

# PENERAPAN KONSEP GRAF DALAM PENYUSUNAN JADWAL PERKULIAHAN DI JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA FMIPA UNG

Nisky Imansyah Yahya<sup>1</sup>, Perry Zakaria<sup>2</sup>, Lailany Yahya<sup>3</sup>

## ABSTRAK

*Salah satu tingkatan pendidikan yang mengalami permasalahan penjadwalan adalah perguruan tinggi, dalam hal ini penjadwalan perkuliahan. Aktivitas perkuliahan merupakan gabungan dari kelompok mahasiswa, dosen yang mengajar, dan mata kuliah yang diajarkan. Permasalahan yang sebenarnya dihadapi dalam kasus ini adalah permasalahan penempatan beberapa aktivitas perkuliahan yang ada ke dalam dimensi slot waktu dan ruangan yang telah ditentukan sehingga diperoleh solusi yang paling optimal. Oleh karena itu, penjadwalan perkuliahan harus disusun terbebas dari tabrakan jadwal, baik dalam hal ruang kuliah maupun waktu perkuliahan. Pada penelitian ini digunakan konsep pewarnaan sisi graf. Penyusunan jadwal diawali dengan penyusunan graf penjadwalan yang terdiri dari mata kuliah, kelas, ruang kuliah dan tim pengajar mata kuliah masing-masing tingkatan semester setiap harinya. Kemudian graf diwarnai sisi-sisinya untuk menunjukkan waktu perkuliahan dan jumlah mata kuliah setiap harinya. Setelah diperoleh hasil dari pewarnaan sisi, maka dapat disusun jadwal perkuliahan.*

**Kata kunci:** *Penjadwalan, Perkuliahan, Graf, Pewarnaan Graf*

## PENDAHULUAN

Teori graf merupakan salah satu cabang dalam matematika diskrit yang menarik untuk dibahas karena berkaitan dengan permasalahan yang banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari (Wibisono, 2008). Graf merupakan salah satu model matematika yang kompleks dan cukup sulit, akan tetapi bisa juga menjadi solusi yang sangat bagus untuk masalah 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 maupun dalam berbagai bidang ilmu (Budayasa, 2007). Keunikan teori graf adalah kesederhanaan pokok bahasan yang dipelajarinya, karena dapat disajikan sebagai titik (*vertex*) dan sisi (*edge*) (Jusuf, 2009).

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika. Email: shinisky30@gmail.com

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Pendidikan Matematika

<sup>3</sup> Dosen Jurusan Pendidikan Matematika

Salah satunya cabang teori graf yang biasa digunakan dalam memodelkan permasalahan adalah pewarnaan graf (*graph colouring*). Pewarnaan graf, yaitu dengan memberikan warna pada elemen graf yang akan dijadikan subjek dalam memahami *constraint* permasalahan. Ada tiga macam persoalan pewarnaan graf (*graph colouring*), yaitu pewarnaan titik (*vertex*), pewarnaan sisi (*edge*), dan pewarnaan wilayah (*region*). Salah satu contoh permasalahan yang dapat dimodelkan dengan pewarnaan graf adalah permasalahan penyusunan jadwal mata kuliah di kampus khususnya di masing-masing jurusan.

Dalam kehidupan sehari-hari, permasalahan penyusunan jadwal mata kuliah di kampus berhubungan dengan alokasi waktu (kesesuaian dengan SKS masing-masing mata kuliah), ketersediaan dosen di masing-masing jurusan dan ketersediaan ruang kuliah. Salah satu jurusan yang mengalami masalah dalam penyusunan jadwal adalah Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNG Alokasi waktu perkuliahan, penentuan dosen pengajar dan penentuan ruang perkuliahan merupakan elemen penting di dalam menyusun jadwal perkuliahan di masing-masing jurusan.

Permasalahan penjadwalan yang sering terjadi, jadwal perkuliahan untuk beberapa semester yang ada, ruang perkuliahan yang dipakai atau yang digunakan saling tumpang tindih/tabrakan. Selain itu juga, jadwal perkuliahan yang ada melebihi dari waktu atau jam kuliah yang telah ditetapkan sesuai dengan SKS masing-masing mata kuliah. Oleh karena itu, diperlukan sistem penjadwalan perkuliahan yang efisien agar pembelajaran di kampus dapat terlaksana lebih maksimal dan efisien.

Berdasarkan uraian tersebut penulis mengambil judul yaitu ***“Penerapan Konsep Graf dalam Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNG”***.

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui penerapan konsep graf dalam penyusunan jadwal perkuliahan di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNG.

## **KAJIAN TEORI**

### **1. Definisi Graf**

Sebuah graf  $G$  berisikan dua himpunan yaitu himpunan berhingga tak kosong  $V(G)$  dari objek-objek yang disebut titik (*vertex*) dan himpunan berhingga mungkin kosong  $E(G)$  yang elemen-elemennya disebut sisi (*edge*) sedemikian hingga setiap elemen  $e$  dalam  $E(G)$  merupakan

pasangan tak berurutan dari titik-titik di  $V(G)$  (Budayasa, 2007). Himpunan  $V(G)$  disebut himpunan titik  $G$  dan himpunan  $E(G)$  disebut himpunan sisi  $G$ .

## 2. Jenis-jenis Graf

Berdasarkan ada tidaknya gelung (*loop*) atau sisi ganda pada suatu graf, secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu :

- a. Graf sederhana (*simple graph*)
- b. Graf tak sederhana (*unsimple graph*)

Berdasarkan dari strukturnya, graf dapat dibedakan menjadi 5 jenis (dalam Wibisono, 2008) yaitu

- a. Graf Ganda (*Multigraph*)
- b. Graf Semu (*Pseudograph*)
- c. Graf Lengkap (*Complete graph*)
- d. Graf Teratur (*Regular graph*)
- e. Graf Bipartit (*Bipartit graph*)

Berdasarkan dari lintasannya, graf dapat dibedakan menjadi 3 jenis (dalam Wibisono, 2008) yaitu

- a. Traversable graph
- b. Eulerian graph
- c. Hamiltonian graph

## 3. Pewarnaan Graf

Dalam teori graf, pewarnaan graf merupakan suatu bentuk pelabelan graf, yaitu dengan memberikan warna pada elemen graf yang akan dijadikan subjek dalam memahami constrain. Pewarnaan graf adalah kasus khusus dari pelabelan graf. Pelabelan di sini maksudnya, yaitu memberikan warna pada titik-titik pada batasan tertentu.

Ada tiga macam persoalan pewarnaan graf (*graph coloring*), yaitu pewarnaan titik (*vertex*), pewarnaan sisi (*edge*), dan pewarnaan wilayah (*region*). Pewarnaan titik maupun pewarnaan sisi pada graf merupakan salah satu topik dalam teori graf yang kaya dengan aplikasi (Budayasa, 2007: 151).

- a. Perwarnaan titik (*vertex coloring*)

Pewarnaan titik (*vertex coloring*) yaitu memberikan warna berbeda pada setiap titik yang bertetangga sehingga tidak ada dua titik yang bertetangga dengan warna yang sama. Menurut Budayasa (2007) jika graf  $G$  mempunyai gelung (*loop*), misalnya pada titik  $v$ , maka  $v$  berhubungan langsung dengan dirinya sendiri, sehingga tidak ada pewarnaan titik yang memungkinkan untuk graf  $G$ .

b. Pewarnaan sisi (*edge coloring*)

Pewarnaan sisi (*edge coloring*), merupakan pemberian warna pada setiap sisi pada graf sehingga sisi-sisi yang berhubungan tidak memiliki warna yang sama. Menurut Budayasa (2007), sebuah pewarnaan sisi pada graf  $G$  adalah pewarnaan semua sisi  $G$  sedemikian hingga setiap dua sisi yang terkait pada titik yang sama mendapatkan warna yang berbeda. Jadi, graf yang berkaitan dengan pewarnaan sisi hanya dibatasi dengan graf-graf yang sederhana saja.

c. Pewarnaan wilayah (*region coloring*)

Pewarnaan wilayah (*region coloring*), merupakan pemberian warna pada setiap wilayah pada graf sehingga tidak ada wilayah yang bersebelahan yang memiliki warna yang sama.

#### **4. Penjadwalan Perkuliahan**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia(1991), jadwal adalah pembagian waktu berdasarkan rencana pengaturan kerja. Sedangkan penjadwalan adalah proses, cara, perbuatan menjadwalkan atau memasukkan di jadwal. Salah satu tingkatan pendidikan yang mengalami permasalahan penjadwalan adalah perguruan tinggi dalam hal ini penjadwalan perkuliahan.

Komponen dari masalah penjadwalan perkuliahan (Syadid, 2007) adalah :

- 1) Kelompok dari mahasiswa
- 2) Kelompok dari pengajar
- 3) Kelompok dari mata kuliah
- 4) Kelompok dari ruangan
- 5) Kelompok dari slot waktu yang telah ditentukan

Aktivitas perkuliahan merupakan gabungan dari kelompok mahasiswa, dosen yang mengajar, dan mata kuliah yang diajarkan. Permasalahan yang sebenarnya dihadapi dalam kasus ini adalah permasalahan penempatan beberapa aktivitas perkuliahan yang ada ke dalam dimensi slot waktu dan ruangan yang telah ditentukan sehingga diperoleh solusi yang paling optimal.

#### **5. Penerapan Pewarnaan Graf dalam Penyusunan Jadwal Perkuliahan**

Salah satu penerapan dari metode pewarnaan graf dalam kehidupan sehari-hari adalah dalam penyusunan jadwal. Pertama-tama, untuk mengaplikasikan metode pewarnaan graf dalam membuat jadwal ini adalah dengan menggambarkan graf yang menyatakan penjadwalan.

Masing-masing pewarnaan memiliki ciri-cirinya masing-masing. Untuk pewarnaan titik pada sebuah  $G$ , dua titik yang berbeda yang dihubungkan oleh sebuah sisi harus memiliki warna yang berbeda. Sedangkan untuk pewarnaan sisi pada sebuah  $G$ , sisi-sisi dari sebuah titik yang menghubungkan dengan titik-titik yang lain harus memiliki warna yang berbeda. Untuk memudahkan dalam penyusunan jadwal dengan pewarnaan graf, data-data yang berhubungan dengan penjadwalan diklasifikasikan ke dalam beberapa himpunan. Dalam penyusunan jadwal perkuliahan, komponen-komponen yang harus diperhatikan antara lain :

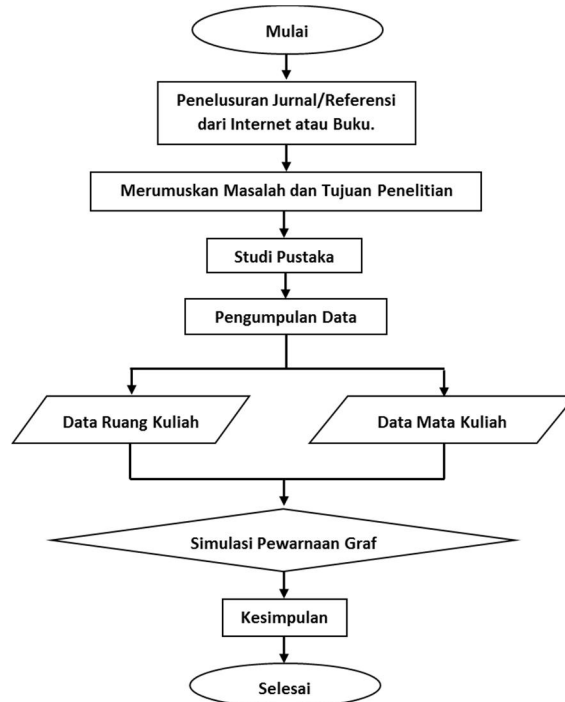
- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Mata kuliah pada setiap semester  | 5. Jumlah mata kuliah dalam sehari dari masing-masing kelas |
| 2. Jumlah kelas pada setiap semester | 6. Tim pengajar masing-masing mata kuliah                   |
| 3. Ketersediaan ruang kuliah         |   |
| 4. Waktu perkuliahan                 |   |

Untuk poin 1 sampai 3 di dalam graf akan dinyatakan dalam bentuk himpunan titik-titik. Sedangkan untuk poin 4, 5 dan 6 di dalam graf akan dinyatakan dalam bentuk sisi.

Metode pewarnaan graf yang cocok untuk penyusunan jadwal perkuliahan adalah pewarnaan sisi. Dari proses metode pewarnaan graf tersebut, dapat dibuat jadwal yang tepat sehingga jadwal dari mata kuliah yang sama dan dosen yang sama yang dibuat tidak pada waktu yang sama/tidak terjadi tumpang tindih jadwal selain itu dapat diatur jumlah maksimal mata kuliah dari masing-masing kelas. Dari sebuah graf yang dibuat dengan pewarnaan sisi, dari warna sisi, dapat diketahui apabila sisi yang berwarna sama, menunjukkan apabila sisi-sisi tersebut dapat dibuat pada waktu yang sama. Namun apabila warna yang digunakan berbeda, maka jadwal tersebut tidak dibuat pada waktu yang sama.

## METODE PENELITIAN

Adapun tahap-tahap penelitian jika disajikan dalam bentuk bagan alir penelitian (*flowchart*) seperti pada gambar 3.1 berikut



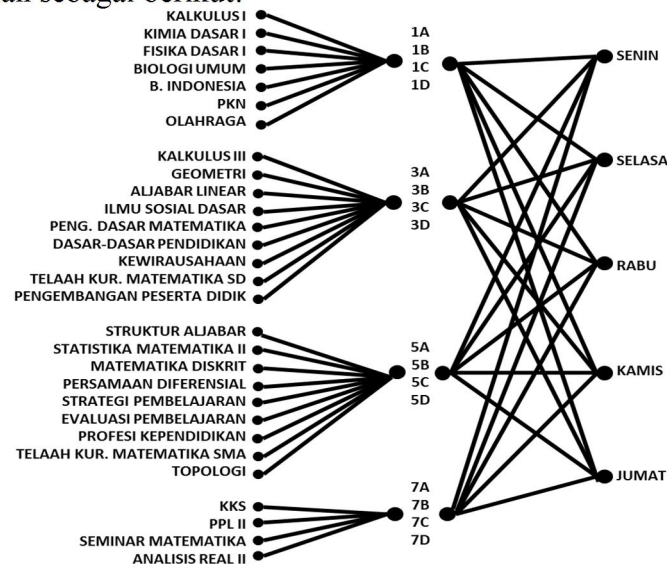
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Graf Penjadwalan Perkuliahan

Dengan terbatasnya ketersediaan ruang perkuliahan dibandingkan jumlah kelas pada setiap tingkatan semester, maka diperlukan jadwal yang efisien yang tidak saling tumpang tindih baik dalam hal ruang kuliah maupun waktu perkuliahan. Oleh karena itu, sebelum membuat graf penjadwalan perkuliahan terlebih dahulu merepresentasikan komponen-komponen dalam penjadwalan ke dalam graf.

Adapun graf yang menggambarkan banyaknya mata kuliah, banyaknya jumlah kelas dan banyaknya hari adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1

Graf antara Banyaknya Mata Kuliah, Banyaknya Jumlah Kelas dan Banyaknya Hari

Dari gambar graf diatas dapat terlihat untuk masing-masing kelas untuk setiap tingkatan semester mendapat jumlah sebaran mata kuliah yang sama untuk semester ganjil. Selain itu, terlihat juga untuk setiap kelas pada setiap tingkatan semester memiliki jadwal kuliah mulai dari Senin sampai hari Jumat.

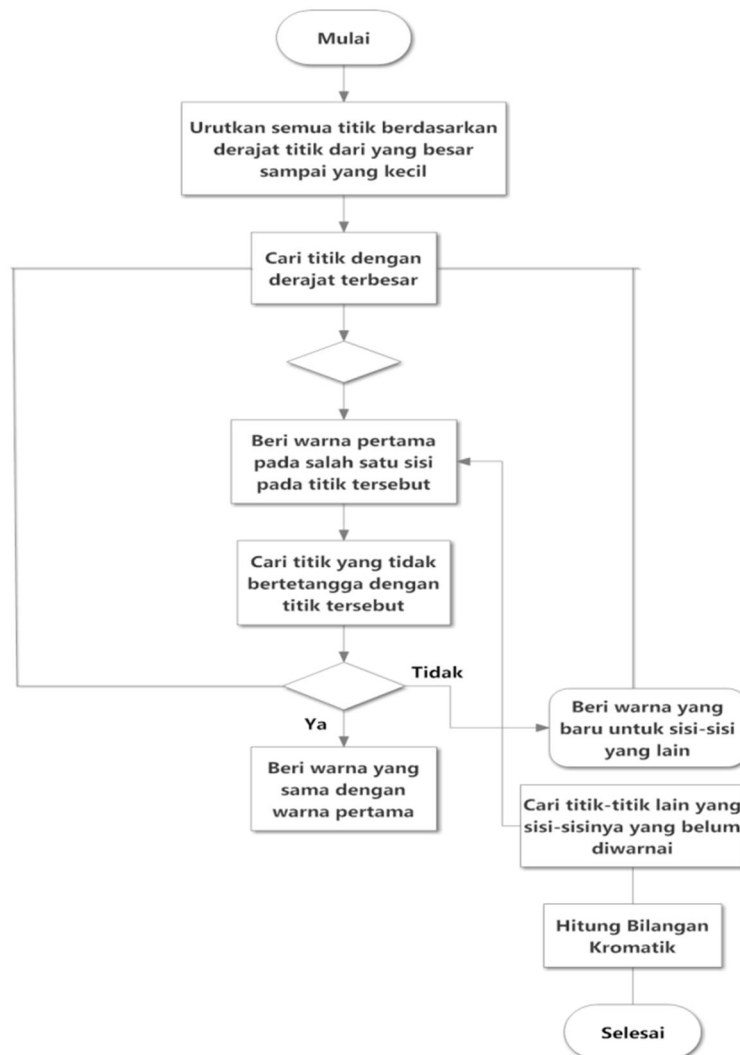
### Pewarnaan Graf

Sebelum melakukan pewarnaan graf, dibuat terlebih dahulu graf yang menggambarkan hubungan antara mata kuliah, kelas dan ruang kuliah per harinya. Kemudian dibuat pewarnaan graf antara mata kuliah dan kelas serta antara kelas dan ruang kuliah.

Pewarnaan yang digunakan pada graf penjadwalan ini yaitu pewarnaan sisi. Pewarnaan sisi merupakan pemberian warna setiap sisi pada graf sehingga sisi-sisi yang berhubungan tidak memiliki warna yang sama. Kemudian dari pewarnaan tersebut dicari bilangan kromatiknya, yaitu banyaknya warna minimum yang dapat digunakan untuk mewarnai sisi.

Dalam melakukan pewarnaan sisi akan dilihat bilangan kromatik dari pewarnaan. graf tersebut. Untuk memudahkan dalam pewarnaan sisinya diperlukan algoritma (langkah-langkah pengerjaan) dalam pewarnaan sisi graf.

Algoritma dalam pewarnaan sisi graf dapat diilustrasikan dalam flowchart berikut:

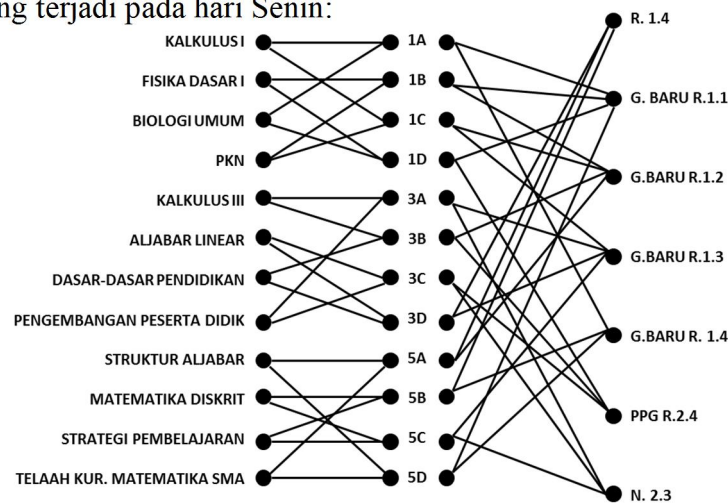


Gambar 4.6  
Flowchart Algoritma Pewarnaan Sisi

Dari sebuah graf yang dibuat dengan pewarnaan sisi, dari warna sisi, dapat diketahui dua hal yaitu, pertama apabila sisi yang berwarna sama, menunjukkan apabila sisi-sisi tersebut dapat dibuat pada waktu yang sama. Namun apabila warna yang digunakan berbeda, maka jadwal tersebut tidak dibuat pada waktu yang sama. Kemudian yang kedua, banyaknya warna yang digunakan menggambarkan jumlah mata kuliah yang terjadwal untuk masing-masing kelas pada setiap harinya.

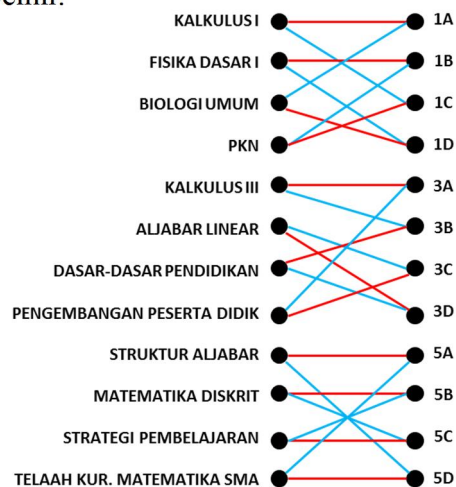


Contohnya graf yang menghubungkan antara mata kuliah, kelas dan ruang kuliah yang terjadi pada hari Senin. Berikut ini adalah graf yang menghubungkan antara mata kuliah, kelas dan ruang kuliah yang terjadi pada hari Senin:



Gambar 4.6 Graf Penjadwalan pada Hari Senin

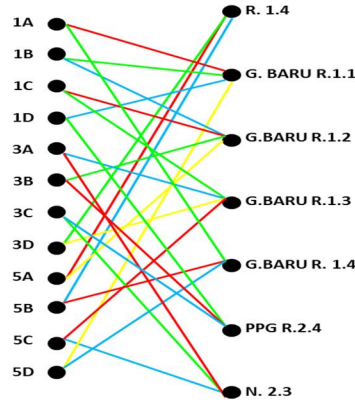
Setelah dibuat graf penjadwalannya, kemudian dibuat pewarnaan grafnya yaitu pewarnaan sisi. Ada dua hal yang akan dilihat dari pewarnaan sisi yang dibuat. Yang pertama adalah jumlah mata kuliah dari masing-masing kelas. Jadi pewarnaan graf yang akan dibuat yaitu pewarnaan graf antara mata kuliah dan kelas. Berikut ini adalah pewarnaan graf antara mata kuliah dan kelas pada hari Senin:



Gambar 4.7 Pewarnaan Graf antara Matakuliah dan Kelas pada Hari Senin

Dari gambar pewarnaan graf di atas dapat dilihat graf bisa diwarnai dengan minimal dua warna sehingga bilangan kromatiknya  $\chi(G) = 2$ . Warna yang berbeda menyatakan bahwa jumlah mata kuliah pada hari Senin. Jadi, dari perwarnaan graf diatas dapat dilihat bahwa jumlah mata kuliah untuk setiap kelas pada semester 1, 3, dan 5 pada hari Senin adalah 2 mata kuliah.

Hal kedua yang akan dilihat dari pewarnaan sisi adalah waktu perkuliahan yang terjadi pada setiap ruang kuliah. Jadi pewarnaan graf yang akan dibuat yaitu pewarnaan graf antara kelas dan ruang kuliah. Berikut ini adalah pewarnaan graf antara kelas dan ruang kuliah pada hari Senin:



Gambar 4.8 Pewarnaan Graf antara Kelas dan Ruang Kuliah pada Hari Senin

Dari gambar pewarnaan graf di atas dapat dilihat graf bisa diwarnai dengan minimal empat warna sehingga bilangan kromatiknya  $\chi(G) = 4$ . Warna yang berbeda menyatakan bahwa waktu perkuliahan yang dilaksanakan pada waktu yang berbeda pada tiap-tiap ruangan.

## Pembahasan

Dari hasil pembuatan graf penjadwalan antara banyaknya mata kuliah, banyaknya tingkatan semester, dan banyaknya hari terlihat bahwa untuk setiap tingkatan semester memiliki jadwal perkuliahan mulai dari hari Senin sampai Jumat. Selain itu, dari hasil pembuatan graf antara banyaknya kelas dan tim pengajar mata kuliah pada setiap tingkatan semester dapat dilihat bahwa setiap tim pengajar masing-masing mata kuliah pada setiap tingkatan semester maksimal mengajar di dua kelas.

Setelah dibuat graf penjadwalan untuk setiap harinya, kemudian dibuat pewarnaan grafnya. Pewarnaan graf yang akan dibuat adalah pewarnaan sisi. Ada dua buah pewarnaan sisi yang dibuat yaitu pertama, pewarnaan sisi antara matakuliah dan kelas-kelas pada hari tersebut. Dan yang kedua adalah pewarnaan sisi graf antara kelas-kelas dengan ruang perkuliahan yang tersedia. Untuk pewarnaan sisi graf antara matakuliah dan kelas-kelas, bilangan kromatik yang ada menunjukkan tentang banyaknya matakuliah yang terjadwal untuk masing-masing kelas. Dari hasil pewarnaan sisi graf yang sudah dibuat, terlihat untuk masing-masing kelas pada setiap

tingkatan semester banyaknya matakuliah yang terjadwal minimal 1 matakuliah dan maksimal 2 matakuliah.

Sedangkan untuk pewarnaan sisi graf antara kelas-kelas dan ruang kuliah, bilangan kromatik yang ada menunjukkan waktu perkuliahan. Warna yang sama menunjukkan waktu perkuliahan pada waktu yang sama. Sedangkan warna yang berbeda menunjukkan waktu perkuliahan yang berbeda pula dan disesuaikan dengan slot waktu yang tersedia. Jadi dengan menggunakan pewarnaan sisi graf dapat dihindari terjadinya tumpang tindih dalam waktu perkuliahan dan ruang perkuliahan.

Dari pewarnaan graf yang dibuat juga dapat dibuat graf yang menghubungkan antara banyaknya kelas, tim pengajar mata kuliah serta hari perkuliahan. Dari graf tersebut dapat terlihat bahwa untuk masing-masing tim pengajar mata kuliah pada setiap tingkatan semester tidak terjadi jadwal pada waktu yang sama. Masing-masing tim pengajar mata kuliah pada setiap tingkatan semester mengajar pada hari-hari yang berbeda. Sedangkan untuk waktu perkuliahan dan ruang perkuliahan menyesuaikan dengan pewarnaan graf yang sudah dibuat sebelumnya. Dengan demikian, tidak terjadi jadwal pada waktu dan ruang perkuliahan yang sama.

Dengan demikian, jadwal yang terbentuk dari hasil pewarnaan graf akan lebih efisien karena disesuaikan dengan ketersediaan ruang perkuliahan dan waktu perkuliahan dapat dibuat tidak saling tumpang tindih.

Setelah pewarnaan graf selesai dibuat kemudian dibuat jadwal perkuliahan yang berisi mata kuliah, kelas, ruang kuliah, tim pengajar dan waktu perkuliahan (jadwal perkuliahan terlampir). Selain itu jadwal juga ditampilkan dalam bentuk program yang dibuat dengan menggunakan GUI MATLAB 2012a (terlampir).

Berdasarkan jadwal yang sudah dibuat dengan pewarnaan graf terdapat beberapa batasan dalam hasil penelitian antara lain:

1. Jadwal ini hanya berlaku bagi mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah sesuai dengan tingkatan semester mahasiswa tersebut. Tidak berlaku bagi mahasiswa yang memprogramkan perbaikan/belum lulus mata kuliah maupun mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah di tingkatan semester yang lebih tinggi.
2. Dalam penyusunan jadwal dengan pewarnaan graf, untuk pengajar masing-masing mata kuliah belum dapat dirincikan dengan nama-nama dosen pada mata kuliah tersebut. Namun hanya berupa tim pengajar mata kuliah.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pewarnaan graf dapat digunakan dalam penyusunan jadwal perkuliahan di Jurusan Pendidikan Matematika sehingga tidak terjadi tumpang tindih/tabrakan dalam penjadwalan baik tumpang tindih/tabrakan dalam penggunaan ruang kuliah maupun waktu perkuliahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Setia. 2011. *Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch-Powell*. Jurnal Dian Vol.11 No.1 Januari 2011.
- Budayasa, Ketut. 2007. *Teori Graph dan Aplikasinya*. Surabaya : UNESA.
- Depdikbud. 1991. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka.
- Goodaire, E.G dan M. M. Parmenter. 1998. *Discrete Mathematics with Graph Theory*. New Jersey : Prentice-Hall.
- Hasanah, Shofiyatul. 2007. *Aplikasi Pewarnaan Graf Terhadap Penjadwalan Kuliah Di Jurusan Matematika UIN Malang*. Jurusan Matematika UIN Malang. Skripsi dipublikasikan (Online) di <http://lib.uin-malang.ac.id/thesis/fullchapter/03510040-shofiyatul-hasanah.ps>. Diakses tanggal 15 April 2013.
- Jusuf, Heni. 2009. *Pewarnaan Graph Pada Simpul Untuk Mendeteksi Konflik Penjadwalan Kuliah*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009. ISSN:1907-5022.
- Lesmana, Eric Cahya. 2009. *Pewarnaan Graf Sebagai Metode Penjadwalan Kegiatan Perkuliahan*. Online. <http://informatika.stei.itb.ac.id/rinaldi.munir/Matdis/20092010/Makalah0910/MakalahStrukdis0910-064.pdf>. diakses tanggal 15 April 2013.
- Lipschutz, Seymour dan Marc Lars Lipson. 2002. *Matematika Diskrit Jilid 2*. McGraw-Hill.
- Munir, Rinaldi. 2001. *Matematika Diskrit*. Bandung : Informatika Bandung.
- Seputro, Theresia M.H. 1992. *Teori Graf*. Surabaya : University Press IKIP Surabaya.
- Syadid, M. 2005. *Penjadwalan Perkuliahan Menggunakan Algoritme Genetika*. Bogor : Institut Perta nian Bogor
- Wibisono, Samuel. 2008. *Matematika Diskrit Edisi 2*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Saondi, Ondi. 2003. *Teori Graf*. Bandung : Rumah Buku Press.