



Algoritma Welch-Powell untuk Menyusun Jadwal Perkuliahan Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma

Cyrenia Novella Krisnamurti¹, Ivania²

^{1,2} Prodi Matematika, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Kampus 3 Paingan Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta 55282

Email: cyrenianovella@usd.ac.id¹, ivaniaanastacia@gmail.com²

*Korespondensi penulis : cyrenianovella@usd.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melihat proses dan hasil pewarnaan graf menggunakan Algoritma Welch-Powell dalam penyusunan jadwal mata kuliah Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan. Algoritma Welch-Powell akan diterapkan dalam penelitian ini. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah studi kepustakaan dan wawancara. Objek penelitian dalam penelitian ini adalah daftar dosen, daftar mata kuliah, jam aktif perkuliahan, serta banyaknya kelas dan ruangan yang digunakan oleh Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma. Wawancara dilakukan dengan pedoman wawancara yang telah divalidasi oleh ahli. Analisis data dilakukan dengan memodelkan daftar dosen dengan daftar mata kuliah ke dalam grafik dan menentukan warna minimum pada proses pewarnaan menggunakan algoritma Welch-Powell.

Kata Kunci: Algoritma Welch-Powell, Graf, Pewarnaan Graf.

Abstract

This study aims to see the process and results of graph coloring using the Welch-Powell Algorithm in the preparation of the course schedule for the Physics Education Study Program of Sanata Dharma University. This type of research used is applied research. Welch-Powell algorithm will be applied in this research.. The method used to collect the data is literature study and interviews. The object of research in this study was the list of lecturers, the list of courses, the active hours of the course, and many classes and room are used by the Physics Education Study Program of Sanata Dharma University. Interviews were conducted with interview guidelines that have been validated by experts.. Data analysis was carried out to model the list of lecturers with a list of courses into a graph and determine the minimum color in the coloring process using the Welch-Powell algorithm.

Keywords: *Graph, Graph Coloring, Welch-Powell Algorithm.*

Diterima : 19-07-2022 , Disetujui : 25-08-2022, Terbit Online : 11-09-2022

1. Pendahuluan

Teori graf merupakan ilmu yang dapat membantu dalam mengatasi permasalahan dalam berbagai permasalahan kehidupan sehari-hari. Dalam kehidupan sehari-hari, graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada. Tujuannya adalah untuk menggambarkan obyek-obyek agar lebih mudah dimengerti.

Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan berhingga dan tak kosong dari titik-titiknya dan himpunan sisi yang menghubungkan sepasang titik [8]. Jumlah sisi yang berhubungan dengan titik disebut dengan derajat titik. Derajat titik dapat ditulis dengan $d(v)$ [9].

Berdasarkan jenis sisinya graf dapat dibagi menjadi 2, yaitu graf berarah (*directed graph*) dan (*undirected graph*). Graf yang semua sisinya berarah dinamakan graf berarah, sedangkan graf yang semua sisinya tidak berarah dinamakan graf tak berarah [7]. Berdasarkan ada atau tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka graf dapat digolongkan menjadi dua bagian, yaitu graf sederhana (*simple graph*) dan graf tak-sederhana (*unsimple graph*). Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda. Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung sisi ganda atau gelang [8].

Salah satu contoh penerapan teori graf dalam bidang Pendidikan adalah penjadwalan. Pada dasarnya kegiatan belajar mengajar dalam suatu lembaga pendidikan seperti universitas akan berjalan lancar jika penyusunan jadwal sesuai dengan kebutuhan. Proses penjadwalan yang terjadi di universitas dilakukan setiap semester.

Pewarnaan titik pada graf dapat diterapkan untuk menyusun masalah penjadwalan. Pewarnaan titik merupakan pemberian warna pada tiap titik sehingga setiap dua titik yang berdekatan mempunyai warna yang berbeda [7]. Jumlah warna yang digunakan pada pewarnaan titik ini adalah warna yang seminimum mungkin. Jumlah warna minimum yang dipakai dalam pewarnaan titik disebut sebagai bilangan kromatik dari graf G yang di notasikan dengan $\chi(G)$.

Terdapat beberapa algoritma yang dapat diterapkan dalam pewarnaan titik, yaitu Algoritma Welch-Powell, Algoritma Greedy, Algoritma *Recursive Largest First*, Algoritma *Tabu Search*, dan Algoritma *Spanning Tree* [2]. Pewarnaan titik menggunakan Algoritma Welch-Powell lebih praktis, mudah, sederhana dan efisien jika dibandingkan dengan algoritma lain [6]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan diterapkan Algoritma Welch-Powell untuk menyusun jadwal perkuliahan.

Berikut langkah-langkah dalam Algoritma Welch-Powell menurut Manongga dan Nataliani [7]:

- 1) Urutkan semua titik berdasarkan derajatnya dari besar ke yang kecil.
- 2) Ambil warna pertama dan beri warna titik pada urutan pertama, kemudian titik berikutnya yang tidak bertetangga dengan warna yang sama, sedemikian seterusnya sampai tidak ada lagi titik yang dapat diberi warna dengan warna pertama tersebut.
- 3) Ambil warna berikutnya dan beri warna titik sisanya mulai dari yang mempunyai derajat paling besar, sedemikian seterusnya seperti langkah 2.
- 4) Ulangi langkah 3, sampai semua titik diberi warna.

Pada tahun 2017, Daswa dan Mohamad Riyadi [3] melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa pewarnaan graf menggunakan Algoritma Welch-Powell telah berhasil diterapkan untuk menyusun jadwal perkuliahan di Universitas Kuningan. Batasan masalah pada penelitian tersebut adalah penulis belum mempertimbangkan dosen pengampu dan ketersediaan ruangan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini peneliti akan menerapkan Algoritma Welch-Powell untuk jadwal perkuliahan semester genap pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma dengan mempertimbangkan dosen pengampu dan ketersediaan ruang kuliah.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian terapan (*Applied Research*). Menurut E.G. Carmines Dan R.A. Zeller (2005) dalam Sangadji dan Sopiah [10] berpendapat bahwa penelitian terapan adalah pendapat penelitian yang menyangkut aplikasi teori untuk memecahkan masalah tertentu. Dalam penelitian ini akan diterapkan Algoritma Welch-Powell untuk menyusun jadwal mata kuliah Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma. Metode penelitian pada penelitian ini adalah studi pustaka dan wawancara dengan narasumber. Objek pada penelitian ini adalah data daftar dosen, daftar mata kuliah, banyaknya kelas, jam aktif mata kuliah, dan jumlah kelas yang digunakan oleh Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma yang diperoleh dari Sekretariat Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Wawancara dengan narasumber dilakukan dengan bantuan pedoman wawancara yang sudah divalidasi oleh ahli menurut Arikunto [1]. Langkah-langkah penelitian teknik analisis data yang dilakukan adalah untuk memodelkan daftar dosen dengan daftar mata kuliah ke dalam graf dan menentukan warna minimum dalam proses pewarnaan pada Algoritma Welch-Powell.

3. Hasil dan Pembahasan

Langkah-langkah proses pewarnaan graf menggunakan Algoritma Welch-Powell adalah :

- 1) Mendata nama mata kuliah mata kuliah prodi Pendidikan Fisika Sanata Dharma beserta kode mata kuliah.
- 2) Mendata nama dan kode dosen prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma beserta mata kuliah yang diampu oleh setiap dosen.
- 3) Mendata ruangan belajar yang digunakan oleh prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma.
- 4) Menggambar graf hubungan dosen dengan mata kuliah yang diampu. Mata kuliah direpresentasikan sebagai titik sedangkan nama dosen direpresentasikan sebagai sisi.
- 5) Mencari derajat titik pada graf
- 6) Melakukan proses pewarnaan titik menggunakan Algoritma Welch-Powell.
- 7) Tempatkan mata kuliah dengan memperhatikan ketersediaan ruangan belajar yang digunakan.
- 8) Titik yang memiliki warna yang berbeda tidak boleh ditempatkan pada waktu yang bersamaan.

Berikut merupakan nama mata kuliah prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma beserta kode mata kuliah pada semester genap:

Tabel 1. Nama Mata Kuliah Prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma Beserta Kode Mata Kuliah pada Semester Genap

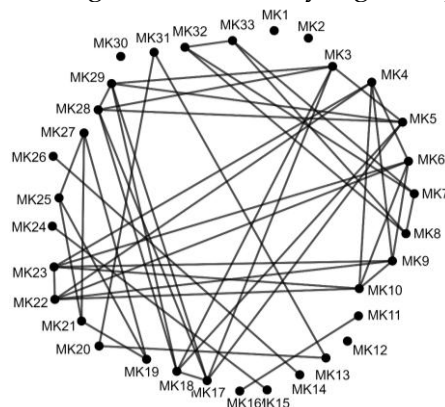
No	Mata Kuliah	SKS	JP	Kelas	Kode Mata Kuliah
1	Bahasa Inggris	3	3		MK1
2	Pend Kewarganegaraan	2	2		MK2
3	Micro Teaching	2	4	A	MK3
4	Eksperimen Fisika Modern	1	3	B	MK4
5	Micro Teaching	2	4	A	MK5
6	Eksperimen Elektronika	1	3	B	MK6
7	Elektrostatika dan Rangkaian Arus Searah	3	3		MK7
8	Fisika Medis	2	2		MK8
9	Eksperimen Fisika Modern	1	3	A	MK9
10	Eksperimen Elektronika	1	3	A	MK10
11	Eksperimen Optika	1	3		MK11
12	Diferensial dan Integral Lanjut	3	3		MK12
13	Fisika Lingkungan	2	2		MK13
14	Pengantar Pendidikan	2	2		MK14
15	Metodologi Penelitian Pendidikan	3	3		MK15
16	Fisika Inti	3	3		MK16
17	Kajian Kurikulum SM	2	2		MK17
18	Termofisika	3	3		MK18
19	Diferensial dan Integral	3	3		MK19
20	Fisika Modern	2	2		MK20
21	Eksperimen Mekanika	1	3		MK21
22	Optika	3	3		MK22
23	Dinamika dan Mekanika Fluida	3	3		MK23
24	Fisika Bumi dan Anariksa	2	2		MK24
25	Mekanika Analitik	2	2		MK25
26	Pembelajaran Fisika	3	3		MK26
27	Gelombang Elektromagnet	2	2		MK27
28	Eksperimen Termofisika	1	3		MK28
29	Teologi Moral dan Filsafat Moral	2	2		MK29
30	Pengantar Bimbingan dan Konseling	2	2		MK30
31	Metoda Peng Fis Berbantuan Komputer	2	2		MK31
32	Micro Teaching	2	4	B	MK32
33	Micro Teaching	2	4	B	MK33

Selanjutnya adalah mendata kode mata kuliah masing masing dosen pengampu. Berikut merupakan data nama dan kode dosen prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma beserta mata kuliah yang diampu oleh setiap dosen :

Tabel 2. Nama dan Kode Dosen Prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma Beserta Mata Kuliah yang Diampu oleh Dosen

Kode Dosen	Mata Kuliah
D1	MK2
D2	MK20, MK13, MK31
D3	MK16, MK11
D4	MK8, MK32, MK33, MK7
D5	MK14, MK26
D6	MK21, MK19, MK25, MK27
D7	MK30
D8	MK4, MK9, MK22, MK23, MK6, MK10,
D9	MK24, MK15
D10	MK12
D11	MK18, MK17, MK28, MK3, MK5, MK29
D12	MK1

Ruangan Belajar yang digunakan oleh Prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma adalah Ruang 402, Ruang 406, Ruang Lab Mikro, dan Lab PFIS 1, Lab PFIS. Lab Mikro hanya dapat menampung 20 mahasiswa. Terdapat 4 Lab PFIS digunakan untuk kegiatan pratikum. Setelah kegiatan mendata, maka selanjutnya adalah menggambar graf hubungan dosen dengan mata kuliah yang diampu. Mata kuliah direpresentasikan sebagai titik sedangkan nama dosen direpresentasikan sebagai sisi. Berikut adalah gambar graf hubungan dosen dengan mata kuliah yang diampu.



Gambar 1. Graf hubungan dosen dengan mata kuliah

Dari Graf hubungan dosen dengan mata kuliah yang diampu diperoleh derajat masing masing titik, yaitu:

$$\begin{aligned}
d(MK1) &= 0 & d(MK18) &= 5 \\
d(MK2) &= 0 & d(MK19) &= 3 \\
d(MK3) &= 5 & d(MK20) &= 2 \\
d(MK4) &= 5 & d(MK21) &= 3 \\
d(MK5) &= 5 & d(MK22) &= 5 \\
d(MK6) &= 5 & d(MK23) &= 5 \\
d(MK7) &= 3 & d(MK24) &= 1 \\
d(MK8) &= 3 & d(MK25) &= 3 \\
d(MK9) &= 5 & d(MK26) &= 1 \\
d(MK10) &= 5 & d(MK27) &= 3 \\
d(MK11) &= 1 & d(MK28) &= 5 \\
d(MK12) &= 0 & d(MK29) &= 5 \\
d(MK13) &= 2 & d(MK30) &= 0 \\
d(MK14) &= 1 & d(MK31) &= 2 \\
d(MK15) &= 1 & d(MK32) &= 3 \\
d(MK16) &= 1 & d(MK33) &= 3 \\
d(MK17) &= 5 & &
\end{aligned}$$

Setelah mencari masing-masing derajat titik, selanjutnya adalah proses pewarnaan titik menggunakan Algoritma Welch-Powell. Urutkan semua titik berdasarkan derajatnya dari besar ke yang kecil. Ambil warna pertama dan beri warna titik pada urutan pertama, kemudian titik berikutnya yang tidak bertetangga dengan warna yang sama, demikian seterusnya sampai tidak ada lagi titik yang dapat diberi warna dengan warna pertama tersebut. Setelah itu, ambil warna berikutnya dan beri warna titik sisanya mulai dari yang mempunyai derajat paling besar, demikian seterusnya sampai semua titik diberi warna. Berikut merupakan hasil proses pewarnan graf hubungan dosen dengan mata kuliah Prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma Semester Genap.

Tabel 3. Proses Pewarnaan Graf Hubungan Dosen dengan Mata Kuliah Prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma Semester Gasal

MK	3	4	5	6	9	1	1	1	2	2	2	2	7	8	1	2	2	2	3	3	1	2	3	1	1	1	1	2	2	1	2	1	3	
Derajat	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Warna	1	1	2	2	3	4	3	4	5	6	5	6	1	2	1	2	3	4	3	4	1	2	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	

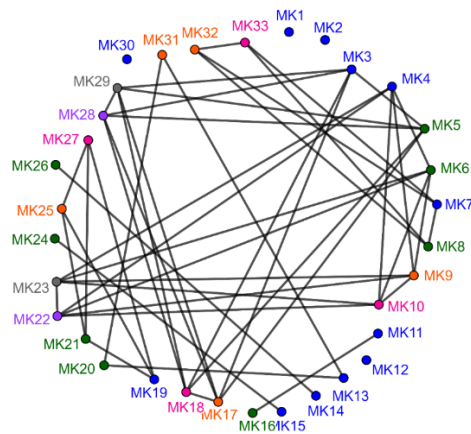
Karena semua titik sudah diberi warna, maka proses pewarnaan selesai. Jadi bilangan kromatik dari graf A adalah 4 warna dengan kode warna dan kode mata kuliah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pewarnaan Menggunakan Algoritma Welch-Powell Semester Gasal

Kode	Warna	Kode Mata Kuliah
1	Biru	MK3, MK4, MK7, MK19, MK13, MK11, MK14, MK15, MK1, MK2, MK12, MK30

2	Hijau	MK5, MK6, MK8, MK21, MK20, MK16, MK24, MK26
3	Orange	MK9, MK17, MK25, MK32, MK31
4	Pink	MK10, MK18, MK27, MK33
5	Ungu	MK22, MK28
6	Abu-abu	MK23, MK29

Gambar Graf A yang telah diwarnai adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Pewarnaan

Berikut ini merupakan hasil penjadwalan mata kuliah Prodi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma semester genap:

Tabel 5. Jadwal Semester Genap

Hari	Sem	Waktu	Mata Kuliah	JP	Ruang	Dosen Pengampu
Senin	II	07.00-09.50	Elektrostatika dan Rangkaian Arus Searah	3	402	D4
		11.00-13.50	Eksperimen Termofisika	3	Lab Fisika 1	D11
	IV	07.00-09.50	Eksperimen Optika	3	406	D3
		11.00-13.50	Optika	3	402	D8.
		09.00-10.50	Micro Teaching (A)	2	Lab Micro	D11
	VI	08.00-10.50	Eksperimen Fisika Modren (B)	3	Lab Fisika 2	D8
		14.00-	Pembelajaran	3	406	D5

		16.50	Fisika				
Selasa	II	09.00-11.50	Dinamika dan Mekanika Fluida	3	406	D8.	
		16.00-17.50	Fisika Lingkungan (pilihan)	2	402	D2	
		09.00-10.50	Teologi Moral dan Filsafat Moral	2	402	D11	
	IV	16.00-17.50	Fisika Lingkungan (pilihan)	2	402	D2	
		07.00-08.50	Fisika Bumi dan Antariksa	2	402	D9	
	VI	12.00-13.50	Micro Teaching (A)	2	Lab Micro	D11	
		12.00-14.00	Eksperimen Elektronika (B)	3	Lab Fisika 3	D8	
		16.00-17.50	Fisika Lingkungan (pilihan)	2	402	D2	
		10.00-12.50	Bahasa Inggris	3	406	D12	
	Rabu	II	15.00-17.00	Termofisika	3	402	D11
			13.00-14.50	Kajian Kurikulum SM	2	402	D11
		IV	16.00-17.50	Gelombang Elektromagnet	2	406	D6
07.00-09.50			Metodologi Penelitian Pendidikan	3	402	D9	
VI		11.00-12.50	Penidikan Kewarganegaraan	2	402	D1	
		15.00-17.50	Eksperimen Elektronika (A)	3	Lab Fisika 3	D8	
		16.00-17.50	Micro Teaching (B)	2	Lab Micro	D4	
		07.00-09.50	Diferensial dan Integral	3	406	D6	
Kamis		II	11.00-12.50	Pengantar Bimbingan dan Konseling	2	402	D7
			16.00-17.50	Metoda Peng Fis Berbantuan Komputer	2	402	D2

		(pilihan)			
	07.00-08.50	Pengantar Pendidikan	2	402	D5
	10.00-12.50	Diferensial dan Integral Lanjut	3	406	D10
IV	14.00-15.50	Mekanika Analitik	2	402	D6
	16.00-17.50	Metoda Peng Fis Berbantuan Komputer	2	402	D2
		(pilihan)			
	13.00-15.50	Eksperimen Fisika Modren (A)	3	Lab Fisika 2	D8
VI	13.00-14.50	Micro Teaching (B)	2	Lab Micro	D4
	16.00-17.50	Metoda Peng Fis Berbantuan Komputer	2	402	D2
		(pilihan)			
	07.00-09.50	Eksperimen Mekanika	3	Lab Fisika 4	D6
II	16.00-17.50	Fisika Medis (pilihan)	2	402	D4
	07.00-08.50	Fisika Modren	2	406	D2
Jumat	16.00-17.50	Fisika Medis (pilihan)	2	402	D4
	07.00-09.50	Fisika Inti	3	402	D3.
VI	16.00-17.50	Fisika Medis (pilihan)	2	402	D4

4. Kesimpulan

Setelah melakukan langkah-langkah proses pewarnaan graf hubungan dosen dengan mata kuliah yang diampu menggunakan Algoritma Welch-Powell diperoleh jumlah bilangan kromatik pada semester genap adalah adalah 6 warna. Algoritma Welch-Powell berhasil diterapkan untuk menyusun jadwal perkuliahan Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sanata Dharma dengan mempertimbangkan dosen pengampu dan ketersediaan ruang kelas.

Pada penelitian ini, masih menerapkan Algoritma Welch-Powell pada jadwal kelas non parallel. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya penulis menyarankan untuk menerapkan Algoritma Welch-Powell pada jadwal kelas parallel.

Daftar Pustaka

- [1]Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [2]Baker, K.R. 1974. *Introduction To Sequencing and Scheduling*. New York: John Wiley and Sons.
- [3]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.
- [4]Kusumah, Y.S. 2020. *Matematika Diskrit*. Bandung : ROSDAKARYA.
- [5]Lestari, L. (2020). Penerapan Algoritma Welch-Powell pada Pewarnaan Graf dalam Pemetaan Wilayah di Kota Medan. *KARISMATIKA: Kumpulan Artikel Ilmiah, Informatika, Statistik, Matematika dan Aplikasi*, 6(1).
- [6]Manongga, Danny dan Nataliani, Yessica. 2013. *Matematika Diskrit*. Jakarta: Kencana.
- [7]Munir, Rinaldi. 2001. *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika.
- [8]Siang, Jong Jek. 2009. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer* Yogyakarta : ANDI OFFSET.
- [9]Siang, Jong Jek. 2011 *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*. Yogyakarta : ANDI OFFSET.
- [10]Sangadji, Etta Mamang dan Sopiah. 2010. *Metodologi Penelitian - Pendekatan Praktis dalam Penelitian*. Yogyakarta : ANDI.