

PENERAPAN KONSEP PEWARNAAN GRAF DALAM PENJADWALAN PEMBELAJARAN DI SMAN 1 KOPANG

Reksa Haniantara¹, Amrullah², Ulfa Lu'luilmaknun³, Nani Kurniati⁴
¹²³⁴Pendidikan Matematika FKIP Universitas Mataram
1reksahantantara@gmail.com

ABSTRACT

Scheduling is a way to determine the time and place an activity will be carried out. A learning schedule that is free from overlapping scheduling problems needs to be available before teaching and learning activities begin so that the early teaching and learning activities can take place effectively. One way that can be used to overcome the problem of overlapping learning scheduling is to use the concept of graph coloring contained in the topic of graph theory. Therefore, the goal to be achieved in this study is to obtain a schedule of teaching and learning activities that are free from overlapping scheduling at SMAN 1 Kopang by applying the concept of graph coloring. The type of research used is applied research. Based on the scheduling data, we get a neighboring matrix with a size of 224x224 and a chromatic number of 22. The determination of neighboring matrices using the help of the Excel VBA programming language. The schedule-making begins by creating a scheduling conflict graph based on the lesson schedule data, then the graph obtained will be colored using Welch Powell's algorithm. After the coloring results are obtained, a learning schedule can be arranged based on the coloring results. Subjects of the same color can be scheduled at the same time and vice versa. The lesson schedule produced in this study requires six additional time slots so that the lesson schedule is free from scheduling overlap because the chromatic number obtained in graph coloring is greater than the available time slots at SMAN 1 Kopang.

Keywords: Learning Scheduling, Graph Theory, Welch Powell Algorithm, VBA Excel

ABSTRAK

Penjadwalan merupakan suatu kegiatan untuk menentukan waktu dan tempat suatu kegiatan akan dilakukan. Jadwal pelajaran yang terbebas dari masalah tumpang tindih penjadwalan perlu tersedia sebelum kegiatan belajar mengajar dimulai agar pada masa-masa awal kegiatan belajar mengajar dapat berlangsung dengan efektif. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tumpang tindih penjadwalan pembelajaran adalah dengan menggunakan konsep pewarnaan graf yang terdapat dalam topik teori graf. Oleh karena itu tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah mendapatkan jadwal kegiatan belajar mengajar yang bebas dari tumpang tindih penjadwalan di SMAN 1 Kopang dengan menerapkan konsep pewarnaan graf. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan. Berdasarkan data penjadwalan didapatkan matriks beretangga dengan ukuran 224×224 dengan bilangan kromatik 22. Penentuan matriks bertetangga dilakukan dengan bantuan bahasa pemrograman *VBA Excel*. Penyusunan jadwal diawali dengan membuat graf konflik penjadwalan berdasarkan data jadwal pelajaran, kemudian graf yang diperoleh akan diwarnai menggunakan algoritma Welch Powell. Setelah diperoleh hasil pewarnaan maka dapat disusun

jadwal pembelajaran berdasarkan hasil pewarnaan. Mata pelajaran dengan warna yang sama dapat dijadwalkan pada waktu yang bersamaan dan sebaliknya. Jadwal pelajaran yang dihasilkan dalam penelitian ini membutuhkan 6 slot waktu tambahan agar jadwal pelajaran bebas dari tumpang tindih penjadwalan. Hal ini dikarenakan bilangan kromatik yang didapatkan dalam pewarnaan graf lebih besar dari slot waktu yang tersedia di SMAN 1 Kopang.

Kata Kunci: Penjadwalan Pembelajaran, Teori Graf, Pewarnaan Graf, Algoritma Welch Powell, VBA Excel

A. Pendahuluan

Penjadwalan merupakan suatu kegiatan untuk menentukan waktu dan tempat suatu kegiatan akan dilakukan (Niarma et al., 2018). Pada umumnya Penjadwalan pembelajaran di sekolah merupakan tugas Wakil Kepala Sekolah bagian kurikulum di setiap awal masa pembelajaran. Pelaksanaan pembelajaran di SMAN 1 Kopang mengalami sedikit modifikasi untuk menyesuaikan pembelajaran pada saat pandemi. Untuk mencegah kerumunan setiap kelas dibagi menjadi dua kelompok belajar dan setiap angkatan memiliki hari masuk yang berbeda. Di SMAN 1 Kopang sering terjadi tabrakan jadwal pembelajaran di setiap awal masa pembelajaran seperti yang terdapat pada jadwal pelajaran tahun ajaran 2020/2021.

Hasil wawancara dan observasi di sekolah menunjukkan bahwa hal ini terjadi dikarenakan keterbatasan waktu dan jumlah guru yang ada di SMAN 1 Kopang sehingga sekolah

mengalami kesulitan dalam memetakan jadwal pelajaran agar tidak terjadi tumpang tindih jadwal mengajar. Selain itu wawancara dilakukan untuk mengetahui sumber daya yang ada di sekolah baik jumlah guru, jumlah kelas, dan jumlah jam pelajaran yang tersedia. Wakil Kepala Sekolah bagian kurikulum dalam menyusun jadwal pelajaran menggunakan bantuan *Microsoft Excel* dengan memasukkan data-data guru dan mata pelajaran ke dalam setiap slot waktu yang tersedia secara manual. Wawancara dengan Wakil Kepala Sekolah bagian kurikulum yang bertugas dalam menyusun jadwal pembelajaran didapatkan data sebagai berikut; (1) jumlah total tenaga pendidik di SMAN 1 Kopang pada tahun ajaran 2020/2021 semester genap adalah 48 orang termasuk satu orang kepala sekolah dan empat orang wakil kepala sekolah dan (2) terdapat 14 kelas yang terdiri dari kelas X sebanyak 7 kelas dan kelas XI sebanyak 7 kelas dan

masing-masing kelas dibagi lagi menjadi 2 kelompok belajar sehingga total kelompok belajar yang ada menjadi 28 kelompok belajar sedangkan kelas XII telah melaksanakan Ujian Nasional serta (3) jumlah mata pelajaran adalah 20 mata pelajaran. Sering terjadi penjadwalan yang tabrakan di setiap awal masa pembelajaran yang disebabkan oleh kesalahan penulisan ulang atau guru yang tidak dapat mengajar di waktu tertentu. Untuk mengatasi hal tersebut pihak sekolah akan menyesuaikan jadwal yang tabrakan, jika terdapat guru yang tidak bisa mengajar di waktu tertentu biasanya dilakukan komunikasi dengan guru lain untuk bisa digantikan waktu mengajarnya.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tumpang tindih jadwal pembelajaran adalah dengan menggunakan konsep pewarnaan graf yang terdapat dalam topik teori graf. Dalam pengaplikasiannya teori graf banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dikaitkan dengan masalah jaringan komunikasi, transportasi, ilmu komputer, riset operasi, ilmu kimia, sosiologi, kriptografi dan lain sebagainya (Mahmudah & Irawati, 2018). Graf

dapat juga diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti penemuan jarak terpendek, pelabelan, pewarnaan, maupun penempatan data (Amrullah, 2011). Graf pertama kali digunakan untuk memecahkan masalah jembatan Konigsberg pada tahun 1736. Pada tahun tersebut, seorang matematikawan Swiss bernama L. Euler berhasil memecahkan masalah jembatan Konigsberg tersebut. Ia memodelkan masalah ini ke dalam bentuk graf dengan daratan (titik-titik yang dihubungkan oleh jembatan) dimodelkan sebagai noktah atau vertex dan jembatan dinyatakan sebagai garis atau edge (Daswa & Riyadi, 2017). Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut, representasi visual dari graf adalah dengan menyatakan objek tersebut sebagai noktah, bulatan atau titik, sedangkan hubungan antara objek dinyatakan sebagai garis (Munir 2016). Momongga & Nataliani (2013) menyebutkan bahwa graf adalah suatu diagram yang memuat informasi tertentu dan dilambangkan dengan suatu keterhubungan antar titik.

Pewarnaan graf adalah pemberian warna yang direpresentasikan sebagai bilangan

terurut mulai dari 1 atau dapat juga direpresentasikan langsung dengan menggunakan warna pada objek tertentu pada suatu graf (Niarma et al., 2018). Ada tiga macam persoalan pewarnaan graf, yaitu pewarnaan simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah (Munir, 2016). Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk membentuk jadwal pembelajaran sehingga tidak terdapat jadwal yang tabrakan adalah pewarnaan simpul graf.

Dalam proses pembuatan jadwal pelajaran memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi untuk dapat memetakan sejumlah komponen penjadwalan (mata pelajaran, guru, ruang dan waktu) ke dalam timeslot (matriks ruang dan waktu) dengan mempertimbangkan semua batasan yang ada. Terkadang masalah penjadwalan baru ditemukan ketika pelaksanaan kegiatan belajar mengajar telah dimulai, sehingga perlu dilakukan penjadwalan ulang pada jadwal pelajaran tersebut. Hal ini menyebabkan pembelajaran pada masa-masa awal kegiatan belajar mengajar menjadi kurang efektif. Jadwal pembelajaran yang terbebas dari masalah tumpang tindih penjadwalan perlu tersedia sebelum kegiatan belajar mengajar dimulai

agar pada masa-masa awal kegiatan belajar mengajar dapat berlangsung dengan efektif. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai cara mengatasi jadwal tabrakan yang dalam hal ini peneliti tertarik untuk menggunakan metode pewarnaan graf dalam mengatasi masalah tabrakan penjadwalan pembelajaran yang ada di SMAN 1 Kopang.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian terapan. Penelitian terapan merupakan salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk menerapkan, menguji, dan mengevaluasi kemampuan suatu teori yang diterapkan dalam permasalahan tertentu secara praktis (Abubakar, 2021). Hasil riset atau penelitian terapan langsung dapat digunakan oleh orang yang berkepentingan. Dengan menerapkan konsep pewarnaan graf, diharapkan dapat menyelesaikan masalah tabrakan jadwal yang terjadi di SMAN 1 Kopang.

Data yang akan diolah adalah data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari SMAN 1 Kopang. Data ini digunakan untuk mengetahui

jumlah dan nama-nama mata pelajaran yang akan diprogramkan pada semester genap tahun ajaran 2020/2021 beserta guru yang mengajar pada setiap mata pelajaran, jam pelajaran setiap mata pelajaran dan kelompok belajar.

Untuk memudahkan dalam pengolahan data digunakan bantuan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang terdapat dalam *Microsoft Excel*. Dalam pembuatan matriks bersisian dan matriks ketetanggaan himpunan simpulnya adalah semua mata pelajaran dan himpunan sisinya adalah semua guru mata pelajaran yang terdapat pada Semester Genap tahun ajaran 2020/2021 di SMAN 1 Kopang.

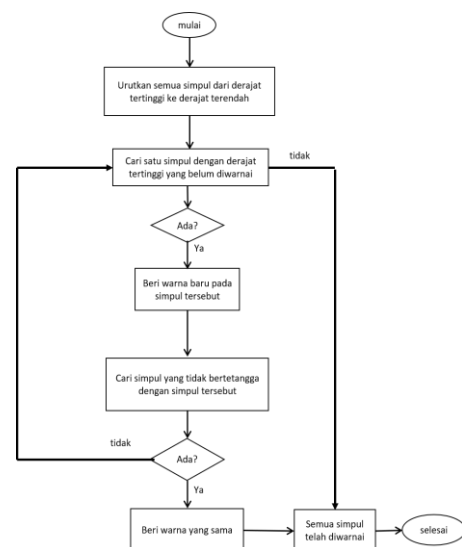
Simpul-simpul yang didapatkan pada matriks ketetanggaan kemudian akan diwarnai menggunakan algoritma Welch Powell. Algoritma ini memberikan cara mewarnai sebuah graf dengan mengurutkan titik-titiknya berdasarkan derajat titiknya dan memberi label berdasarkan derajatnya (Susilo Putro et al., 2012).

Langkah-langkah dalam menerapkan algoritma Welch Powell yaitu (Astuti, 2011):

1. Urutkan simpul-simpul dari graf dalam derajat yang menurun (urutan seperti ini mungkin

tidak unik karena beberapa simpul mungkin berderajat sama)

2. Gunakan satu warna untuk mewarnai simpul pertama (yang mempunyai derajat tertinggi) dan simpul-simpul lain (dalam urutan yang berurut) yang tidak bertetangga dengan simpul pertama ini.
3. Mulai lagi dengan simpul berderajat tertinggi berikutnya didalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna kedua.
4. Ulangi penggunaan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai.



Gambar 1 Diagram Alir Algoritma Welch Powell

Wibisono (2019) menyebutkan ada beberapa prinsip dalam pewarnaan graf, yaitu:

- Banyak warna yang digunakan harus seminimum mungkin, banyak warna minimum disebut bilangan kromatik ($\chi(G)$)
- Dua buah titik yang terhubung oleh satu atau lebih rusuk tidak boleh diberi warna yang sama
- Dalam mewarnai sebuah simpul, artinya warna kedua digunakan setelah warna pertama tidak dapat digunakan lagi, demikian seterusnya sampai semua simpul terwarnai semua.

Setelah simpul-simpul diberi warna maka dapat disusun jadwal pelajaran, mata pelajaran yang memiliki warna yang sama dapat dijadwalkan pada waktu yang bersamaan dan sebaliknya.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Pengumpulan Data

Data nama-nama mata pelajaran beserta guru pengampu didapatkan dari jadwal Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) semester genap Tahun Ajaran 2020/2021. Total jumlah mata pelajaran yang diajarkan

di SMAN 1 Kopang adalah 20 mata pelajaran dengan 42 guru pengampu yang mengajar hanya di kelas X dan XI sedangkan kelas XII telah melaksanakan ujian nasional. Setiap guru memiliki kode masing-masing dengan mata pelajaran yang diampu. Kode tersebut digunakan untuk memudahkan dalam pembuatan model graf yang akan digunakan dalam pembuatan matriks bersisian dan matriks ketetanggaan.

Total seluruh mata pelajaran yang ada di SMAN 1 Kopang adalah 20 mata pelajaran yang tersebar ke dalam 2 jurusan dengan total 14 kelas dengan kelas X dan XI masing-masing 7 kelas. Masing-masing kelas ini nantinya akan dibagi lagi menjadi 2 kelompok belajar untuk menyesuaikan kegiatan pembelajaran di masa pandemi sehingga total kelompok belajar yang ada di SMAN 1 Kopang pada semester genap tahun ajaran 2020/2021 adalah 28 kelompok belajar.

Banyak slot mata pelajaran di SMAN 1 Kopang adalah 420 slot mata pelajaran dengan 42 guru pengampu. Adapun yang dimaksud dengan slot mata pelajaran disini adalah mata pelajaran pada masing-masing kelas di SMAN 1 Kopang. Rincian slot mata pelajaran di SMAN 1 Kopang terbagi

menjadi 224 slot mata pelajaran di kelas X dengan 14 kelompok belajar dan 196 slot mata pelajaran di kelas XI dengan juga 14 kelompok belajar. Total seluruh kelompok belajar di SMAN 1 Kopang pada semester genap tahun ajaran 2020/2021 adalah 28 kelas yang terbagi ke dalam 2 jurusan yaitu MIPA sebanyak 12 kelas dan IPS sebanyak 16 kelas.

Pada penelitian ini yang dijadikan sebagai objek penelitian adalah jadwal pelajaran pada kelas X dimana terdapat beberapa jadwal yang tumpang tindih karena terdapat beberapa guru yang mengajar di dua kelompok belajar yang berbeda pada waktu yang bersamaan. Pemilihan kelas X sebagai objek penelitian dapat dilakukan karena jadwal pelajaran kelas X dan kelas XI memiliki waktu masuk yang berbeda. Kelas X masuk pada hari senin sampai dengan rabu sedangkan kelas XI masuk pada hari kamis sampai dengan sabtu sehingga walaupun terdapat guru yang mengajar di kelas X dan kelas XI tidak akan memberikan pengaruh karena hari masuk antar setiap angkatan yang berbeda. Jadi yang digunakan dalam penelitian ini adalah total slot mata pelajaran di SMAN 1 Kopang untuk kelas X sebanyak 224 slot mata

pelajaran yang tersebar ke dalam 14 kelompok belajar.

Data jumlah jam pelajaran atau slot waktu yang tersedia di SMAN 1 Kopang untuk kelas X adalah 16 slot jam pelajaran. Kegiatan belajar mengajar untuk kelas X berlangsung selama 3 hari dimulai pada hari senin sampai dengan hari rabu dengan rentang waktu masing-masing pelajaran adalah 30 menit. Data selengkapnya mengenai slot jam pelajaran yang tersedia untuk kelas X dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1 Slot Waktu Kelas X di SMAN 1 Kopang

Senin	Selasa	Rabu
08.00 – 08.30	08.00 – 08.30	08.00 – 08.30
08.30 – 09.00	08.30 – 09.00	08.30 – 09.00
09.00 – 09.30	09.00 – 09.30	09.00 – 09.30
09.45 – 10.15	09.45 – 10.15	09.45 – 10.15
10.15 – 10.45	10.15 – 10.45	10.15 – 10.45
10.45 – 11.15		

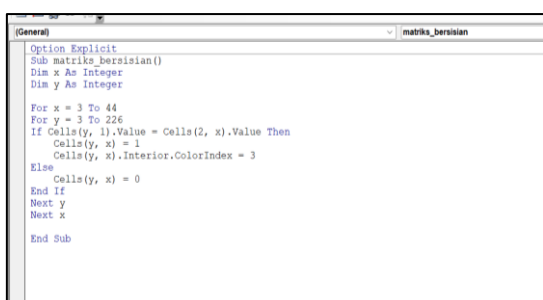
2. Pengolahan Data

a. Matriks Bersisian

Dalam pembuatan matriks bersisian slot mata pelajaran dipandang sebagai simpul dalam graf dan guru dipandang sebagai sisi. Jumlah slot mata pelajaran yang dijadikan sebagai simpul dalam penelitian ini adalah 224 slot mata pelajaran dan jumlah guru yang tersedia adalah 42 guru. Misalkan suatu graf $G = (V, E)$ merupakan graf dengan himpunan simpulnya adalah semua slot mata pelajaran kelas X di SMAN 1 Kopang dan himpunan sisinya adalah semua guru yang

mengajar di SMAN 1 Kopang. Maka dapat dibentuk suatu matriks bersisian dari G , dinotasikan dengan $A[a_{ij}]$.

Untuk mempermudah dalam mendeteksi simpul dan sisi yang bersisian digunakan bantuan bahasa pemrograman *Visual Basic* pada *Microsoft Excel*. *Source code* program yang digunakan dalam mendeteksi simpul dan sisi yang bersisian dapat dilihat pada Gambar 2.



```
Option Explicit
Sub matriks_bersisian()
Dim x As Integer
Dim y As Integer

For x = 3 To 44
For y = 3 To 226
If Cells(y, 1).Value = Cells(2, x).Value Then
Cells(y, x) = 1
Cells(y, x).Interior.ColorIndex = 3
Else
Cells(y, x) = 0
End If
Next y
Next x
End Sub
```

Gambar 2 Source Code Program Matriks Bersisian Menggunakan VBA Excel

Dalam program tersebut matriks bersisian yang dihasilkan akan berukuran 224×42 dengan himpunan baris adalah semua slot mata pelajaran dan himpunan kolom adalah semua guru yang mengajar di SMAN 1 Kopang. Kemudian jika terdapat guru yang mengajar pada suatu slot mata pelajaran maka elemen matriks yang bersangkutan akan bernilai 1 dan diberi warna untuk memperjelas elemen matriks. Sebaliknya jika seorang guru tidak mengajar di suatu slot mata pelajaran maka elemen matriks yang bersangkutan akan bernilai 0

b. Matriks Ketetanggaan

Matriks ketetanggaan menggambarkan hubungan antara slot mata pelajaran tertentu dengan slot mata pelajaran lain, jika dua slot mata pelajaran atau lebih diampu oleh guru yang sama maka elemen matriksnya akan bernilai 1 sedangkan jika slot mata pelajaran diampu oleh guru yang berbeda maka elemen matriksnya bernilai 0. Untuk mempermudah dalam mendeteksi simpul dan sisi yang bertetangga digunakan bantuan bahasa pemrograman *Visual Basic* pada *Microsoft Excel*. *Source code* program yang digunakan dalam mendeteksi simpul-simpul yang bertetangga dapat dilihat pada Gambar 3.



```
Option Explicit
Sub matriks_tetangga()
Dim x As Integer
Dim y As Integer

For x = 3 To 422
For y = 3 To 422
If Cells(y, 1).Value = Cells(x, 1).Value And _
Cells(y, 2).Value <> Cells(x, 2).Value Then
Cells(y, x) = 1
Cells(y, x).Interior.ColorIndex = 3
Else
Cells(y, x) = 0
End If
Next y
Next x
End Sub
```

Gambar 3 Source Code Program Matriks Bertetangga Menggunakan VBA Excel

Dalam program tersebut matriks ketetanggaan yang dihasilkan akan berukuran 224×224 dengan himpunan baris dan kolomnya berturut-turut adalah semua slot mata

pelajaran yang terdapat di SMAN 1 Kopang. Kemudian jika terdapat *slot* mata pelajaran yang diampu oleh guru yang sama maka elemen matriks yang bersangkutan akan bernilai 1 dan diberi warna untuk memperjelas elemen matriks. Sebaliknya jika *slot* mata pelajaran diampu oleh guru yang berbeda maka elmen matriks yang bersangkutan akan bernilai 0.

Dari hasil matriks ketetanggaan dihasilkan kumpulan graf lengkap yang saling asing. Hal ini terlihat dari semua simpul pada matriks ketetanggaan memiliki kemiripan yaitu terdapat sejumlah simpul n yang memiliki derajat yang sama yaitu $n - 1$. Simpul-simpul dalam graf lengkap akan bertetangga dengan semua simpul lainnya kecuali dengan dirinya sendiri. Terdapat 26 graf lengkap yang saling asing dengan jumlah simpul terbesar sebanyak 22 simpul dan jumlah simpul terkecil sebanyak 2. Pada graf lengkap terbesar yang memiliki 22 simpul, setiap simpulnya memiliki derajat yang sama yaitu 21 begitu pula untuk setiap graf lengkap dengan jumlah simpul n akan memiliki derajat yang sama yaitu $n-1$.

c. Penerapan Algoritma Welch Powell

Pada hasil penerapan algoritma Welch Powell yang menggunakan prinsip pewarnaan dengan derajat terbesar atau *LDO* (*Largest Degree Ordering*) didapatkan kumpulan graf-graf yang saling asing. Graf dengan derajat terbesar terdiri dari 22 simpul dan membentuk suatu graf lengkap yaitu graf sederhana yang setiap simpulnya mempunyai sisi ke semua simpul lainnya. Graf lengkap dengan n buah simpul dilambangkan dengan K_n . Setiap simpul pada K_n berderajat $n - 1$. Sehingga bilangan kromatik atau banyak warna minimum untuk mewarnai suatu graf yang dihasilkan untuk graf lengkap pertama adalah 22 warna atau butuh sedikitnya 22 banyak warna yang berbeda untuk mewarnai graf tersebut.

Bilangan kromatik yang digunakan adalah bilangan kromatik pada graf yang memiliki jumlah simpul terbanyak yaitu 22. Bilangan kromatik pada graf yang lain tidak akan memberikan pengaruh karena kumpulan graf yang dihasilkan adalah kumpulan graf-graf yang saling asing artinya tidak ada sisi yang menghubungkan antara graf yang satu dengan graf yang lainnya. Pewarnaan pada graf lengkap jauh lebih mudah karena banyak warna

minimum yang dihasilkan akan selalu sama dengan jumlah simpulnya. Hal ini dikarenakan setiap simpul dalam sebuah graf lengkap harus memiliki warna yang berbeda akibat dari semua simpul-simpulnya yang saling bertetangga.

Graf lengkap yang memiliki derajat terbesar pertama diwarnai terlebih dahulu. Pada pewarnaan graf yang memiliki derajat terbesar didapatkan bilangan kromatik 22. Adapun graf lengkap yang memiliki derajat terbesar kedua dan seterusnya boleh memiliki warna yang sama dengan graf lengkap pertama yang telah diwarnai karena graf-graf tersebut saling asing. Hasil bilangan kromatik pada graf lengkap dengan derajat terbesar ke dua adalah 14 atau akan lebih kecil dari hasil bilangan kromatik pada graf lengkap pertama, begitu pula seterusnya.

Jumlah warna yang dihasilkan sesuai dengan bilangan kromatik yang dihasilkan untuk graf lengkap terbesar. Pada hasil pewarnaan graf lengkap terbesar didapatkan bilangan kromatik 22 dan untuk graf lengkap dengan jumlah simpul yang lebih kecil akan memiliki bilangan kromatik lebih kecil juga. Bilangan kromatik pada graf lengkap tidak akan memengaruhi bilangan kromatik pada graf lengkap

yang lain karena masing-masing graf saling asing atau tidak dihubungkan oleh sisi. Oleh karena itu bilangan kromatik pada kumpulan graf yang saling asing adalah bilangan kromatik pada graf lengkap terbesar. Didapatkan jumlah warna minimum untuk mewarnai simpul-simpul pada graf lengkap terbesar adalah 22 warna. Warna 1 dan 2 masing-masing terdiri dari 26 slot mata pelajaran, warna 3 dan 4 masing-masing terdiri dari 24 slot mata pelajaran dan seterusnya.

d. Hasil Penyusunan Jadwal

Penyusunan jadwal dilakukan dengan cara memperhatikan hasil pewarnaan graf sebelumnya. Setelah warna diurutkan berdasarkan warna yang sama, didapatkan 22 kelompok warna. Warna yang sama dapat ditempatkan pada slot waktu yang sama. Karena graf yang dihasilkan adalah kumpulan graf-graf lengkap yang saling asing maka warna yang berbeda tetapi tidak terdapat dalam suatu graf yang sama boleh juga ditempatkan pada slot waktu yang sama. Contohnya warna 1 pada graf lengkap pertama dapat berada pada jam pelajaran yang sama dengan warna 1,2,3 dan seterusnya pada graf lengkap yang lain. Untuk menghasilkan jadwal yang tidak

tumpang tindih diperlukan penambahan 6 slot waktu karena jumlah bilangan kromatik yang dihasilkan lebih besar dari slot waktu yang tersedia di SMAN 1 Kopang.

D. Kesimpulan

Penjadwalan pembelajaran di SMAN 1 Kopang dapat dilakukan dengan menerapkan konsep pewarnaan graf. Didapatkan 224 slot mata pelajaran sebagai simpul dan 42 guru sebagai sisi. Dalam menerapkan konsep pewarnaan graf ini didapatkan 26 graf lengkap yang saling asing dengan bilangan kromatik yang didapatkan adalah 22. Dalam penyusunan jadwal pelajaran menggunakan konsep pewarnaan graf ini digunakan bantuan pemrograman *Visual Basic* pada *Microsoft Excel* untuk mempermudah dalam membuat matriks bersisian dan matriks bertetangga dalam pewarnaan graf. Berdasarkan kondisi di SMAN 1 Kopang slot waktu yang tersedia untuk kelas X adalah 16 slot waktu dan bilangan kromatik yang didapatkan adalah 22 sehingga bilangan kromatik yang dihasilkan lebih besar dari slot waktu yang tersedia. Berdasarkan hal ini maka untuk memperoleh jadwal pelajaran

yang tidak tumpang tindih dibutuhkan 6 slot waktu tambahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, R. (2021). Pengantar Metodologi Penelitian. In *Antasari Press*. [https://idr.uin-antasari.ac.id/10670/1/Pengantar Metodologi Penelitian.pdf](https://idr.uin-antasari.ac.id/10670/1/Pengantar%20Metodologi%20Penelitian.pdf)
- Amrullah, A. (2011). Aplikasi Graf Pohon Pada Algoritma Huffman. *Jurnal Pijar Mipa*, 6(1), 24–27. <https://doi.org/10.29303/jpm.v6i1.122>
- Astuti, S. (2011). Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell. In *Jurnal Dian* (Vol. 11, Issue 1, pp. 68–74). publikasi.dinus.ac.id
- Daswa, & Riyadi, M. (2017). Aplikasi Pewarnaan Graf Pada Masalah Penyusunan Jadwal Perkuliahan Di Universitas Kuningan. *JES-MAT (Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika)*, 3(2), 217. <https://doi.org/10.25134/jes-mat.v3i2.695>
- Mahmudah, M., & Irawati, T. N. (2018). Aplikasi Pewarnaan Graf Terhadap Pembuatan Jadwal Ujian Semester Di Jurusan

- Pendidikan Matematika
Universitas Islam Jember.
Kadikma, 9(2), 12–21.
- Momongga, D., & Nataliani, Y. (2013).
Matematika Diskrit (edisi pert).
Kencana Prenada Media Group.
- Niarma, Pramono, B., & Tajidun, L.
(2018). Aplikasi penjadwalan
menggunakan algoritma welch
powell (studi kasus : sma
muhammadiyah kendari).
SemanTIK, 4(1), 1–6.
- Susilo Putro, A., Rochmad, &
Alamsyah. (2012). Penerapan
Pewarnaan Graf Pada
Penjadwalan Ujian Menggunakan
Algoritma Welsh Powel. *UNNES
Journal of Mathematics*, 1(2),
1110–1115.
- Wibisono, S. (2019). *Matematika
Diskrit Edisi 2* (A. Rizky
Rachmawati (ed.); 2nd
ed.). Graha Ilmu.
[https://ine2011042063.files.word
press.com/2014/11/e-book-
matematika-diskrit.pdf](https://ine2011042063.files.wordpress.com/2014/11/e-book-matematika-diskrit.pdf)