

APLIKASI PEWARNAAN GRAF TERHADAP PEMBUATAN JADWAL UJIAN SEMESTER DI JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA UNIVERSITAS ISLAM JEMBER

Muhlisatul Mahmudah¹, Tri Novita Irawati²

Email: maxlisa742@gmail.com

Abstract. *Islamic University of Jember is a private university that organizes education in the Jember city. The implementation of the student exam at Islamic University of Jember, especially Mathematics education, is held 2 (two) times at years, that are the exam in old semester and the exam in even semester. Each exam will be guarded by 1 (one) lecturer, while 1 lecturer can be an examiner for several semester exam in one day, so that in the preparation of the thesis examination schedule must consider the time availability of each lecturer who will test. The preparation of the semester examination schedule at the Islamic University of Jember in mathematics education is manually, so that the overlapping semester exam schedule is still found. The overlapping exam schedule resulted in the implementation of the exam not being maximal, so that a technique was needed in the preparation of the thesis examination schedule. One technique that can be used to form a schedule is vertex coloring graph. The results of this study show that vertex coloring can be applied in making the semester examination schedule by giving better scheduling results than the previous method. The resulting semester exam schedule no longer shows an overlapping exam schedule so that the implementation of the semester exam runs better.*

Keyword : *Scheduling, Vertex Coloring, Exams.*

PENDAHULUAN

Cabang matematika terkini terkait dengan sains komputer yang cukup terkenal adalah Teori Graf. Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Representasi visual dari graf adalah dengan menyatakan objek dinyatakan sebagai noktah, bulatan, atau titik, sedangkan hubungan antara objek dinyatakan dengan garis [1]. Dua bagian yang penting dalam representasi graf adalah simpul (vertex) dan ruas (edge). Sehingga graf bisa dikatakan sebagai himpunan dari simpul dan ruas. Teori graf merupakan topik yang banyak mendapat perhatian saat ini, karena model - model yang ada pada teori graf berguna untuk aplikasi yang luas. Dalam pengaplikasiannya teori graf banyak berhubungan dengan kehidupan sehari-hari, misalnya dikaitkan dengan masalah jaringan komunikasi, transportasi, ilmu komputer, riset operasi, ilmu kimia, sosiologi, kriptografi dan lain sebagainya. Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Masalah yang sering dihadapi dalam kehidupan sehari-hari yaitu penentuan jadwal yang sering tumpah tindih dikarenakan pembuatan jadwal yang masih manual.

¹ Dosen Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Islam Jember

² Dosen Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Islam Jember

Penyusunan jadwal ujian semester di pendidikan matematika Universitas Islam Jember saat ini dilakukan secara manual, sehingga masih ditemukannya jadwal ujian yang tumpang tindih. Jadwal ujian yang tumpang tindih mengakibatkan pelaksanaan ujian tidak maksimal, sehingga diperlukan teknik dalam penyusunan jadwal ujian semester. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk membentuk jadwal adalah pewarnaan simpul graf.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Heni Jusuf dalam seminar nasional memberikan kesimpulan bahwa pewarnaan graf mampu memberikan solusi dalam penyusunan jadwal yang menginginkan waktu tertentu dan menghasilkan jadwal yang optimal [2]. [3] juga telah melakukan penelitian dan memberikan hasil bahwa pewarnaan graf dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan dengan penggunaan ruangan agar tidak tumpang tindih. Berdasarkan penjelasan di atas peneliti tertarik melakukan penelitian untuk menerapkan teknik pewarnaan simpul graf dalam membentuk jadwal ujian semester agar tidak ditemukannya lagi jadwal ujian yang tumpang tindih.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deduktif aksiomatik, yaitu dengan menurunkan aksioma atau teorema yang telah ada, kemudian diterapkan dalam pewarnaan titik pada representasi graf dari penjadwalan ujian skripsi mahasiswa pendidikan matematika Universitas Islam Jember. Pewarnaan simpul (vertex colouring), merupakan pemberian warna atau label pada setiap simpul sehingga tidak ada 2 simpul bertetangga yang memiliki warna yang sama [4]. Pewarnaan graf dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu pewarnaan sisi (edge), titik/simpul (vertex), dan wilayah [3]. [5] Pewarnaan graf dibagi menjadi 3 macam yaitu: Pewarnaan simpul (vertex colouring), merupakan pemberian warna atau label pada setiap simpul sehingga tidak ada 2 simpul bertetangga yang memiliki warna yang sama. Pewarnaan Sisi (edge colouring), merupakan pemberian warna pada setiap sisi pada graf sehingga sisi-sisi yang berhubungan tidak memiliki warna yang sama. Pewarnaan wilayah (region colouring), merupakan pemberian warna pada setiap wilayah pada graf sehingga tidak ada wilayah yang bersebelahan yang memiliki warna yang sama. Pada penelitian ini penulis menggunakan pewarnaan simpul graf atau pewarnaan titik. Pewarnaan titik adalah bagaimana mewarnai titik pada suatu graf sedemikian sehingga dua titik yang

bertetangga memiliki warna yang berbeda. Tujuan utama pewarnaan titik pada graf adalah mendapatkan banyaknya warna minimum dari suatu graf yang biasa disebut bilangan khromatik [6].

Bilangan kromatik (chromatic number) dari graf G , dinyatakan dengan $\chi(G)$, adalah bilangan k terkecil sehingga G dapat diwarnai dengan k warna. Biasanya warna-warna yang digunakan untuk mewarnai suatu graf dinyatakan dengan $1, 2, 3, \dots, k$. Jelas bahwa $\chi(G) \leq V(G)$. Beberapa graf tertentu dapat langsung ditentukan bilangan kromatiknya. Graf kosong N_n memiliki $\chi(G) = 1$. Karena semua titik tidak terhubung, jadi untuk mewarnai semua titik cukup dibutuhkan satu warna saja. Graf lengkap K_n memiliki $\chi(G) = n$ sebab semua titik saling terhubung sehingga diperlukan n warna [4]. Untuk mencari batas atas dari bilangan kromatik dapat ditentukan dengan menggunakan teorema seperti berikut:

Teorema 2.1. Jika G adalah sebuah graf berderajat n maka graf G mempunyai bilangan kromatik χ yaitu $\chi(G) \leq n + 1$ [rossen].

Dalam penelitian ini, penyelesaian dilakukan dengan tiga cara yaitu :

1. Menggambar simpul-simpul graf Simpul-simpul graf yang digambarkan haruslah mewakili pekerjaan yang akan dilakukan.
2. Menggambar sisi-sisi pada graf, Kita menggambarkan sisi-sisi pada setiap pasang simpul yang menggunakan sumber daya yang sama, yang artinya kedua pekerjaan tidak bisa dilakukan pada waktu yang sama.
3. Mewarnai graf Langkah terakhir yang harus kita lakukan adalah mewarnai simpul-simpul pada graf tersebut dengan warna yang minimum sehingga tidak ada simpul-simpul yang bertetangga memiliki warna yang sama.

Dalam penelitian ini, peneliti membahas tentang penjadwalan ujian semester yang dilaksanakan di program studi pendidikan matematika Universitas Islam Jember. Penjadwalan merupakan alokasi dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan sebuah kumpulan pekerjaan [2]. Penyelesaian kasus penjadwalan pada hakikatnya adalah berupaya untuk mengalokasikan sejumlah aktifitas yang mengandung constraint atau batasan ke dalam timeslot (matriks ruang dan waktu). Jumlah timeslot yang tersedia juga memiliki batasan, baik berupa maupun waktu penggunaannya. Oleh karena itu, penjadwalan yang baik haruslah dapat menyesuaikan sejumlah keterbatasan resource atau sumber daya yang ada agar seluruh aktifitas dapat tetap terlaksana tanpa

melanggar constraint-nya. Pewarnaan graf mengakomodasi hal tersebut dengan bilangan kromatik [5]. Berdasarkan pengertian diatas maka penjadwalan adalah suatu proses pengalokasian sumber daya yang ada untuk menghasilkan suatu jadwal yang teratur dan sesuai dengan permintaan. Pada penelitian in penjadwalan ujian semester dimaksudkan untuk membentuk jadwal ujian semester oleh mahasiswa agar tidak lagi ditemukan jadwal ujian yang tumpang tindih.

Ujian semester di pendidikan matematika Universitas Islam jember dilaksanakan sebanyak 2 (dua) kali setiap tahunnya yaitu ujian semester ganjil dan ujian semester genap. Selain mahasiswa, ujian semester juga melibatkan dosen. Setiap dosen Matematika kan menjaga atau menjadi pengawas ujian dalam satu kelas. Setiap dosen akan menjaga atau mengawasi mahasiswa peserta ujian lebih dari satu kelas, dengan demikian akan ditemukan beberapa kelas atau matakuliah dijaga oleh dosen yang sama. Apabila terdapat lebih dari satu dosen menjaga peserta ujian dalam satu mata kuliah yang sama, maka pelaksanaan ujian semester tersebut tidak dapat dilaksanakan pada waktu yang bersamaan.

HASIL PENELITIAN

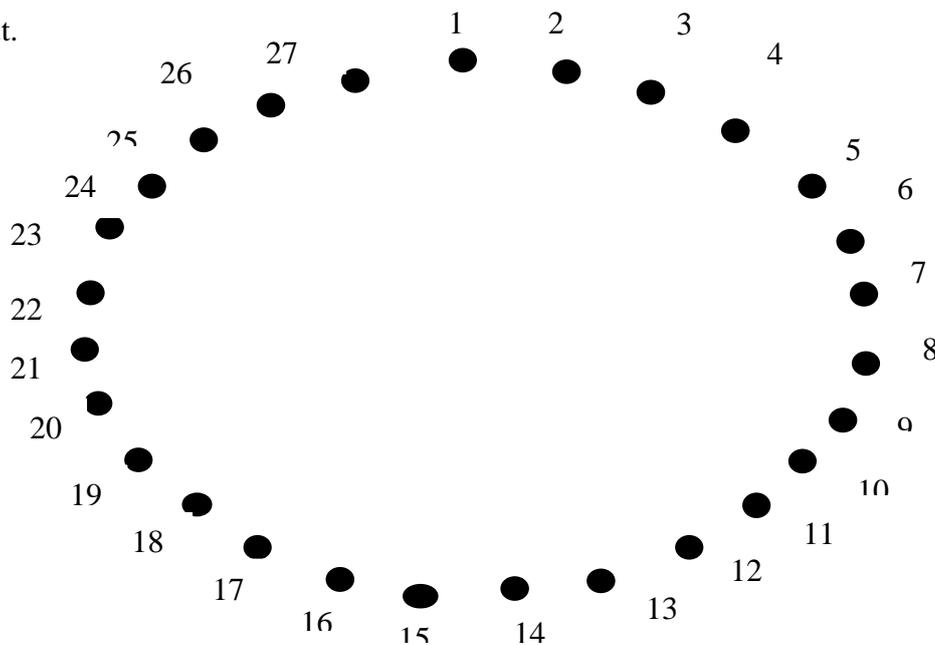
Dalam peneliitian ini terlebih dahulu menentukan atau mendata matakuliah dalam satu semester. Peneliti menggunakan atau mengambil data semester ganjil tahun 2018. Matakuliah semester ganjil tahun 2018 terdiri dari 27 mata kuliah yang akan diujikan. Matakuliah-matakuliah yaitu terdiri dari 27 matakuliah dan 6 dosen yang ada di pendidikan matematika Universitas Islam Jember, dimana seperti pada table 1 berikut.

Tabel 1. Data matakuliah dan dosen pengawas

no	Mata kuliah	Pengawas ujian semester
1.	Pendidikan Pancasila	Fury setyo siskawati, M.Pd
2.	Pendidikan Agama Islam	Tri Novita Irawati, M.Pd
3.	Geometri Euclide	Tri Susilaningtyas, M.Pd
4.	Pengantar Dasar Matematika	Tri Susilaningtyas, M.Pd
5.	Kalkulus Diferensial	Fitriana Eka chandraa, M.Pd
6.	Bahasa Indonesia	Fitriana Eka chandraa, M.Pd
7.	Pengantar Aswaja	Muhlisatul Mahmudah, M.Si
8.	Profesi kependidikan	Muhlisatul Mahmudah, M.Si
9.	Matematika Teknik	Sholahudin Al 'Ayubi, M.pd
10.	Ilmu Alamiah Dasar	Tri Susilaningtyas, M.Pd
11.	Metode statistic	Fury setyo siskawati, M.Pd

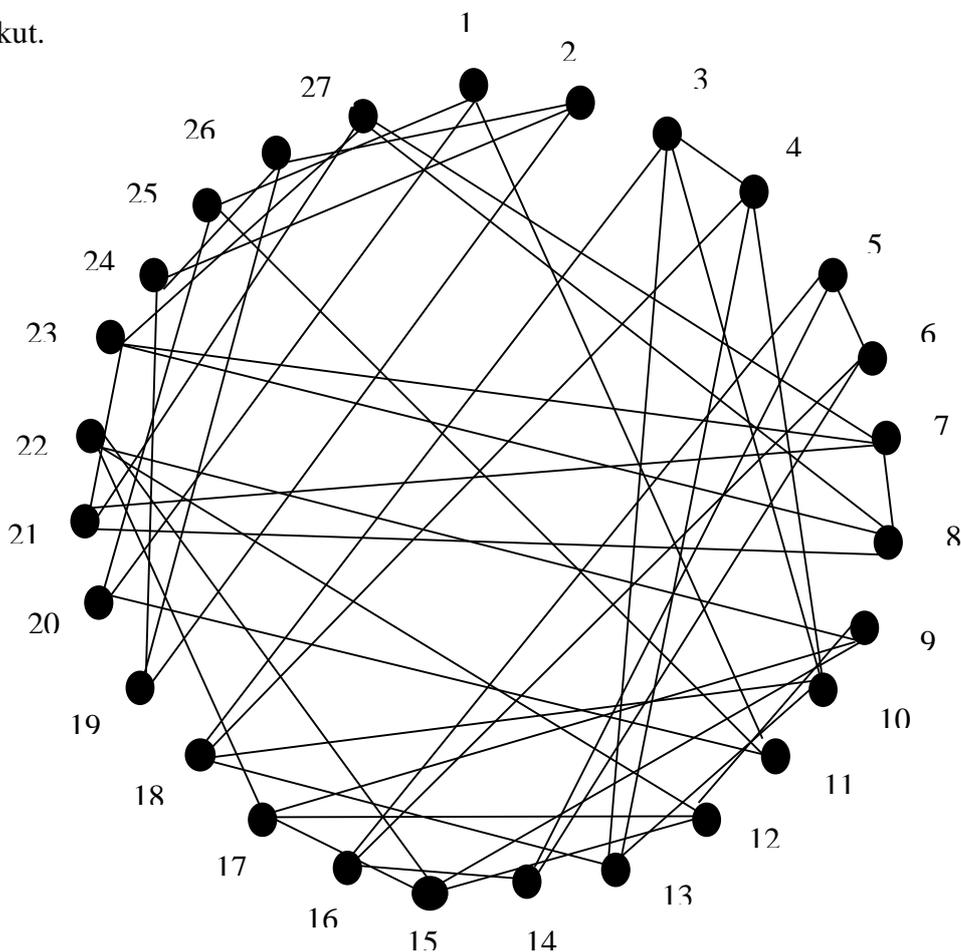
12. Matematika SLTP	Sholahudin Al 'Ayubi, M.pd
13. Belajar dan Pembelajaran	Tri Susilaningtyas, M.Pd
14. Kalkulus Multi Variabel	Fitriana Eka chandraa, M.Pd
15. Geometri Analit Ruang	Sholahudin Al 'Ayubi, M.pd
16. Teori Bilangan	Fitriana Eka chandraa, M.Pd
17. Algoritma dan pemograman	Sholahudin Al 'Ayubi, M.pd
18. Strategi belajar mengajar	Tri Susilaningtyas, M.Pd
19. Pengembangan dan telaah kurikulum matematika sekolah	Tri Novita Irawati, M.Pd
20. Statistika Matematika II	Fury setyo siskawati, M.Pd
21. Matematika SLTA	Muhlisatul Mahmudah, M.Si
22. Perencanaan pembelajaran Matematika	Sholahudin Al 'Ayubi, M.pd
23. Persamaan diferensial II	Muhlisatul Mahmudah, M.Si
24. Magang 1	Tri Novita Irawati, M.Pd
25. Matematika ekonomi	Fury setyo siskawati, M.Pd
26. Analisa variabel Real	Tri Novita Irawati, M.Pd
27. Matode numerik	Muhlisatul Mahmudah, M.Si

Untuk dapat menerapkan teknik pewarnaan simpul graf terhadap data yang akan dianalisa, maka setiap matakuliah akan diwakili oleh sebuah simpul, seperti yang terlihat pada Gambar 1, kemudian apabila terdapat matakuliah yang memiliki pengawas yang sama, maka matakuliah-matakuliah tersebut dikatakan saling terhubung. Berdasarkan teori yang telah dijelaskan pada sebelumnya mengenai representasi data pada graf, apabila terdapat simpul yang saling berhubungan, maka simpul-simpul tersebut akan dihubungkan dengan sebuah garis lurus seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Representasi matakuliah yang diujikan pada graf

Gambar di atas merupakan representasi dari 27 matakuliah dari data yang diperoleh pada graf. Pada gambar di atas, setiap simpul penulis beri nama berupa nomor yang disesuaikan dengan penomoran pada tabel 1. Tidak ada aturan khusus yang digunakan untuk menyusun letak simpul dalam suatu graf, namun dalam penelitian ini penulis menyusun sedemikian hingga menyerupai lingkaran dikarenakan dengan pola tersebut akan memberi kemudahan dalam penarikan garis lurus untuk relasi masing-masing simpul. Setelah merepresentasikan matakuliah dalam suatu simpul graf, maka selanjutnya adalah menggambarkan relasi dari masing-masing simpul graf tersebut. Graf yang digunakan pada penelitian ini adalah graf tak-berarah, sehingga relasi dari masing-masing simpul akan direpresentasikan oleh garis tak-berarah seperti gambar 2 berikut.



Gambar 2. Representasi matakuliah yang saling terhubung

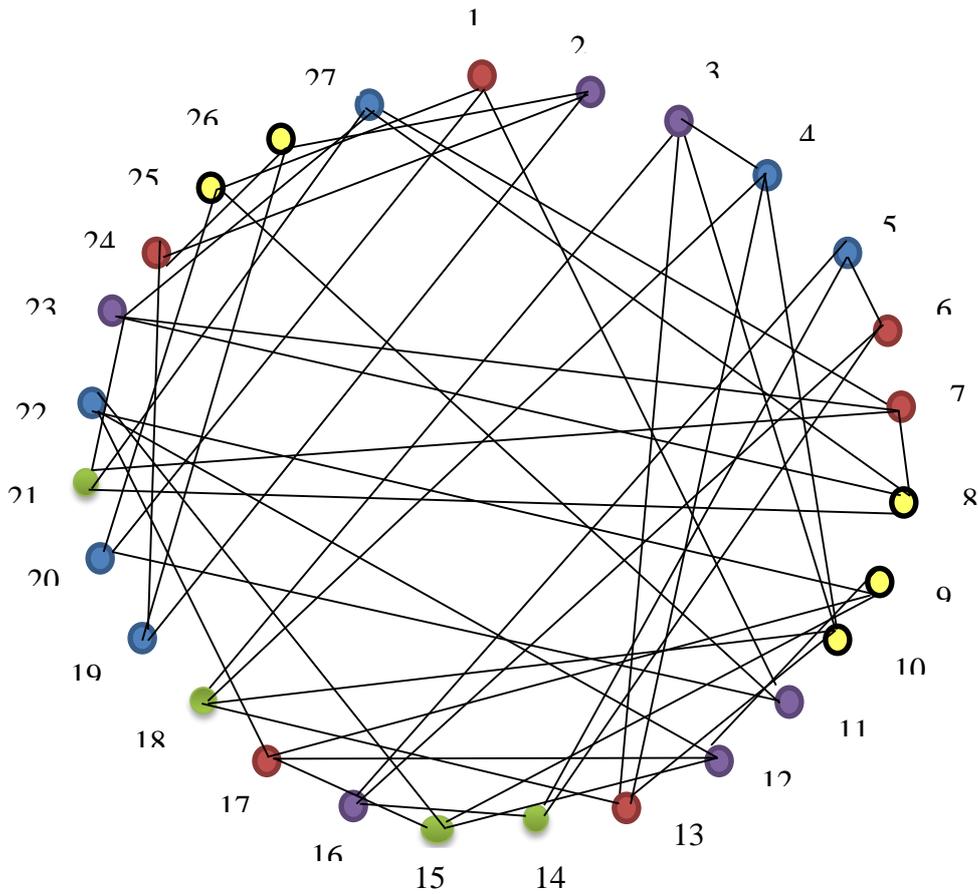
Gambar 2 merupakan representasi data yang digunakan pada tahapan analisa, Setelah itu memberikan warna simpul graf, terlebih dahulu melakukan perhitungan jumlah derajat masing-masing simpul kemudian simpul disusun berdasarkan jumlah

derajat. Derajat pada masing-masing simpul pada graf di atas akan diperlihatkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Jumlah derajat pada masing-masing simpul

no	Mata kuliah	Derajat
1.	Pendidikan Pancasila	3
2.	Pendidikan Agama Islam	3
3.	Geometri Euclide	3
4.	Pengantar Dasar Matematika	4
5.	Kalkulus Diferensial	3
6.	Bahasa Indonesia	3
7.	Pengantar Aswaja	4
8.	Profesi kependidikan	4
9.	Matematika Teknik	4
10.	Ilmu Alamiah Dasar	4
11.	Metode statistik	3
12.	Matematika SLTP	4
13.	Belajar dan Pembelajaran	4
14.	Kalkulus Multi Variabel	3
15.	Geometri Analit Ruang	4
16.	Teori Bilangan	3
17.	Algoritma dan pemograman	4
18.	Strategi belajar mengajar	4
19.	Pengembangan dan telaah kurikulum matematika sekolah	3
20.	Statistika Matematika II	3
21.	Matematika SLTA	4
22.	Perencanaan pembelajaran Matematika	4
23.	Persamaan diferensial II	4
24.	Magang 1	3
25.	Matematika ekonomi	3
26.	Analisa variabel Real	3
27.	Matode numerik	4

Setelah semua simpul ditentukan derajatnya, selanjutnya menerapkan sifat-sifat pewarnaan titik untuk menentukan warna masing-masing simpul. Menurut teorema 2.1 maka representasi graf pada penjadwalan ujian semester mahasiswa pendidikan matematika UIJ memiliki derajat paling besar yaitu 4 atau $n = 3$, sehingga bilangan kromatik dari graf tersebut yaitu $\chi(G) \leq n+1$ maka $\chi(G) \leq 4+1=5$. Sehingga terbukti bahwa representasi graf pada penjadwalan ujian semester mahasiswa pendidikan matematika UIJ memiliki pewarnaan dengan 5 macam, misalnya kuning, merah, biru, ungu dan hijau seperti Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pewarnaan titik

Dengan selesainya proses pemberian warna simpul yang diperlihatkan pada Gambar 3 di atas, maka proses pembentukan jadwal terhadap 27 matakuliah tersebut telah selesai. Tahapan selanjutnya adalah mengelompokkan matakuliah berdasarkan warna simpul. Berdasarkan warna simpul yang dihasilkan, maka diperoleh jadwal ujian semester sebanyak 5 (lima) kelompok ujian berdasarkan warna seperti yang diperlihatkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Daftar kelompok Ujian

Kelompok Ujian	Mata kuliah
Merah	Pendidikan Pancasila, Bahasa Indonesia, pengantar Aswaja, Belajar dan Pembelajaran, Algoritma dan pemograman, Magang 1
Kuning	Profesi kependidikan, matematika teknik, Ilmu Alamiah Dasar, Matematika ekonomi, analisa Variabel real
Ungu	Pendidikan Agama Islam, Geometri Euclide, Metode statistik, Belajar dan Pembelajaran, Teori Bilangan, Persamaan diferensial II
Hijau	Kalkulus Multi Variabel, Geometri Analit Ruang, Strategi belajar mengajar, Matematika SLTA
Biru	Pengantar Dasar Matematika, Kalkulus Diferensial, Pengembangan

dan telaah kurikulum matematika sekolah, Statistika Matematika II, Perencanaan pembelajaran Matematika, Metode numerik

Dari Tabel 3 terdapat 5 (lima) kelompok yaitu kelompok pertama yaitu kelompok merah dengan matakuliah yang diujikan yaitu Pendidikan Pancasila, Bahasa Indonesia, pengantar Aswaja, Belajar dan Pembelajaran, Algoritma dan pemrograman, Magang 1, kelompok merah bisa diganti dengan hari senin dan kelompok dua yaitu kelompok kuning dengan matakuliah Profesi kependidikan, matematika teknik, Ilmu Alamiah Dasar, Matematika ekonomi, analisa Variabel real, dimana kelompok kuning diganti dengan hari selasa, kelompok ketiga dengan kelompok ungu dimana matakuliah yang diujikan terdiri Pendidikan Agama Islam, Geometri Euclide, Metode statistik, Belajar dan Pembelajaran, Teori Bilangan, Persamaan diferensial II dimana kelompok ungu dapat diganti dengan rabu, kelompok Hijau dengan matakuliah yang diujikan adalah Kalkulus Multi Variabel, Geometri Analit Ruang, Strategi belajar mengajar, Matematika SLTAdimana kelompok hijau diganti dengan hari kamis dan kelompok terakhir yaitu warna biru dengan matakuliah yang diujikan adalah Pengantar Dasar Matematika, Kalkulus Diferensial, Pengembangan dan dan telaah kurikulum matematika sekolah, Statistika Matematika II, Perencanaan pembelajaran Matematika, Metode numerik kelompok warna biru diganti dengan hari jumat.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan implementasi yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa teknik pewarnaan simpul graf dapat diterapkan untuk membentuk jadwal ujian semester di universitas Islam jember program studi pendidikan matematika, sehingga sistem penjadwalan ujian skripsi yang dibentuk dapat menghasilkan jadwal ujian semester yang terhindar dari tumpang tindih waktu pelaksanaan.

SARAN

Dari hasil yang diperoleh, penulis memberikan saran kepada pembaca, khususnya petugas bidang akademik untuk menggunakan program pewarnaan graf yang penulis susun. Pewarnaan titik tersebut sangat membantu dalam menentukan jadwal ujian semester. Sedangkan faktor-faktor lain seperti banyak ruang kelas, kapasitas ruang

kelas, dan keinginan dosen tertentu dapat menjadi pertimbangan lain dalam menyusun jadwal ujian semester tersebut.

Hendaknya program pewarnaan graf tersebut dapat ditingkatkan lagi dalam hal kecepatan, ketepatan jadwal, dan kemudahan mengakses. Akan lebih baik lagi jika variabel-variabel lain seperti ruang kelas dan dosen dimasukkan pula ke dalam program tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih peneliti sampaikan kepada beberapa pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini, yaitu kepada keprodi dan karyawan-karyawan akademik yang telah membantu dalam memberikan informasi berupa data matakuliah yang akan diujikan di dalam ujian semester, serta pihak-pihak lain yang turut membaantu menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dafik, *Structural Properties and Labeling of Graph*. Austarlia: Tidak dipublikasikan (Tesis), 2007.
- [2] Dedi Masyoyo, "Analisa dan Implementasi Algoritma Prioriti Dispatching dalam penjadwalan pembagian ruangan ujian," *Informasi dan Teknologi Ilmiah*, vol. 2, p. 2, Februari 2014.
- [3] Heni jusuf, "pewarnaan graf pada simpul untuk mendeteksi konflik penjadwalan kuliah," in *seminar nasional aplikasi teknologi informasi 2009*, 20 juni 2009.
- [4] F, Harray;, *Graph Theory*. Wesley, 2007.
- [5] Setia Astuti, "Penyusunan Jadwal Mata Kuliah dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell," *Jurnal Dian*, vol. 11, p. 1, Januari 2011.
- [6] Rahmat Januar Noor, Hesmawati, and Hendra, "Implementation of Sequent Algorithm in Coloring vertex on Simple Graph," *MANASIR*, vol. 1 no 1, pp. 19-22, 2013.