.
- 2) Mengambil warna pertama (misalnya kuning) untuk mewarnai simpul pertama (yang memiliki skor tertinggi). Kemudian warnai simpul yang tidak berdekatan dengan simpul pertama dengan warna yang sama (kuning).
- 3) Melanjutkan pada warna kedua dan seterusnya, sampai semua simpul diwarnai.

Langkah-langkah algoritma *welch-powell* ditampilkan menggunakan diagram alur pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Algoritma Welch-powell

Hasil dari penerapan kombinasi dosen dan mata kuliah (*Matriks Adjacency*) pada Tabel 2. Berikutnya adalah penerapan simpul dan simpul tetangga yang disajikan pada Tabel 3. Representasi 26 simpul digambarkan dalam Graf pada Gambar 2.

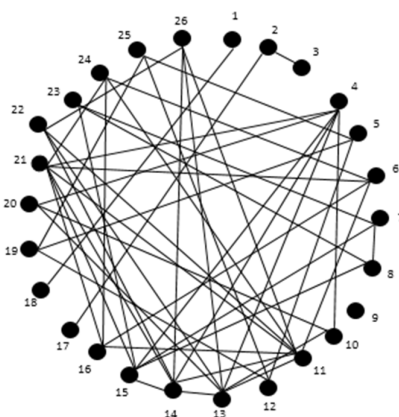


Gambar 2. Representasi simpul

Tabel 3. Penerapan vertex dan simpul tetangga

Simpul	Simpul tetangga	Simpul	Simpul tetangga
V1	V18	V14	V4, V11, V13, V15, V21, V22, V26
V2	V3, V17	V15	V4, V7, V8, V14, V21, V23
V3	V2	V16	V6, V11, V21, V24
V4	V10, V13, V14, V15, V20, V21	V17	V2
V5	V12, V19, V25	V18	V1
V6	V11, V16, V21, V24	V19	V5, V12, V25
V7	V8, V15, V23	V20	V4, V10, V13
V8	V7, V15, V23	V21	V4, V6, V11, V14, V15, V16, V24
V9	-	V22	V11, V13, V14, V26
V10	V4, V13, V20	V23	V7, V8, V15
V11	V6, V13, V14, V16, V21, V22, V24, V26	V24	V6, V11, V16, V21
V12	V5, V19, V25	V25	V5, V12, V19
V13	V4, V10, V11, V14, V20, V22, V26	V26	V11, V13, V14, V22

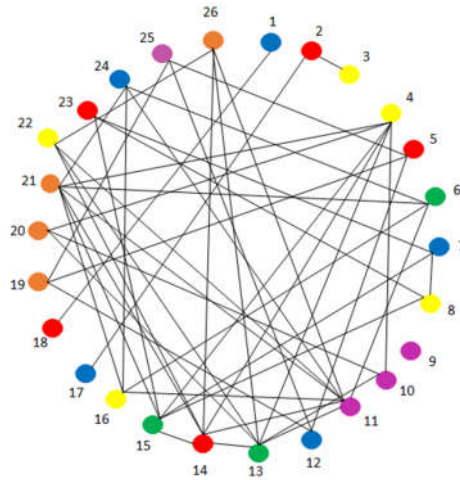
Berdasarkan Tabel 3, diterapkan pewarnaan untuk menentukan warna setiap simpul setelah mengklasifikasikan semua simpul. Teorema 2.1 menyatakan bahwa representasi graf akan digunakan dalam penjadwalan kelas matematika di UNUGIRI pada Th. 2022/2023. Setiap mata kuliah diwakilkan sebagai sebuah simpul (*vertex*) pada grafik, setidaknya dua daerah yang berbatasan langsung (bertetangga) menjadi alasan pengembangan graf tersebut, seperti pada Gambar 3. Mengingat Graf memiliki jumlah derajat tertinggi 8, jelas bahwa graf yang digunakan untuk menggambarkan penjadwalan mata kuliah pendidikan matematika memiliki enam warna yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Warna-warna tersebut adalah merah, biru, hijau, kuning, ungu, dan orange.



Gambar 3. Representasi simpul (Mata Kuliah) Yang Bertetangga

Seperti yang terlihat pada gambar 4, pewarnaan simpul (juga dikenal sebagai pewarnaan simpul) yang melibatkan pemberian warna pada setiap simpul (*vertex*) yang tidak bisa sama dengan warna simpul terdekat. Berdasarkan pewarnaan menggunakan algoritma *welch-powell* dalam pewarnaan graf dalam penelitian ini menggunakan enam warna. Dari enam warna tersebut dapat diartikan bahwa jadwal perkuliahan program studi pendidikan matematika Th. 2022/2023 ada 6 hari

dalam satu minggu. Yaitu hari senin sampaidengan hari sabtu, mulai dari semester 1 (satu) sampai semester 5 (lima).



Gambar 4. Pemberian Simpul (Mata Kuliah) Pada Graf

Hasil pewarnaan yang diterapkan pada Tabel 1 Kemampuan dosen untuk mengampu mata kuliah ditampilkan pada Gambar 4, sangat mungkin beralasan bahwa banyak dosen yang memutuskan untuk menampilkan topik yang sama dan mendapatkan nada yang berbeda, dengan maksud bahwa dengan asumsi dosen mendapatkan kelas yang sama, mereka tidak dapat ditempatkan di kelas yang sama. Jika dosen yang bersangkutan mengajar di kelas yang sama, maka harus mengajar mata kuliah yang berbeda. Dari Tabel 1 juga terlihat pemilihan nama dosen yang mengajar mata kuliah yang berbeda dalam satu kelas.

Matriks yang ditunjukkan pada Tabel 2 mewakili hasil konversi dari Tabel 1. Pertimbangkan hubungan antara dosen dan topik sebelum memilih dosen dan mata kuliah yang akan dibahas. Dengan pemikiran ini, penempatan kelas dan kursus akan diperhitungkan. Hasil penerapan algoritma *Welch-Powell* terhadap kemampuan atau kemauan dosen untuk mengajar mata kuliah yang ditawarkan menghasilkan enam warna dengan gugusan simpul yang kontras dengan warna yang ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan temuan ini, dimungkinkan untuk memetakan dosen dan mata kuliah yang ditawarkan sesuai dengan jumlah ruang kelas yang tersedia, memastikan dosen yang memiliki preferensi mata kuliah yang sama duduk di kelas yang berbeda.

Tabel 4. Pengelompokan mata kuliah sesuai hari







Warna	Mata Kuliah
Merah	Pendidikan Agama Islam, Program Aplikasi Komputer, Teori Bilangan, Filsafat Ilmu, Evaluasi pembelajaran
Biru	Pendidikan Pancasila, Pengembangan Peserta Didik, Persamaan Deferenisial Biasa, Participatory Action Research, Psikologi Pendidikan
Hijau	Pengantar Dasar Matematika, Struktur Aljabar, Matematika Sekolah II
Kuning	Aswaja I, Kalkulus I, Telaah Kurikulum, Media Pembelajaran, Teori Graf
Ungu	Bahasa Inggris, Kalkulus Lanjut, Geometri Dasar dan Ruang, Geometri Non Euclid
Orange	Geometri Transformasi, Metode Numerik, Metode Penelitian dan Penulisan Ilmiah, Teori Group Hingga

Setiap warna pada Tabel 4 penjelasan pewarnaan menunjukkan hari kuliah, oleh karena itu warna yang berbeda menunjukkan hari yang berbeda.

- a) Warna merah menunjukkan hari senin
- b) Warna biru menunjukkan hari selasa
- c) Warna hijau menunjukkan hari rabu
- d) Warna kuning menunjukkan hari kamis
- e) Warna ungu menunjukkan hari jum'at
- f) Warna orange menunjukkan hari sabtu




Berikut adalah tabel-tabel hasil dari pemberian warna sesuai jadwal dan kesediaan dosen dalam mengampu mata kuliah.

Tabel 5. Jadwal mata kuliah semester 01

No	Kode MK	Mata Kuliah	Dosen Pengampu	SKS	Warna
1	UNU 101101	Pendidikan Pancasila	Dosen C	2	
2	UNU 101103	Pendidikan Agama Islam	Dosen J	2	
3	MMI 102101	Aswaja I	Dosen I	2	
4	MTK 104101	Kalkulus I	Dosen A	3	
5	MTK 104109	Program dan Aplikasi Komputer	Dosen E	3	
6	MTK 104120	Pengantar Dasar Matematika	Dosen B	3	
7	MTK 104122	Perkembangan Peserta Didik	Dosen G	3	
8	MTK 104123	Telaah Kurikulum	Dosen G	3	
Total				21	

Berdasarkan Tabel 5 terdapat 4 warna pada jadwal mata kuliah disemester 1 pendidikan matematika UNUGIRI, yang artinya dalam 1 minggu masuk 4 hari yaitu hari senin, selasa, rabu, dan kamis.

Tabel 6. Jadwal mata kuliah semester 03

No	Kode MK	Mata Kuliah	Dosen Pengampu	SKS	Warna
1	MPK 0008	Bahasa Inggris	Dosen M	2	
2	MKK 3403	Kalkulus Lanjut	Dosen H	3	
3	MKK 3406	Geometri Dasar dan Ruang	Dosen D	3	
4	MKK 3409	Persamaan Diferensial Biasa	Dosen E	3	
5	MKK 3415	Struktur Aljabar	Dosen D	3	
6	MKK 3420	Teori Bilangan	Dosen A	3	
7	MKB 3407	Matematika Sekolah II	Dosen G	3	
8	MKB 3409	Media Pembelajaran	Dosen B	3	
Total				23	

Berdasarkan Tabel 6 terdapat 5 warna pada jadwal mata kuliah disemester 3 pendidikan matematika UNUGIRI, yang artinya dalam 1 minggu masuk 5 hari yaitu hari senin, selasa, rabu, kamis, dan jum'at.

Tabel 7. Jadwal mata kuliah semester 05

No	Kode MK	Mata Kuliah	Dosen Pengampu	SKS	Warna
1	MPK 0005	Participatory Action Research	Dosen L	2	Blue
2	MPK 0006	Filsafat Ilmu	Dosen C	2	Red
3	MKK 3408	Geometri Transformasi	Dosen E	2	Orange
4	MKK 3411	Metode Numerik	Dosen H	3	
5	MKK 3423	Metode Penelitian Pendidikan dan Penulisan Ilmiah	Dosen A	3	
6	MKK 3421	Teori Graf	Dosen D	2	Yellow
7	MKB 3405	Evaluasi Pembelajaran	Dosen G	3	Red
8	MKB 3412	Psikologi Pendidikan	Dosen B	2	Blue
9	MKP 3401	Geometri Non Euclid	Dosen E	2	Purple
10	MKP 3407	Teori Grup Hingga	Dosen D	2	Orange
Total				23	

Berdasarkan Tabel 7 terdapat 5 warna pada jadwal mata kuliah di semester 5, yang artinya dalam 1 minggu masuk 5 hari yaitu hari senin, selasa, kamis, jum'at, dan sabtu.

Tabel 8. Jadwal mata kuliah semester 07

No	Kode MK	Mata Kuliah	Dosen Pengampu	SKS	Warna
1	MPB 002	PPL	TIM	3	Grey
2	MPB 003	KKN	TIM	4	
Total				7	

Tabel 8 adalah jadwal mata kuliah semester 7 pendidikan matematika UNUGIRI, pada tabel tersebut terdapat 2 mata kuliah yaitu PPL dan KKN dalam 2 mata kuliah tersebut dosen pengampu adalah TIM yang terdiri dari beberapa dosen yang ada di Universitas untuk menjadi dosen pengampu atau dosen DPL (dosen pembimbing lapangan).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan di atas, sangat logis bahwa pewarnaan graf dapat digunakan dalam penjadwalan di Prodi Pendidikan Matematika UNUGIRI untuk mencegah terjadinya tumpang tindih (*cross-over*). Penelitian ini menggunakan Algoritma *Welch-Powell* yang dapat diterapkan pada penjadwalan mata kuliah semester ganjil Th. 2022/2023 di Program Studi Pendidikan Matematika UNUGIRI dengan membentuk matriks penyesuaian antara kesediaan dosen untuk mengajar mata kuliah. Berdasarkan matriks kesiapan mengajar mata kuliah individual semester ganjil Th. 2022/2023, 6 warna dapat digunakan. Diantara keenam warna tersebut, jika simpul – simpulnya berwarna tidak sama, berarti simpul – simpul tersebut tidak bersebelahan, sehingga dapat ditempatkan pada kelas yang sama, sedangkan jika simpul–simpul tersebut bersebelahan dan memiliki warna yang sama maka harus ditempatkan di kelas yang berbeda. Hal yang sama berlaku saat mengajar disiplin ilmu lain. Tergantung pada ketersediaan Matriks Waktu Pengajaran pada semester individu 2022/2023, 6 (enam) warna simpul ini dapat dihasilkan. Keenam warna tersebut merepresentasikan penjadwalan 26 matakuliah Program Studi Pendidikan Matematika UNUGIRI ke dalam enam hari tanpa adanya tumpang tindih (*cross-over*).

Referensi

- [1] F. K. S. Dewi, "Pembangunan Perangkat Lunak Pembangkit Jadwal Kuliah dan Ujian Dengan Metode Pewarnaan Graf," *Jurnal Buana Informatika*, 2010.
- [2] V. Cacchiani, A. Caprara, and P. Toth, "Finding cliques of maximum weight on a generalization of permutation graphs," *Optim Lett*, vol. 7, no. 2, pp. 289–296, 2013.
- [3] S. Wibisono, "Matematika diskrit," *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 2008.
- [4] D. T. Salaki, "Penentuan lintasan terpendek dari FMIPA ke Rektorat dan Fakultas lain di UNSRAT Manado menggunakan Algoritma Djikstra," *Jurnal Ilmiah Sains*, vol. 11, no. 1, pp. 73–76, 2011.
- [5] E. Goodaire and M. Parmenter, "Semi-simplicity of alternative loop rings," *Acta Mathematica Hungarica*, vol. 50, no. 3–4, pp. 241–247, 1987.
- [6] I. K. Budayasa, "Teori graph dan aplikasinya." Surabaya: Unesa University Press, 2007.
- [7] S. A. Kamaruddin, "Character education and students social behavior," *Journal of Education and Learning*, vol. 6, no. 4, pp. 223–230, 2012.
- [8] Y. Setyawan, "Visualisasi Graf dan Algoritma-algoritma dalam Teori Graf Menggunakan Beberapa Paket Software," in *Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi, Yogyakarta*, 2014, vol. 15.
- [9] N. I. Yahya, P. Zakaria, and L. Yahya, "Penerapan Konsep Graf dalam Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNG," *Skripsi*, vol. 1, no. 411409097, 2013.
- [10] A. H. A. Yakin, "Penerapan Pewarnaan Graf dalam Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Prodi Pendidikan Biologi," UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER, 2016.
- [11] Ç. H. Aladağ and G. Hocaoğlu, "A tabu search algorithm to solve a course timetabling problem," *Hacettepe journal of mathematics and statistics*, vol. 36, no. 1, pp. 53–64, 2007.
- [12] S. Supiyandi and M. Eka, "Penerapan Teknik Pewarnaan Graph Pada Penjadwalan Ujian Dengan Algoritma Welch-Powell," *ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 2, no. 2, p. 58, 2019.
- [13] P. S. Wicaksono and K. Kartono, "ANALISIS PENJADWALAN MATA PELAJARAN MENGGUNAKAN ALGORITMA WELCH-POWELL," *Prismatika: Jurnal Pendidikan dan Riset Matematika*, vol. 3, no. 1, pp. 1–21, 2020.
- [14] C. Mukherjee and G. Mukherjee, "Role of adjacency matrix in graph theory," *IOSR J Comput Eng*, vol. 16, no. 2, pp. 58–63, 2014, doi: <https://doi.org/10.9790/0661-16235863>.
- [15] S. Astuti, "Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell," *Jurnal Dian*, vol. 11, no. 1, 2011.