

## PENERAPAN ALGORITMA WELCH-POWELL PADA PENJADWALAN MATA PELAJARAN SD

Finata Rastic Andrari<sup>1§</sup>, Maimunah<sup>2</sup>, Nurmala Dewi Qadarsih<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI [fina.rastic@gmail.com]

<sup>2</sup>Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI [queenahakim@gmail.com]

<sup>3</sup>Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI [dwie.noer78@gmail.com]

<sup>§</sup>Corresponding Author

### ABSTRACT

*In the context of scheduling class timetables and allocating teachers to specific subjects in schools, a common issue is the occurrence of schedule conflicts. These conflicts often result in situations where a teacher is assigned to teach the same subject at the same time in different classes, or where teachers are scheduled to teach different subjects simultaneously. The Welch Powell algorithm is a graph coloring method that can be applied to scheduling problems. The scheduling process begins by representing subjects and the teachers assigned to them as a graph. Each subject is represented as a node within the graph, while the edges in the graph represent the classes taught by the subject teachers. The graph coloring procedure starts with the selection of the node with the highest degree in the constructed graph. Through the implementation of the Welch Powell algorithm, it has been observed that graph coloring can be effectively used for scheduling class hours and teacher subject assignments, thus eliminating schedule conflicts.*

**Keywords:** *graph coloring, welch powell algorithm, schedulling, graph*

### 1. PENDAHULUAN

Teori graf merupakan salah satu cabang ilmu matematika. Pembahasan cabang ilmu tersebut cukup mendapat perhatian karena aplikasinya yang luas dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antar objek-objek tersebut (Munir, 2016). Salah satu cabang ilmu teori graf adalah pewarnaan graf. Pewarnaan graf dilakukan dengan cara memberi warna pada elemen graf yang dijadikan subjek dalam memahami permasalahan (Mahardika & Marcos, 2017). Terdapat tiga jenis pewarnaan graf diantaranya adalah pewarnaan simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah (Meliana & Maryono, 2014). Algoritma Welch Powell adalah algoritma yang digunakan dalam pewarnaan simpul. Algoritma ini melakukan pewarnaan berdasarkan derajat tertinggi setiap simpulnya (Muflikhudin, 2020). Algoritma Welch Powell bisa diterapkan salah satunya untuk permasalahan penjadwalan.

Penjadwalan merupakan suatu proses mengalokasikan waktu kapan dan dimana suatu

kegiatan dilakukan (Handayani et al., 2016). Penjadwalan berperan untuk mengalokasikan sejumlah sumber daya untuk memastikan perencanaan kegiatan dalam berjalan baik dengan waktu dan tenaga yang tersedia secara efisien (Maro & Purab, 2021). Dalam dunia akademik penjadwalan merupakan kegiatan penting yang harus dilakukan agar proses belajar mengajar dapat berlangsung secara optimal. Penjadwalan tersebut meliputi pengalokasian sumber daya yang sesuai bidangnya serta ketersediaan waktu dan tempat. Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan saat pengaturan jadwal mengajar di sekolah, seperti guru, waktu mata pelajaran, jumlah jam, dan hari mengajar (Wicaksono & Kartono, 2020).

Penyusunan jadwal di SDIT Al Amanah Jakarta Utara saat ini dilakukan secara manual. Kendala yang terjadi adalah terjadinya jadwal bentrok, seperti adanya jadwal guru yang mengampu suatu mata pelajaran dalam waktu yang sama pada kelas berbeda. Selain itu kendala lain yang terjadi adalah guru yang mengampu mata pelajaran yang berbeda

dijadwalkan pada waktu yang bersamaan. Untuk mengatasi kendala tersebut diperlukan alternatif dalam proses penjadwalan. Salah satu cara yang dilakukan untuk pengoptimalan penjadwalan adalah pewarnaan graf dengan algoritma Welch Powell.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wisaksono dan Kartono memberikan kesimpulan bahwa proses penyusunan jadwal di SMP Negeri 75 Jakarta dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma Welch Powell yaitu dengan teknik pewarnaan simpul graf (Wicaksono & Kartono, 2020). Penelitian lain yang dilakukan oleh Handayani dkk di SMA Negeri 8 Bandung juga memberikan hasil optimal untuk penyusunan jadwal di sekolah tersebut (Bustan & Salim, 2019). Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka peneliti melakukan penelitian yang berkaitan dengan penyusunan jadwal di SDIT Al Amanah Jakarta Utara dengan pendekatan pewarnaan simpul graf menggunakan algoritma Welch Powell.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan dengan studi pustaka terkait pewarnaan graf dan data dari SDIT Al Amanah, kemudian data tersebut direpresentasikan dalam bentuk graf. Berikut langkah-langkah penelitian yang dilakukan :

- Pengumpulan data dengan wawancara, serta data berupa daftar guru, mata pelajaran, dan distribusi guru.
- Representasi hubungan mata pelajaran dan guru serta sebaran kelas yang diampu dalam sebuah graf. Simpul merepresentasikan mata pelajaran dan kode guru. Kemudian simpul yang bertetangga direpresentasikan sebagai kelas yang diampu oleh kode guru dan mata pelajaran pada hari yang sama.
- Penentuan pewarnaan simpul dari graf yang terbentuk menggunakan algoritma Welch Powell.
- Penyusunan jadwal belajar mengajar berdasarkan hasil pewarnaan simpul.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam konteks ini, peneliti telah mengukuhkan cakupan penelitian dengan membatasi penjadwalan pada kelas 4 hingga kelas 6. Hal ini disebabkan oleh jumlah jam

pelajaran yang lebih singkat untuk kelas 1-3, di mana sebagian besar mata pelajaran diajarkan oleh guru wali kelas mereka masing-masing. Selanjutnya, bagian ini merupakan pembahasan cara mengimplementasikan data yang diperoleh menjadi sebuah graf. Kemudian dari graf tersebut dilakukan pewarnaan simpul dengan algoritma Welch Powell. Langkah-langkah algoritma Welch Powell yaitu mengurutkan derajat simpul graf secara menurun. Urutan derajat simpul ini tidak unik, hal ini disebabkan karena ada kemungkinan beberapa simpul memiliki derajat yang sama. Selanjutnya gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama. Gunakan warna yang sama untuk mewarnai simpul yang tidak bertetangga dengan simpul pertama tersebut. Ulangi langkah pewarnaan ini sesuai urutan tertinggi hingga semua simpul terwarnai. Jumlah warna minimum yang diperoleh algoritma Welch Powell disebut bilangan kromatik (Munir, 2016).

Tabel 1. Distribusi Jam Pelajaran

Jam Pelajaran ke-	Jam	Senin-Kamis	Jumat
1	07.35-08.10	✓	✓
2	08.10-08.45	✓	✓
3	08.45-09.20	✓	✓
Istirahat			
4	09.50-10.25	✓	✓
5	10.25-11.00	✓	✓
6	11.00-11.35	✓	✓
Istirahat			Pulang
Shalat Berjamaah			
7	13.00-13.30	✓	
8	13.30-14.00	✓	
Pulang			

Dalam penelitian ini, langkah pertama yang dilakukan adalah mendata guru dan mata pelajaran dalam satu semester, serta jam pelajaran setiap harinya. Peneliti menggunakan data semester ganjil tahun 2022. Distribusi jam pelajaran kelas 4-6 dapat dilihat pada Tabel 2. Data yang diperoleh terdiri dari 12 mata pelajaran, 19 guru, dan 18 kelas. Kode guru dan mata pelajaran yang diampu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Kode Guru dan Mata Pelajaran yang Diampu

Kode Guru	Mata Pelajaran
A	Pendidikan Agama Islam (PAI)
B	Pendidikan Agama Islam (PAI)
C	Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan (PJOK)
D	Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan (PJOK)
E	Bahasa Inggris (ING)
F	Bahasa Inggris (ING)
G	Tahfizh (TAH)
H	Tahfizh (TAH)
I	Sejarah Kebudayaan Islam (SKI)
J	Fiqih (FIQ)
K	Fiqih (FIQ)
L	Fiqih (FIQ)
M	Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)
N	Bahasa Arab (ARB)
O	Matematika (MTK)
P	Pendidikan Lingkungan dan Budaya Jakarta (PLJB)
Q	Tematik (TEM)
R	Tematik (TEM)

Dalam hal ini, peneliti memberi batasan penelitian yaitu penjadwalan untuk kelas 4 hingga kelas 6, karena untuk kelas 1-3 jumlah jam pelajaran lebih singkat dan guru yang mengampu adalah wali kelas masing-masing untuk hampir semua mata pelajaran.

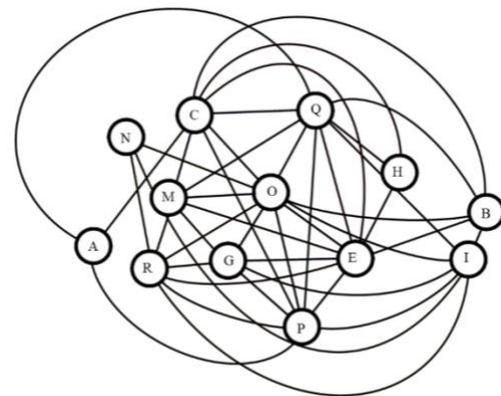
Setelah mendapatkan data kode guru dan mata pelajaran yang diampu, serta distribusi jam pelajaran di sekolah, langkah selanjutnya adalah merepresentasikannya dalam bentuk graf. Dalam hal ini simpul merepresentasikan kode guru dan mata pelajaran, sedangkan sisi merepresentasikan kelas yang diampu pada hari yang sama. Selanjutnya dilakukan pewarnaan graf dengan algoritma Welch Powell.

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 10 jam pelajaran pada hari Senin. Berikut disajikan pada Tabel 3 kode guru dan mata pelajaran

yang dipertimbangkan dijadwalkan pada hari Senin berdasarkan kesediaan guru. Tabel 3 menunjukkan kode guru dan mata pelajaran yang mengisi kelas pada hari Senin sebanyak 13 guru dengan total kelas sebanyak 6 kelas. Angka 1 pada elemen (i,j) menandakan kelas i diisi oleh guru j, sedangkan angka 0 menyatakan bahwa guru j tidak mengajar di kelas i tersebut. Selanjutnya akan dibuat graf yang merepresentasikan jadwal tersebut, dan dilakukan pewarnaan sedemikian sehingga tidak ada jadwal pelajaran yang bertabrakan dengan jadwal lain. Perancangan graf pada Tabel 3 dibuat dengan representasi berikut :

- Simpul graf merepresentasikan kode guru dan mata pelajaran, dan dilabeli sama dengan kode guru pada Tabel 2. Sehingga terdapat 13 simpul pada graf ini.
- Simpul yang terbentuk akan dihubungkan dengan sisi, dimana hubungan simpul yang bertetangga adalah kelas yang diampu.

Representasi graf yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Representasi Graf yang Terbentuk

Tabel 3. Mata Pelajaran pada Hari Senin

Kelas / Kode Guru	C	Q	R	M	O	G	H	A	B	I	E	N	P
4A	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4B	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
4C	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
5A	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5B	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
5C	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
6A	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
6B	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
6C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1

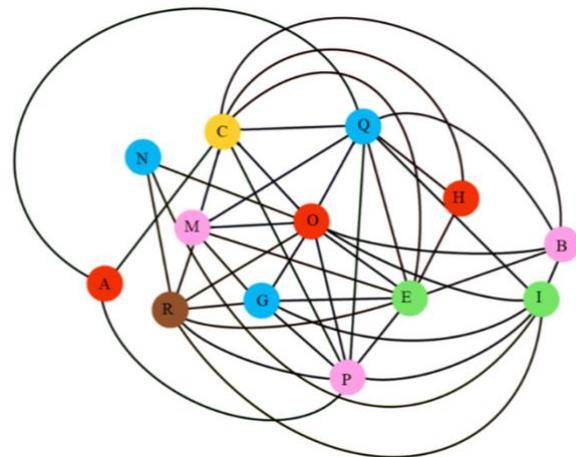
Selanjutnya dilakukan pewarnaan dari Graf G berdasarkan algoritma Welch Powell, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Tentukan derajat dari setiap simpul. Derajat pada suatu simpul adalah jumlah simpul yang bertetangga pada simpul tersebut (Mahmudah & Irawati, 2018). Derajat dan ketetanggaan pada masing-masing simpul disajikan pada Tabel 4.
- b. Warnai simpul yang berderajat paling tinggi yaitu simpul O dengan warna merah.
- c. Warnai simpul lain yang tidak bertetangga dengan simpul O dengan warna yang sama, yaitu merah. Simpul tersebut antara lain simpul A dan simpul H.
- d. Warnai simpul berderajat tertinggi selanjutnya, yaitu simpul Q, dengan warna biru. Dilanjutkan dengan mewarnai simpul yang tidak bertetangga dengan simpul Q dengan warna yang sama, yaitu simpul G dan simpul N.
- e. Selanjutnya warnai dengan warna hijau simpul derajat tinggi berikutnya, yaitu simpul E. Simpul yang tidak bertetangga dengan simpul E adalah simpul I juga berwarna hijau.
- f. Simpul berderajat tertinggi setelah itu adalah simpul C. Warnai simpul ini dengan warna kuning. Simpul

yang belum terwarnai semua bertetangga dengan simpul C, sehingga simpul yang berwarna kuning hanya simpul C.

- g. Simpul P memiliki derajat 8 diwarnai dengan warna merah muda. Kemudian simpul M dan simpul B yang tidak saling bertetangga dengan simpul P diwarnai dengan warna yang sama.
- h. Simpul terakhir yang belum terwarnai adalah simpul R. Simpul ini adalah simpul terakhir dan diberi warna coklat.

Hasil pewarnaan simpul pada graf dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pewarnaan Simpul pada Graf

Berdasarkan hasil yang didapatkan dengan pewarnaan simpul menggunakan algoritma Welch Powell, diperoleh minimum warna yang digunakan adalah sebanyak 6 warna. Jumlah warna minimum yang digunakan untuk mewarnai setiap simpul dalam graf sedemikian sehingga setiap dua simpul bertetangga tidak mempunyai warna yang sama disebut bilangan kromatik (Rusdiana & Maulani, 2019). Dari hasil bilangan kromatik, terdapat

6 kelompok warna yang didapatkan, kelompok tersebut antara lain :

- Kelompok merah terdiri dari simpul A, O, dan H.
- Kelompok biru terdiri dari simpul G, N, dan Q.
- Kelompok hijau adalah simpul E dan I.
- Kelompok kuning adalah simpul C.
- Kelompok merah muda terdiri dari simpul B, M, dan P.
- Kelompok coklat adalah simpul R.

Tabel 4. Implementasi Pewarnaan Graf dalam Penjadwalan

Kelas/ Jam ke	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1	PJOK (C)	MAT (O)	PLJB (P)	ING (E)	TEM (R)	TEM (Q)	ARB (N)	TIK (M)	SKI (I)
2	PJOK (C)	MAT (O)	PLJB (P)	ING (E)	TEM (R)	TEM (Q)	ARB (N)	TIK (M)	SKI (I)
3	TEM (Q)	TAH (G)	PJOK (C)	TAH (H)	ING (E)	MAT (O)	SKI (I)	TEM (R)	PLJB (P)
4	TEM (Q)	TAH (G)	PJOK (C)	TAH (H)	ING (E)	MAT (O)	SKI (I)	TEM (R)	PLJB (P)
5	TIK (M)	ING (E)	TEM (Q)	PJOK (C)	SKI (I)	PLJB (P)	MAT (O)	TAH (G)	TEM (R)
6	TIK (M)	ING (E)	TEM (Q)	PJOK (C)	SKI (I)	PLJB (P)	MAT (O)	TAH (G)	TEM (R)
7	MAT (O)	PLJB (P)	PAI (A)	TEM (Q)	PJOK (C)	SKI (I)	TEM (R)	ING (E)	TAH (G)
8	MAT (O)	PLJB (P)	PAI (A)	TEM (Q)	PJOK (C)	SKI (I)	TEM (R)	ING (E)	TAH (G)

Penerapan pewarnaan graf pada penjadwalan dapat dilihat pada Tabel 4. Simpul atau mata pelajaran yang memiliki warna sama yang artinya simpul-simpul tersebut tidak bertetangga, boleh dijadwalkan pada waktu yang sama di kelas yang berbeda. Simpul M (mata pelajaran TIK) dan P (mata pelajaran PLJB) adalah dua simpul yang berada pada kelompok merah muda dapat dijadwalkan pada jam pertama dan kedua di kelas berbeda. Begitu

juga simpul E (mata pelajaran Bahasa Inggris) dan simpul I (mata pelajaran SKI) yang berwarna hijau bisa dijadwalkan bersamaan pada kelas berbeda.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa teknik pewarnaan simpul pada graf menggunakan Algoritma Welch Powell dapat diterapkan dalam penyusunan jadwal belajar mengajar di SDIT Al

Amanah Jakarta Utara. Simpul pada graf merepresentasikan kode guru dan mata pelajaran yang diampu, sedangkan sisi merepresentasikan kelas yang diampu oleh guru pada hari yang sama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bustan, A. W., & Salim, M. R. 2019. Penerapan Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch Powell untuk Menentukan Jadwal Bimbingan Mahasiswa. *Jurnal THEOREMS: The Original Research of Mathematics*, 4(1).
- Handayani, D., Rosely, E., & Mayadewi, R. P. 2016. Penerapan Algoritma Welch Powell dengan Pewarnaan Graph pada Penjadwalan Mata Pelajaran SMA. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*.
- Mahardika, F., & Marcos, H. 2017. Penerapan Algoritma Graf Welch Powel pada Penjadwalan Mata Kuliah dan Jadwal Asisten Study Kasus Forum Asisten STMIK Amikom Purwokerto. *Jurnal SIMETRIS*, 8(2).
- Mahmudah, M., & Irawati, T. N. 2018. Aplikasi Pewarnaan Graf terhadap Pembuatan Jadwal Ujian Semester di Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Jember. *Kadikma*, 9(2).
- 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).
- Meliana, C. H., & Maryono, D. 2014. Aplikasi Pewarnaan Graf untuk Optimalisasi Traffic Light di Sukoharjo. *JIPTEK*, VII(1).
- Muflikhudin, B. 2020. Teknik Pewarnaan Graf pada Penjadwalan Piket Osis dengan Algoritma Welch Powell pada SMP Negeri 2 Kemranjen. *Fusioma: Fundamental Scientific Journal of Mathematics*, 1(2).
- Munir, R. 2016. *Matematika Diskrit* (6th ed., Vol. 1). Informatika.
- Rusdiana, Y., & Maulani, A. 2019. Algoritma Welch-Powell Untuk Pewarnaan Graf pada Penjadwalan Perkuliahan. *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 3(1), 37–47. <https://doi.org/10.31539/spej.v3i1.915>
- Wicaksono, P. S., & Kartono. 2020. Analisis Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Algoritma Welch Powell. *Prismatika: Jurnal Pendidikan Dan Riset Matematika*, 3(1).