

PEWARNAAN GRAF PADA PENJADWALAN UAS PROGRAM STUDI MATEMATIKA UNUGIRI MENGUNAKAN ALGORITMA WELCH POWELL

Thiyyah Nailis Sa'adah¹, M. Ivan Ariful Fathoni¹, Astrid Chandra Sari¹
Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Nama Perguruan Tinggi
Email: thiyyahnailis28@gmail.com¹, fathoni@unugiri.ac.id¹,
astridchandra05@unugiri.ac.id¹

Abstrak. Matematika merupakan ilmu yang dapat mempermudah dalam menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Cabang ilmu matematika yang dapat diaplikasikan dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan salah satunya adalah teori graf. Penelitian ini termasuk jenis penelitian matematika terapan yang mengacu pada Algoritma, dimana algoritma yang dipakai adalah algoritma Welch-Powell. Dalam penelitian ini dibuktikan eksistensi teori graf dengan menyelesaikan permasalahan di dunia pendidikan, yaitu penjadwalan Ujian Akhir Semester dengan pewarnaan graf. Studi kasus dalam penelitian ini adalah penjadwalan UAS pada Program Studi Pendidikan matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Studi kasus ini diambil karena selama ini penjadwalan UAS masih sesuai jadwal perkuliahan. Pada implementasi algoritma Welch-Powell, jika vertex memiliki warna yang sama maka vertex dikatakan tidak bertetangga. Sehingga dapat di tempatkan dalam kelas yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pewarnaan Graf dengan Algoritma Welch-Powell menghasilkan enam warna dari 36 matakuliah. Hasil tersebut merepresentasikan sebaran UAS matakuliah yang dilaksanakan selama enam hari.

Kata Kunci: Algoritma Welch-Powell, Pewarnaan Graf, Penjadwalan UAS

Abstract. Mathematics is a science that can make it easier to solve problems in everyday life. Graph theory is one of the branches of mathematics that can be applied to solving life problems. Applied mathematics research refers to the algorithm where the algorithm used is the Welch-Powell algorithm. This research proves the existence of graph theory by solving problems in the world of education, namely scheduling the Final Semester Exam with graph coloring. The case study in this research is the UAS scheduling at the Mathematics Education Study Program, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. This case study was taken because the UAS scheduling is still according to the lecture schedule. In the implementation of the Welch-Powell algorithm, if the nodes have the same color, they are said to be not neighbors, so they can be placed in the same class. On the other hand, if the vertices have different colors, they are said to be neighboring vertices. Therefore, they must be placed in a diverse or the same class as other subjects. These results represent the distribution of UAS courses carried out for six days.

Keywords: Welch-Powell Algorithm, Graph Coloring, UAS Scheduling

A. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu ilmu yang peranannya sangat penting dalam kehidupan. Matematika merupakan “*Queen and Servant of Science*” maksudnya adalah selain sebagai fondasi bagi ilmu pengetahuan juga sebagai pembantu bagi ilmu pengetahuan yang lain, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan tersebut (Indriani & Imanuel, 2018). Matematika merupakan salah satu ilmu yang menarik untuk dipelajari karena di dalam matematika terdapat suatu cabang ilmu yang dapat mempermudah menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari seperti teori graf. Graf merupakan salah satu model matematika yang dapat menjadi solusi untuk permasalahan tertentu. Saat ini teori graf semakin berkembang dan menarik karena keunikan dan banyak sekali penerapannya.

Salah satu alasan perkembangan teori graf yang begitu pesat adalah aplikasinya yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari dalam berbagai bidang ilmu. Keunikan teori graf adalah kesederhanaan pokok bahasan yang dipelajarinya, karena dapat disajikan sebagai titik



(vertex) dan sisi (edge) (Yakin, 2016). Teori graf dapat menyelesaikan permasalahan yang terdapat dalam dunia Pendidikan, seperti mengatur penjadwalan. Penjadwalan adalah proses yang sangat penting dalam pengambilan sebuah keputusan dalam sekelompok kegiatan atau pekerjaan. Penjadwalan adalah fungsi pengambilan keputusan yang berkaitan dengan mendefinisikan proses yang dijadwalkan (Sagala, 2018).

Topik mengenai permasalahan penjadwalan telah banyak dibahas dalam berbagai penelitian diantaranya adalah permasalahan penjadwalan matakuliah atau university timetable problem/UTP (Sitasi et al., n.d.). Penjadwalan perkuliahan menjadi bagian penting dalam kegiatan rutin dilakukan tiap semester, begitu juga penjadwalan UAS yang pastinya selalu ada dalam setiap semester. Dalam penyusunan jadwal diperlukan pemikiran yang rumit untuk menyusun pemetaan (ruang, waktu mahasiswa, mata kuliah). Algoritma Welch-Powell dapat digunakan untuk mewarnai sebuah graf G secara efektif dan efisien (Harianto & Fatdha, 2015). Algoritma Welch-Powell digunakan untuk mewarnai vertex suatu graf berdasarkan derajat tertinggi vertex-vertexnya.

Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri (UNUGIRI) dalam pelaksanaan UAS masih belum efektif dan efisien dikarenakan dalam hal ini UNUGIRI masih menggunakan jadwal seperti jadwal perkuliahan. Penelitian terkait penyusunan jadwal Ujian Akhir Semester Program Studi Pendidikan Matematika di Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri dapat dikembangkan dengan implementasi pewarnaan graf agar penyusunan jadwal tersebut dapat dilakukan secara sistematis dengan memanfaatkan waktu sebaik baiknya dengan menggunakan algoritma Welch-Powell. Sebelumnya juga telah dilakukan penelitian oleh beberapa peneliti di bidang teori graf. Beberapa penelitian tentang pewarnaan graf dengan Algoritma Welch-Powell diantaranya yaitu Maro & Purab (2021); Salayan & Handayani (2020); Sunarni et al. (2017); Susiloputro et al. (2012).

Penelitian - penelitian tersebut, masalah penjadwalan matakuliah diselesaikan dengan pewarnaan graf, yaitu pewarnaan titik dengan memanfaatkan algoritma Welch-Powell. Keempat penelitian tersebut bertujuan agar pewarnaan menjadi dasar dalam pengalokasian slot waktu dan ruang perkuliahan dalam proses penjadwalan. Hasil penelitian diperoleh jadwal yang optimal, dimana tidak terjadi bentrok antar matakuliah dan kesediaan waktu dosen dapat dipenuhi. Algoritma Welch-Powell juga dilakukan dalam penentuan penjadwalan Ujian Akhir Semester (UAS) (Daswa & Riyadi, 2017). Sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Daswa & Riyadi (2017), pada penelitian ini juga mengambil kasus penjadwalan Ujian Akhir Semester, akan tetapi studi kasus yang diambil adalah permasalahan penjadwalan UAS di Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri.

B. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian secara umum berisi paradigma penelitian yang digunakan (kuantitatif atau kualitatif) serta pendekatan yang digunakan. Tahapan yang akan dilakukan agar diperjelas, rinci, dan logis. Pada bagian tertentu, dapat dibuat tabel, alur, diagram, yang dilengkapi dengan penjelasan. Salah satu konsep menarik dalam konsep graf adalah pewarnaan graf (graph Coloring). Pewarnaan graf merupakan pemberian warna pada unsur-unsur graf. Ada Tiga jenis pewarnaan yang digunakan pada pewarnaan graf yaitu pewarnaan sisi, vertex, dan pewarnaan wilayah (Afriantini et al., 2019).

Pada penelitian ini pewarnaan yang akan digunakan adalah pewarnaan vertex graf atau pewarnaan titik (Vertex). Penelitian ini bertujuan agar hasil pewarnaan menggunakan algoritma Welch-Powell jadwal ujian akhir semester dapat disusun. Mata kuliah dengan warna sama dapat dijadwalkan pada waktu yang bersamaan dan sebaliknya. Penelitian dilakukan menggunakan metode deduktif aksiomatik, metode deduktif aksiomatik yaitu dengan menyimpulkan aksioma atau teorema yang telah ada kemudian diterapkan dalam pewarnaan



titik pada representasi graf penjadwalan ujian akhir semester Program Studi Pendidikan Matematika,

Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Dalam penelitian ini menggunakan pewarnaan titik (*vertex coloring*), yaitu pemberian warna atau label pada setiap vertex sehingga tidak ada 2 vertex yang bertetangga memiliki warna yang sama. Hasil pewarnaan graf yaitu vertex-vertex yang bertetangga dengan warna yang berbeda. Salah satu bagian penting dalam pewarnaan graf adalah bilangan kromatik. Pewarna titik pada graf bertujuan mendapatkan banyaknya warna minimum dari suatu graf yang bisa disebut bilangan kromatik. Dalam pewarnaan pada indeks kromatik atau angka kromatik sisi yang disimbolkan $\chi'(G)$ yaitu angka terkecil yang diperlukan untuk pewarnaan sisi graf G (Yusnita et al., 2019).

Bilangan kromatik dari graf G adalah jumlah minimum warna yang digunakan untuk mewarnai setiap vertex pada graf G sehingga setiap dua vertex yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Untuk mencari batas atas banyaknya warna dapat ditentukan dengan menggunakan teorema berikut: Teorema 1 Jika G adalah sebuah graf berderajat n maka graf G mempunyai bilangan kromatik χ yaitu $\chi(G) \leq n + 1$. Langkah-langkah dalam algoritma Welch-Powell sebagai berikut (Rahadi, 2019) :

- 1) Membuat urutan pada warna-warna yang akan digunakan, sebagai contoh $\{1, 2, 3, \dots, k\}$.
- 2) Mengambil vertex urutan pertama dan berikan warna 1.
- 3) Memberikan warna yang sama kepada vertex urutan berikutnya yang tidak adjacent pada vertex sebelumnya.
- 4) Bila hal itu tidak dapat dilakukan, gunakan warna berikutnya kepada vertex yang adjacent dengan vertex sebelumnya tetapi memiliki derajat tertinggi.
- 5) Mengulangi langkah 3 hingga semua vertex terwarnai.

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

- a) Studi Literatur. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan teori yang digunakan menjadi dasar teori dengan Penelusuran Jurnal/Referensi dari internet atau buku untuk memperoleh deskripsi yang lebih jelas mengenai pengolahan waktu (timetable), pewarnaan Graf. Algoritma Welch-Powell dan
- b) Mengumpulkan data. Yang digunakan dalam penelitian ini adalah daftar pengampu matakuliah dan dosen pengawas UAS Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan untuk semester ganjil tahun akademik 2021/2022.
- c) Mempresentasikan data ke dalam bentuk graf. Memanfaatkan algoritma dalam mengimplementasikan algoritma Welch-Powell memerlukan data berupa graf. Sehingga perlu dilakukan konversi data.
- d) Mengimplementasikan hasil. Hasil dari penerapan algoritma Welch-Powell sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan kombinasi dosen pengawas UAS dengan mata kuliah yang diujikan. Kombinasi pengawas dan mata kuliah yang diperoleh akan dipetakan menjadi jadwal penempatan kelas dengan mata kuliah yang diujikan.

Subjek kajian dalam penelitian ini adalah Jadwal Ujian Akhir Semester Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Semester Ganjil Tahun Akademik 2021/2022. Lokasinya bertempat di Jl. Jendral Ahmad Yani No. 10, Jember, Sukorejo, Kec. Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur 62115. Penelitian ini dilaksanakan selama bulan April sampai dengan bulan Juni tahun 2022.

Teknik dalam pengambilan data merupakan langkah-langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan, sehingga dapat dianalisis yang akurat dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penulis. Data mata kuliah dan dosen pengampu yang akan mengawasi ujian ditunjukkan oleh Tabel 1.



Tabel 1. Data mata kuliah dan dosen pengawas UAS

No	Kelas	Mata Kuliah	Pengawas Ujian
1	PMTK1	Aswaja I	A
2	PMTK1	Kalkulus I	B
3	PMTK1	Pendidikan Agama Islam	C
4	PMTK1	Pendidikan Pancasila	D
5	PMTK1	Pengantar Dasar Matematika	E
6	PMTK1	Perkembangan Peserta Didik	F
7	PMTK1	Program Dan Aplikasi Komputer	G
8	PMTK1	Telaah Kurikulum	B
9	PMTK3	Bahasa Inggris	H
10	PMTK3	Kalkulus Lanjut	I
11	PMTK3	Geometri Dasar Dan Ruang	B
12	PMTK3	Matematika Sekolah 2	F
13	PMTK3	Media Pembelajaran	E
14	PMTK3	Persamaan Diferensial Biasa	J
15	PMTK3	Struktur Aljabar	I
16	PMTK3	Teori Bilangan	B
17	PMT5A	Evaluasi Pembelajaran	F
18	PMT5A	Filsafat Ilmu	D
19	PMT5A	Geometri Non Euclid	J
20	PMT5A	Geometri Transformasi	I
21	PMT5A	Metode Numerik	G
22	PMT5A	Metode Penelitian Pendidikan Dan Penulisan Ilmiah	E
23	PMT5A	Participatory Action Research (Par)	K
24	PMT5A	Psikologi Pendidikan	L
25	PMT5A	Teori Graf	G
26	PMT5A	Teori Grup Hingga	I
27	PMT5B	Evaluasi Pembelajaran	F
28	PMT5B	Filsafat Ilmu	D
29	PMT5B	Geometri Non Euclid	J
30	PMT5B	Geometri Transformasi	I
31	PMT5B	Metode Numerik	G
32	PMT5B	Metode Penelitian Pendidikan Dan Penulisan Ilmiah	E
33	PMT5B	Participatory Action Research (Par)	K
34	PMT5B	Psikologi Pendidikan	L
35	PMT5B	Teori Graf	G
36	PMT5B	Teori Grup Hingga	I

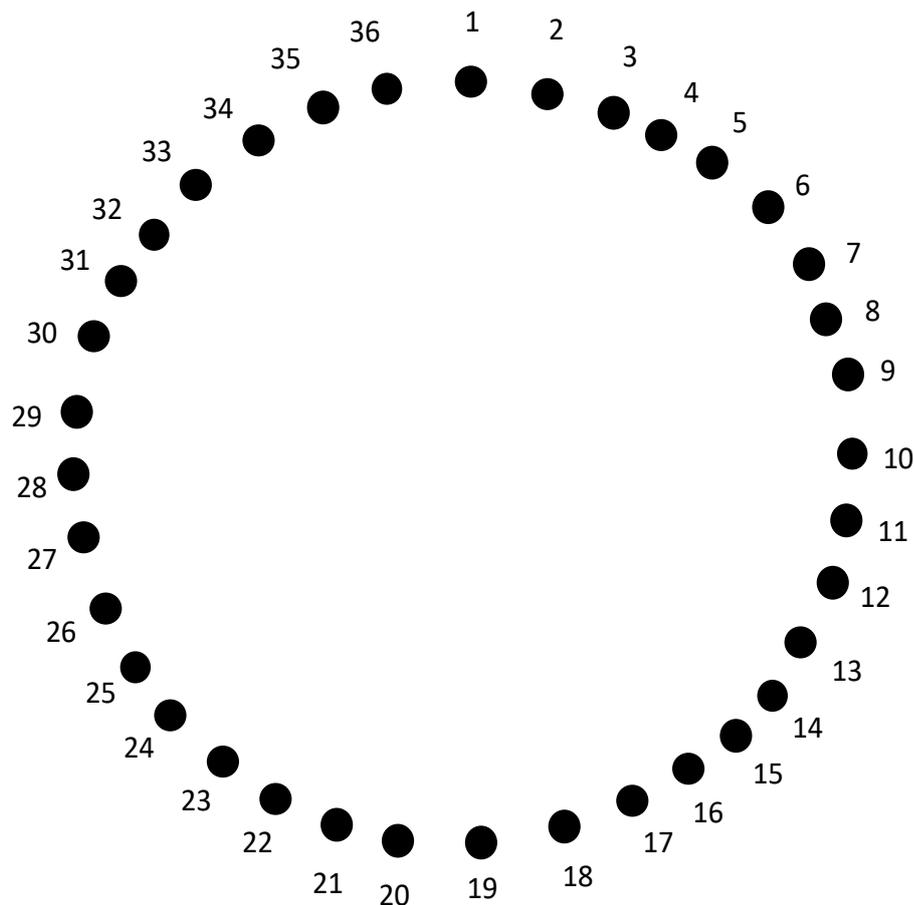
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Teknik pewarnaan graf dalam Algoritma Welch-Powell memiliki 3 model yang terdiri dari pewarnaan sisi (edge), pewarnaan titik/simpul (vertex) dan model pewarnaan wilayah (region). Dalam penelitian ini menggunakan mata kuliah sebagai vertex dan dosen pengawas menjadi sisi (edge) namun teknik pewarnaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pewarnaan titi/vertex atau disebut juga vertex Coloring yaitu memberikan warna setiap titi/vertex pada graf sehingga titi/vertex yang berhubungan tidak memiliki warna yang sama.



Dalam pewarnaan ini terlebih dahulu dilakukan mendata atau menentukan mata kuliah dan dosen pengawas ujian yang ada di prodi matematika semester ganjil tahun akademik 2021/2022.

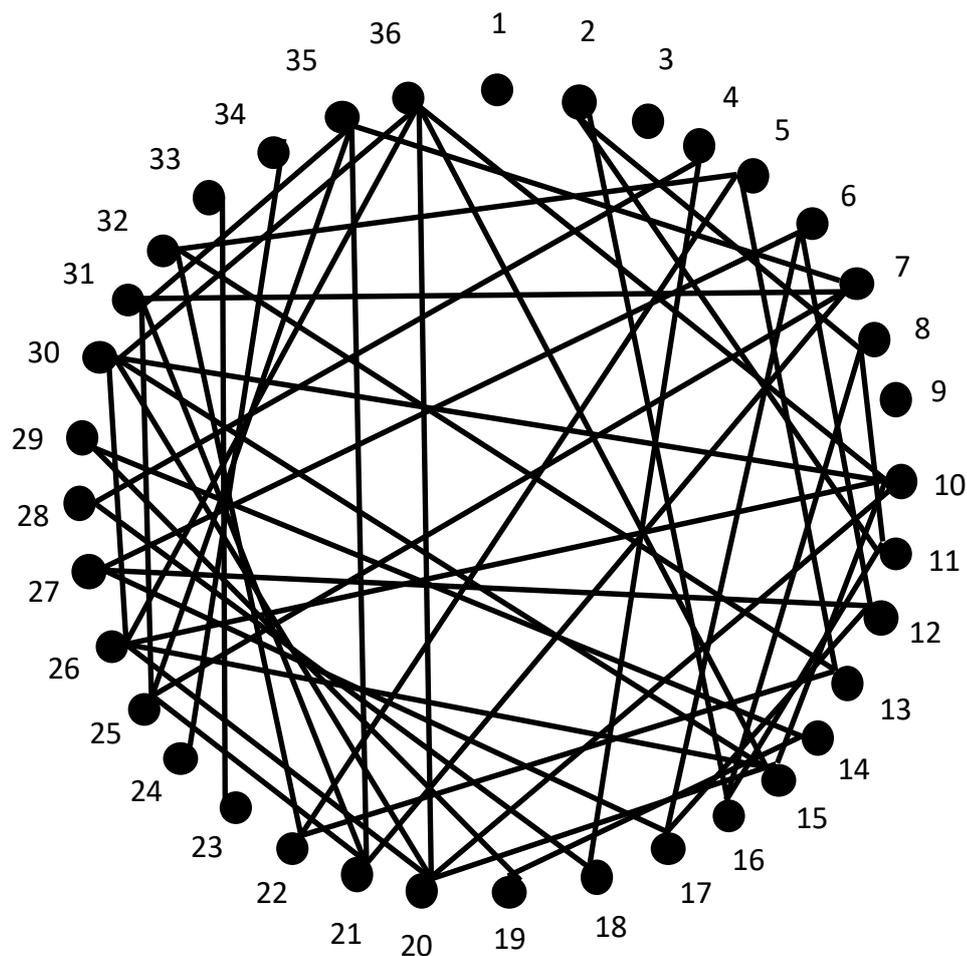
Bedasarkan Tabel 1 diketahui Mata kuliah yang akan diujikan pada semester ganjil program studi Pendidikan Matematika (PMTK) seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas yaitu 36 mata kulia sebagai vertex dengan jumlah pengawas yaitu 12 Dosen Pengawas sisinya, dari data tersebut selanjutnya juga akan disusun menjadi sebuah graf yang kemudian akan diwarnai menggunakan Algoritma Welch-Powell dengan pewarnaan pada titik.



Gambar 1 Konversi data menjadi bentuk graf

Gambar 1 merupakan representasi dari mata kuliah Prodi PMTK adalah 36. Berdasarkan data tersebut diperoleh graf. Gambar di atas disusun, setiap vertex diberikan simbol berupa nomor yang disesuaikan pada penomoran Tabel 1. Graf dalam penelitian ini dibentuk sedemikian rupa sehingga menyerupai sebuah bola atau lingkaran yang akan memberikan kemudahan dalam melukis garis lurus pada tiap-tiap vertex.

Setelah data direpresentasikan ke dalam bentuk graf, kemudian menggambarkan relasi masing-masing vertex. Graf yang digunakan adalah graf tak berarah, sehingga relasi tiap-tiap vertex akan direpresentasikan oleh garis-garis yang tidak berarah. Apabila terdapat vertex yang terhubung, maka vertex tersebut akan dihubungkan dengan sebuah garis lurus. seperti yang disajikan pada Gambar 2 :



Gambar 2 Representasi Vertex

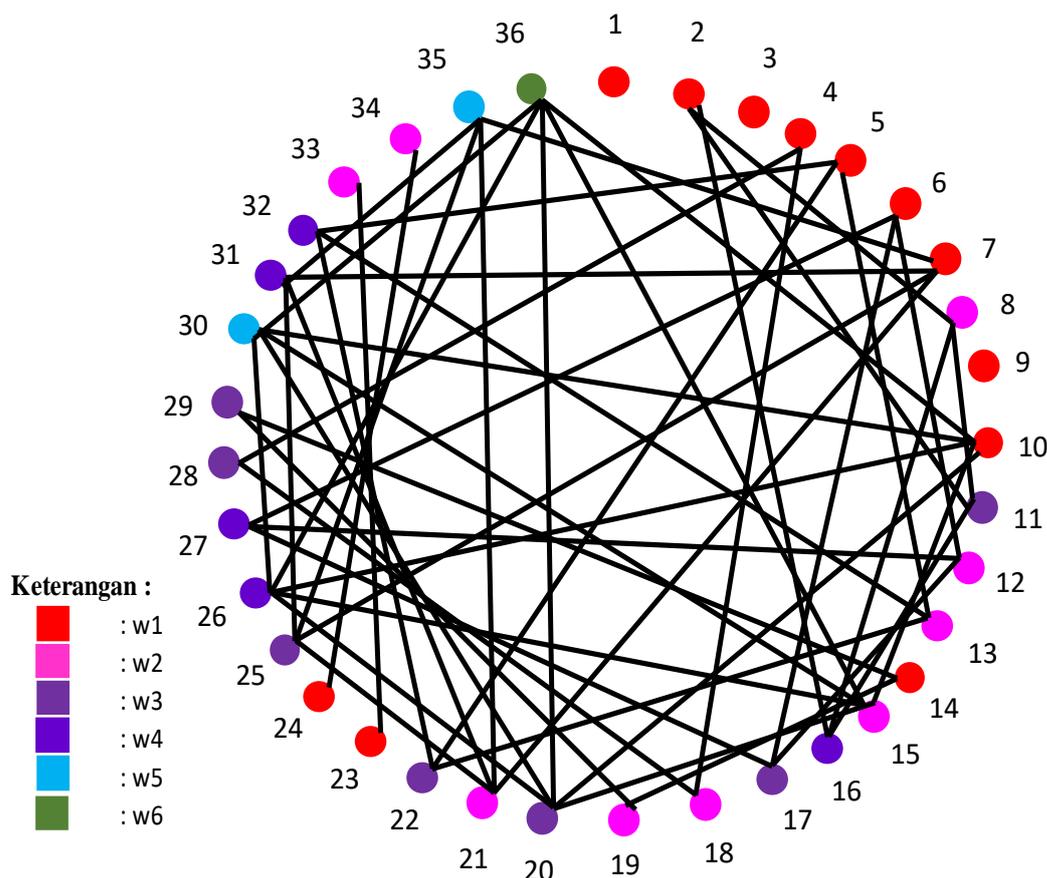
Berdasarkan hasil representasi matakuliah dari prodi PMTK yang saling terhubung kemudian akan dianalisa, selanjutnya memberikan warna pada vertex-vertex graf. Sebelumnya dilakukan analisa vertex graf yang terhubung, dilakukan perhitungan jumlah derajat masing-masing vertex kemudian disusun berdasarkan jumlah derajat. Jumlah derajat dari tiap-tiap vertex diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah derajat masing-masing vertex

No	Mata Kuliah	Kelas	Derajat
1	Aswaja I	PMTK1	0
2	Kalkulus I	PMTK1	3
3	Pendidikan Agama Islam	PMTK1	0
4	Pendidikan Pancasila	PMTK1	2
5	Pengantar Dasar Matematika	PMTK1	3
6	Perkembangan Peserta Didik	PMTK1	3
7	Program Dan Aplikasi Komputer	PMTK1	4
8	Telaah Kurikulum	PMTK1	3
9	Bahasa Inggris	PMTK3	0
10	Kalkulus Lanjut	PMTK3	5
11	Geometri Dasar Dan Ruang	PMTK3	3
12	Matematika Sekolah 2	PMTK3	3
13	Media Pembelajaran	PMTK3	3
14	Persamaan Diferensial Biasa	PMTK3	2
15	Struktur Aljabar	PMTK3	5
16	Teori Bilangan	PMTK3	3
17	Evaluasi Pembelajaran	PMT5A	3
18	Filsafat Ilmu	PMT5A	2
19	Geometri Non Euclid	PMT5A	2
20	Geometri Transformasi	PMT5A	5
21	Metode Numerik	PMT5A	4
22	Metode Penelitian Pendidikan Dan Penulisan Ilmiah	PMT5A	3
23	Participatory Action Research (Par)	PMT5A	1
24	Psikologi Pendidikan	PMT5A	1
25	Teori Graf	PMT5A	4
26	Teori Grup Hingga	PMT5A	5
27	Evaluasi Pembelajaran	PMT5B	3
28	Filsafat Ilmu	PMT5B	2
29	Geometri Non Euclid	PMT5B	2
30	Geometri Transformasi	PMT5B	5
31	Metode Numerik	PMT5B	4
32	Metode Penelitian Pendidikan Dan Penulisan Ilmiah	PMT5B	3
33	Participatory Action Research (Par)	PMT5B	1
34	Psikologi Pendidikan	PMT5B	1
35	Teori Graf	PMT5B	4
36	Teori Grup Hingga	PMT5B	5



Setelah semua vertex diketahui derajatnya, berikutnya dilakukan penerapan sifat-sifat pewarnaan titik agar diperoleh warna masing-masing vertex. Menurut Teorema 1, representasi graf pada penjadwalan prodi PMTK untuk mata kuliah jumlah derajat tertinggi adalah 5 atau $n = 0$ dan diperoleh bilangan kromatik $\chi(G) \leq 5 + 1 = 6$, sehingga diperoleh hasil representasi graf pada penjadwalan prodi PMTK yaitu 6 macam, misalnya merah, merah muda, ungu, biru tua, biru muda, hijau tua. vertex graf yang telah dihungkan kemudian dilakukan tahap pewarnaan pada tiap-tiap vertex yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Pewarnaan graf

Selesainya proses pemberian warna pada vertex di atas, berarti proses pembentukan jadwal ujian prodi PMTK tersebut telah selesai. Tahap berikutnya adalah pengelompokan mata kuliah berdasarkan warna vertex dimana dari pewarnaan graf di atas dihasilkan 6 macam warna w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 , dan w_6 . Berdasarkan 6 warna di atas dihasilkan beberapa kelompok jadwal ujian tiap kelas semua prodi PMTK UNUGIRI yang diperoleh hasil pada Tabel 3.

Implementasi dari keenam warna yang dihasilkan, jika vertex memiliki warna yang sama, maka vertex dikatakan tidak bertetangga, sehingga bisa ditempatkan di kelas yang sama. Sebaliknya jika vertex memiliki warna yang berbeda, dikatakan vertex tersebut bertetangga sehingga harus ditempatkan di kelas berbeda, atau ditempatkan di kelas yang sama dengan mata kuliah yang berbeda.

Tabel 3. Kelompok pewarnaan graf

Kelas	Kelompok Ujian	Mata Kuliah	Dosen Pengawas
PMTK1	Merah	Aswaja I	A
		Kalkulus I	B
		Pendidikan Agama Islam	C
		Pendidikan Pancasila	D
		Pengantar Dasar Matematika	E
		Perkembangan Peserta Didik	F
		Program Dan Aplikasi Komputer	G
PMTK3	Merah muda	Telaah Kurikulum	B
	Merah	Bahasa Inggris	H
		Kalkulus Lanjut	I
		Persamaan Diferensial Biasa	J
	Merah muda	Matematika Sekolah 2	F
		Media Pembelajaran	E
		Struktur Aljabar	I
Ungu	Geometri Dasar Dan Ruang	B	
Biru	Teori Bilangan	B	
PMT5A	Merah	Participatory Action Research (Par)	K
		Psikologi Pendidikan	L
	Merah muda	Filsafat Ilmu	D
		Geometri Non Euclid	J
		Metode Numerik	G
	Ungu	Evaluasi Pembelajaran	F
		Geometri Transformasi	I
Metode Penelitian Pendidikan Dan Penulisan Ilmiah		E	
Teori Graf		G	
Biru	Teori Grup Hingga	I	
PMT5B	Merah muda	Participatory Action Research (Par)	K
		Psikologi Pendidikan	L
	Ungu	Filsafat Ilmu	D
		Geometri Non Euclid	J
	Biru	Evaluasi Pembelajaran	F
		Metode Numerik	G
		Metode Penelitian Pendidikan Dan Penulisan Ilmiah	E
Biru Muda	Geometri Transformasi	I	
	Teori Graf	G	
Hijau Tua	Teori Grup Hingga	I	

Berdasarkan Tabel 3 diketahui terdapat 13 macam warna yaitu kelompok warna dirubah menjadi kelompok hari dimana w_1 (Merah muda) dirubah menjadi kelompok hari Senin, w_2 (Merah muda) dirubah menjadi kelompok hari Selasa, w_3 (Ungu) menjadi kelompok hari Rabu, w_4 (Biru) menjadi kelompok hari Kamis, w_5 (Biru Muda) menjadi kelompok hari Jum'at, w_6 (Hijau) menjadi kelompok hari Sabtu. Selanjutnya setiap warna merepresentasikan kelompok hari sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 4.



Tabel 4. Simbol warna

No	Warna	Simbol	Hari
1	w1	Merah	Senin
2	w2	Merah Muda	Selasa
3	w3	Unggu	Rabu
4	w4	Biru Tua	Kamis
5	w5	Biru Muda	Jum'at
6	w6	Hijau Tua	Sabtu

Berdasarkan Tabel 4 untuk w1 merepresentasikan kelompok hari Senin, w2 merepresentasikan kelompok hari Selasa, w3 merepresentasikan kelompok hari Rabu, w4 merepresentasikan kelompok hari Kamis, w5 merepresentasikan kelompok hari Jum'at, dan yang terakhir w6 merepresentasikan kelompok hari Sabtu. Berdasarkan hasil pewarnaan tersebut, diperoleh jadwal UAS Program Studi Pendidikan Matematika sebagai berikut. Semester 1 diperoleh hari sebanyak 2 yaitu Senin dengan mata kuliah Aswaja I, Kalkulus I, Pendidikan Agama Islam, Pendidikan Pancasila, Pengantar Dasar Matematika, Perkembangan Peserta Didik, Program dan Aplikasi Komputer, serta Selasa dengan mata kuliah Telaah Kurikulum. Semester 3 diperoleh hari sebanyak 4 yaitu Senin dengan mata kuliah Bahasa Inggris, Kalkulus Lanjut, Persamaan Diferensial Biasa, Selasa dengan mata kuliah Matematika Sekolah 2, Media Pembelajaran, Struktur Aljabar, Rabu dengan mata kuliah Geometri Dasar dan Ruang, serta Kamis dengan mata kuliah Teori Bilangan.

Penjadwalan ujian Prodi PMTK semester 5 kelas A diperoleh hari sejumlah 4 yaitu Senin dengan mata kuliah Participatory Action Research (PAR) dan Psikologi Pendidikan. Selasa dengan mata kuliah Filsafat Ilmu, Geometri Non Euclid, dan Metode Numerik. Rabu dengan mata kuliah Evaluasi Pembelajaran, Geometri Transformasi, Metode Penelitian Pendidikan dan Penulisan Ilmiah, dan Teori Graf. Hari terakhir Kamis dengan mata kuliah Teori Grup Hingga. Semester 5 kelas B diperoleh hari sebanyak 5 yaitu Selasa dengan mata kuliah Participatory Action Research (PAR), Psikologi Pendidikan. Rabu dengan mata kuliah Filsafat Ilmu dan Geometri Non Euclid. Kamis dengan mata kuliah Evaluasi Pembelajaran, Metode Numerik, Metode Penelitian Pendidikan dan Penulisan Ilmiah. Jum'at dengan mata kuliah Geometri Transformasi, Teori Graf. Hari terakhir sabtu dengan mata kuliah Teori Grup Hingga.

D. Kesimpulan

Algoritma Welch-Powell dalam Pewarnaan Graf (Graph Coloring) dapat diterapkan untuk menyusun jadwal ujian, dalam hal ini adalah Ujian Akhir Semester Genap di Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Berdasarkan data yang diperoleh dan dengan menetapkan algoritma Welch-Powell dihasilkan 6 warna dari 36 mata kuliah. Keenam warna tersebut antara lain w1 (Merah) menjadi kelompok hari Senin, w2 (Merah muda) menjadi kelompok hari Selasa, w3 (Ungu) menjadi kelompok hari Rabu, w4 (Biru) menjadi kelompok hari Kamis, w5 (Biru Muda) menjadi kelompok hari Jum'at, dan w6 (Hijau) menjadi kelompok hari Sabtu. Hasil tersebut merepresentasikan sebaran UAS matakuliah yang dilaksanakan selama enam hari.

Hasil pewarnaan graf dengan menggunakan algoritma Welch-Powell ini dapat menghasilkan jadwal UAS di Prodi Pendidikan Matematika yang terhindar dari tumbukan waktu, sehingga dapat mengoptimalkan waktu dengan sebaik-baiknya. Hasil penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam penyusunan jadwal UAS di Prodi Pendidikan Matematika, sehingga jadwal yang dihasilkan tidak lagi mengikuti jadwal perkuliahan seperti saat ini. Penelitian ini dapat dikembangkan dalam penelitian berikutnya dengan mempertimbangkan pengawas ruangan selain dari dosen pengampu, sehingga pelaksanaan ujian menjadi lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Afriantini, H., Fran, F., & others. (2019). PEWARNAAN SIMPUL, SISI, WILAYAH PADA GRAF DAN PENERAPANNYA. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 8(4), 773–782.
- Daswa, D., & Riyadi, M. (2017). Aplikasi Pewarnaan graf pada Masalah Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Universitas Kuningan. *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 3(2), 217–226.
- Hariato, K., & Fatdha, T. S. E. (2015). Penerapan Pewarnaan Simpul Graf untuk Menentukan Jadwal Ujian Skripsi pada STMIK Amik Riau Menggunakan Algoritma Welch-Powell. *SATIN-Sains Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 48–54.
- Indriani, M. N., & Imanuel, I. (2018). Pembelajaran matematika realistik dalam permainan edukasi berbasis keunggulan lokal untuk membangun komunikasi matematis. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 256–262.
- Maro, L., & Purab, L. K. S. (2021). Penerapan Konsep Pewarnaan Graf dalam Penyusunan Jadwal Perkuliahan Menggunakan Metode Algoritma Welch-Powell pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tribuana Kalabahi. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(6), 193–197.
- Rahadi, A. P. (2019). Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Pewarnaan Graf Dengan Algoritma Largest First. *Jurnal Padagogik*, 2(1), 1–13.
- Sagala, J. R. (2018). Model Rapid Application Development (Rad) Dalam Pengembangan Sistem Informasi Penjadwalan Belajar Mengajar. *Jurnal Mantik Penusa*, 2(1).
- Salayan, M., & Handayani, A. T. (2020). APLIKASI PEWARNAAN GRAF DALAM PENJADWALAN MATA KULIAH. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN*, 3(1), 302–308.
- Sitasi, P., Sunarni, T., Bendi, R. K., & Alfian, A. (n.d.). *Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Pewarnaan Graf*.
- Sunarni, T., Bendi, R., & Alfian, A. (2017). *Optimasi penjadwalan mata kuliah menggunakan pewarnaan graf*.
- Susiloputro, A., Rochmad, R., & Alamsyah, A. (2012). Penerapan Pewarnaan Graf pada Penjadwalan Ujian menggunakan Algoritma Welch Powell. *UNNES Journal of Mathematics*, 1(1).
- Yakin, A. H. A. (2016). *Penerapan Pewarnaan Graf dalam Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Prodi Pendidikan Biologi*. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER.
- Yusnita, A., Ekawati, H., & Wati, N. R. (2019). Penerapan Metode Pewarnaan Graf Untuk Penjadwalan Mata Kuliah. *J. Media Inform. Budidarma*, 3(3), 153.

