

**PENYUSUNAN JADWAL KULIAH DENGAN ALGORITMA PEWARNAAN PADA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SLAMET RIYADI**

oleh

Arif Sutikno, S.Kom, M.Kom, Yudhistiro Pandu Widhoyoko, S.S, M.Pd

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan algoritma pewarnaan graf pada penjadwalan di Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi UNISRI Surakarta. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur. Setelah data diperoleh dari literatur, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui algoritma pewarnaan graf pada penjadwalan di Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi UNISRI Surakarta. Kesimpulan dari penelitian ini adalah algoritma pewarnaan dapat diaplikasikan pada penjadwalan perkuliahan di Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi UNISRI Surakarta. Pada penelitian ini hanya diambil satu semester sebagai sampel, yaitu semester gasal. Dalam pewarnaan grafnya harus memperhatikan beberapa komponen-komponen penting yang berhubungan erat dengan penjadwalan perkuliahan, antara lain banyaknya tingkatan semester, banyaknya kelas, banyaknya matakuliah, dan banyaknya waktu yang tersedia dalam perkuliahan (hari dan jam matakuliah).

Kata kunci: Algoritma Pewarnaan Graf, Penjadwalan Perkuliahan

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada setiap awal semester penjadwalan kuliah merupakan pekerjaan yang harus dilakukan dalam sistem akademik suatu perguruan tinggi. Pada kenyataannya, seringkali jadwal

kuliah harus dilakukan penjadwalan ulang dikarenakan dosen yang bersangkutan sudah mengajar di program studi yang lain pada waktu yang sama atau ruangan sudah terpakai oleh program studi yang lain. Hal ini menyebabkan perkuliahan di awal

semester pada program studi berjalan tidak sesuai dengan keadaan *real* setelah jadwal dikeluarkan oleh karena harus dilakukan penyusunan jadwal kembali. Selain itu, kesulitan dalam hal penyesuaian waktu yang masih kosong juga menjadi suatu kendala terutama pada saat mencari jadwal kuliah pengganti atau kuliah tambahan.

Dalam melakukan penjadwalan kuliah, diperlukan pemikiran yang cukup rumit untuk dapat memetakan sejumlah komponen penjadwalan (mata kuliah, dosen, mahasiswa, ruang, dan waktu) ke dalam *timeslot* (matriks ruang dan waktu) dengan mempertimbangkan semua batasan yang ada. Proses manual memerlukan waktu yang cukup lama untuk dapat melakukan hal ini dan memungkinkan terjadinya pelanggaran constraint akibat *human error*. Pelanggaran constraint dalam penjadwalan menjadikan jadwal tidak valid dan harus direkonstruksi ulang. Jika kejadian seperti ini selalu berulang tiap kali menghadapi semester baru, maka sepatutnya permasalahan ini mendapat prioritas untuk dicari solusinya demi peningkatan mutu sistem akademik di Perguruan Tinggi.

Penjadwalan kuliah terkait

erat dengan permasalahan optimasi waktu dan tempat. Oleh karena itu, pembuatan sistem penjadwalan kuliah dilakukan dengan melalui beberapa iterasi perbaikan. Fungsinya adalah memenuhi sejumlah constraint penjadwalan, seperti menghindari terjadinya bentrok jadwal antar dosen dan penggunaan ruang. Dalam kajian ilmu di Matematika Diskrit, teori graf memberi solusi untuk permasalahan ini melalui bahasannya tentang pewarnaan graf.

Pada teori graf dibuat model matematika untuk setiap himpunan dari sejumlah obyek diskrit, dimana beberapa pasangan unsur dari himpunan tersebut terikat menurut suatu aturan tertentu. Obyek diskrit dari himpunan tersebut misalnya dapat berupa orang-orang dengan aturan kenal, atau juga himpunan nama kota dengan aturan jalan yang menghubungkan antara kota satu ke kota yang lain. Saat ini teori graf semakin berkembang dan menarik karena keunikan dan banyak sekali penerapannya. Keunikan teori graf adalah kesederhanaan pokok bahasan yang dipelajarinya, karena dapat disajikan sebagai titik (vertex) dan sisi (edge). Pewarnaan titik pada graf

$G = (V(G), E(G))$ adalah pemberian warna untuk setiap titik pada graf sehingga tidak ada dua titik yang terhubung langsung berwarna sama. Sedangkan pewarnaan sisi- k untuk G adalah pemberian warna pada sisi-sisi G sedemikian hingga setiap dua sisi yang bertemu pada titik yang sama mendapatkan warna berbeda. Pewarnaan graf mempunyai penerapan yang cukup luas, salah satunya adalah Penjadwalan Perkuliahan di Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi Unisri Surakarta. Dimana pada Prodi Pendidikan Teknologi Informasi ada beberapa tingkatan semester, mulai semester satu sampai semester delapan. Tujuan penjadwalan adalah untuk memperoleh kemungkinan waktu dan tempat yang paling efisien. Bagaimana mengatur jadwal kuliah untuk beberapa semester yang ada agar waktu yang diperlukan dan tempat yang digunakan untuk kuliah tidak saling tumpang tindih. Selain itu juga, bagaimana agar jadwal yang ada tidak melebihi dari waktu atau jam kuliah yang telah ditetapkan. Pembangunan sistem penjadwalan kuliah yang menerapkan teori ini diharapkan mampu menjawab permasalahan ini

secara jitu sehingga dapat diimplementasikan untuk penjadwalan kuliah.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Permutasi dan Kombinasi

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa permasalahan penjadwalan kuliah disebabkan oleh pola kontrak mata kuliah yang dilakukan mahasiswa. Hal ini merupakan permasalahan kombinatorial sehingga dibutuhkan penelusuran masalah secara matematis agar hasil yang didapatkan lebih optimal. Pemahaman dimulai dari teori tentang permutasi dan kombinasi.

Permutasi adalah jumlah urutan berbeda dari pengaturan objek-objek. Permutasi merupakan bentuk khusus aplikasi aturan perkalian. Misalkan jumlah objek adalah n , maka urutan pertama dipilih dari n objek, urutan kedua dipilih dari $n - 1$ objek, urutan ketiga dipilih dari $n - 2$ objek, begitu seterusnya, dan urutan terakhir dipilih dari 1 objek yang tersisa. Menurut kaidah perkalian, permutasi dan n objek adalah $n(n - 1)(n - 2) \dots (2)(1) = n!$

Adapun jumlah susunan berbeda dari

pemilihan r objek yang diambil dan n objek disebut *permutasi- r* , dilambangkan dengan $P(n,r)$, yaitu

$$P(n, r) = n (n - 1)(n - 2) \dots (n - (r - 1)) = n!(n - r)!$$

Kombinasi merupakan bentuk khusus dari permutasi. Kombinasi mengabaikan urutan kemunculan. Dalam kasus penjadwalan kuliah, kombinasi merupakan variasi yang mungkin terjadi ketika mahasiswa memilih untuk mengontrak mata kuliah pada semester tertentu. Jumlah mata kuliah yang ditawarkan Program Studi sebanyak n objek dan jumlah mata kuliah yang dikontrak dengan batasan SKS tertentu adalah r objek. Rumus kombinasi- r adalah

$$C(n,r) = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

B. Pewarnaan Graf

Teori Graf merupakan salah satu bahasan dalam Matematika Diskrit yang menarik untuk dibahas karena berkaitan dengan permasalahan yang banyak ditemui di dunia nyata. Dalam teori graf, pewarnaan graf merupakan suatu bentuk pelabelan 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 simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah (*region*). Paper ini hanya akan membahas pewarnaan untuk elemen graf yang paling sederhana yaitu pewarnaan simpul graf.

1 Definisi Pewarnaan Simpul Graf

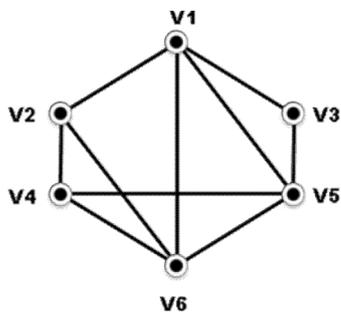
Pewarnaan simpul adalah memberi warna pada simpul-simpul di dalam graf sedemikian sehingga setiap dua simpul bertetangga mempunyai warna yang berbeda [1]. Contoh kasus yang merepresentasikan permasalahan ini diantaranya adalah penjadwalan ujian mata kuliah.

2. Studi Kasus Penjadwalan Ujian Mata Kuliah

Misal, terdapat 10 mahasiswa yang mengontrak 6 mata kuliah dengan kombinasi berbeda, seperti pada tabel di berikut ini:

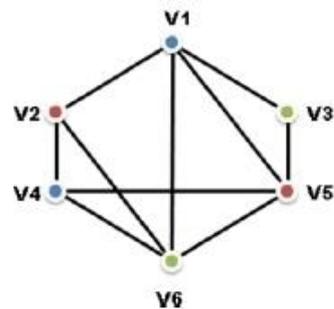
		MATA KULIAH					
		V1	V2	V3	V4	V5	V6
MAHASISWA	1	1	1				1
	2	1				1	1
	3	1		1		1	
	4				1	1	
	5		1		1		
	6	1		1			
	7					1	1
	8	1	1				
	9			1		1	
	10	1					1

Variasi mata kuliah yang dikontrak oleh mahasiswa dimodelkan secara matematis dalam bentuk graf. Mata kuliah disimbolkan di dalam graf berupa simpul yang merupakan *subject* dari *constraint* yang akan dipenuhi. Adapun *constraint* yang dimaksud adalah syarat bahwa jadwal ujian mata kuliah yang diselenggarakan tidak boleh berbentrok agar mahasiswa dapat mengikuti seluruh ujian dari mata kuliah yang dikontraknya. Berikut ini adalah representasi graf yang terbentuk dari tabel di atas.



Dengan menerapkan teori pewarnaan simpul graf, hasilnya adalah sebagai

berikut:



Berdasarkan gambar di atas, terdapat tiga warna berbeda untuk 6 simpul mata kuliah. Pewarnaan tersebut memiliki arti bahwa mata kuliah (simpul) dengan warna yang sama dapat menyelenggarakan ujian dalam waktu bersamaan (bisa di ruang berbeda) dan dapat dipastikan bahwa mahasiswa yang mengikuti ujian tersebut tidak memiliki jadwal ujian mata kuliah lain pada waktu yang sama. Solusi inilah yang menjadikan teori pewarnaan graf banyak diimplementasikan pada berbagai kasus *scheduling*

(penjadwalan), yaitu mengefektifkan waktu untuk banyak keperluan dan jumlah *resource* yang terbatas.

3 Bilangan Kromatik

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 jumlah ruang, 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.

Bilangan Kromatik Graf G ($\chi(G)$) adalah jumlah warna minimum yang dapat digunakan untuk mewarnai simpul (verteks/ V). Pada contoh sebelumnya, simpul graf dapat diwarnai dengan tiga warna artinya jumlah bilangan kromatik dari graf tersebut adalah 3. Dengan demikian, slot waktu yang dapat digunakan

untuk ujian enam mata kuliah di atas ada sebanyak tiga slot waktu dengan dua buah ruangan.

4 Algoritma Pewarnaan Graf

Untuk dapat melakukan pewarnaan graf, ada beberapa algoritma yang bisa digunakan. Dalam tulisannya, Hussein Al-Omari & Khair Eddin Sabri tahun 2006 menyebutkan beberapa algoritma yang telah banyak dikenal sebagai berikut:

a. *First Fit (FF)*

Algoritma ini adalah algoritma yang termudah dan tercepat. Prinsipnya adalah mewarnai setiap simpul graf dengan warna yang tidak akan diubah lagi. Algoritma ini sangat mudah untuk diimplementasikan dan juga sangat cepat, namun memiliki probabilitas besar untuk menghasilkan jumlah warna yang melebihi bilangan kromatiknya.

Kompleksitas waktu asimtotik dari algoritma ini adalah $O(n)$.

b. *Largest Degree Ordering (LDO)*

Algoritma ini merupakan algoritma yang prinsipnya berdasarkan pada nilai derajat dari setiap simpul. Simpul yang memiliki derajat yang lebih tinggi diwarnai lebih dulu.

Algoritma ini memberikan hasil yang lebih baik daripada algoritma *first fit*.

Kompleksitas waktu asimtotik dari algoritma ini adalah $O(n^2)$.

c. **Saturated Degree Ordering (SDO)**

Algoritma ini berprinsipkan pada jumlah warna berlainan yang ada pada tetangga-tetangga dari sebuah simpul. Simpul yang bertetangga dengan simpul-simpul yang memiliki lebih banyak aneka warna akan diwarnai lebih dulu. Algoritma ini memberikan hasil yang lebih baik daripada algoritma LDO. Kompleksitas waktu asimtotik dari algoritma ini adalah $O(n^3)$.

d. **Incident Degree Ordering (IDO)**

Algoritma ini berprinsipkan pada jumlah simpul tetangga yang telah diwarnai dari suatu simpul. Simpul

yang lebih banyak bertetangga dengan simpul yang telah diwarnai akan diwarnai lebih dulu.

Algoritma ini merupakan modifikasi dari algoritma SDO. Algoritma ini dapat dieksekusi dalam waktu yang lebih cepat, tetapi hasilnya tidak sebaik algoritma SDO. Kompleksitas waktu asimtotik dari algoritma ini adalah $O(n^2)$.

Berikut ini adalah tabel yang menggambarkan jumlah warna yang dihasilkan dari setiap algoritma. Kepadatan adalah perbandingan dari jumlah sisi (*vertex*) yang ada terhadap jumlah sisi dari graf lengkapnya.

Jumlah Simpul	Kepadatan	FF	LDO	IDO	SDO
200	25%	20	18	18	17
200	50%	36	34	34	32
200	75%	58	55	56	53
1000	25%	64	62	63	58
1000	50%	127	123	126	116
1000	75%	217	212	214	204

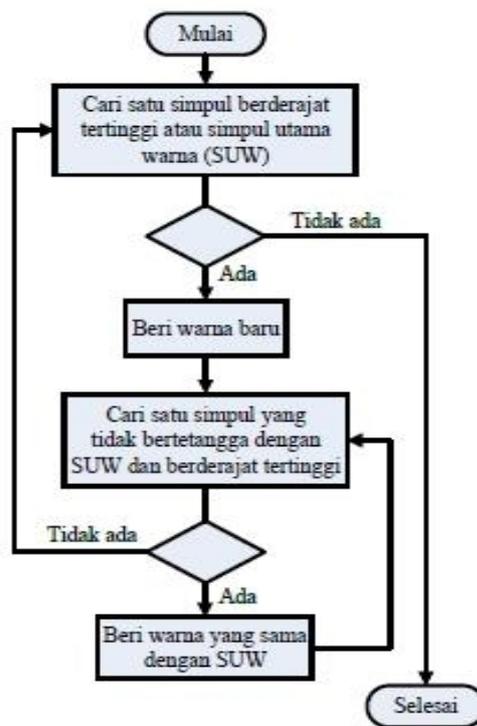
1. Algoritma Welch-Powell

Algoritma Welch-Powell merupakan salah satu algoritma pewarnaan graf yang melakukan pewarnaan berdasarkan derajat tertinggi dari simpul-simpulnya atau disebut *Largest Degree Ordering* (LDO). Berikut algoritmanya:

1. Urutkan simpul-simpul dari G 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 berurutan) yang tidak bertetangga dengan simpul pertama ini.

3. Mulai lagi dengan simpul berderajat tertinggi berikutnya di dalam daftar terurut yang belum diwarnai dan ulangi proses pewarnaan simpul dengan menggunakan warna kedua
4. Ulangi penggunaan warna-warna sampai semua simpul telah diwarnai. Flowchart Algoritma Welch-Powell adalah sebagai berikut:



Dari contoh kasus sebelumnya, daftar simpul graf dan ketetanggaannya adalah sebagai berikut:

Verteks (simpul)	Simpul Tetangga
V1	V2, V3, V5, V6
V2	V1, V4, V6
V3	V1, V5
V4	V2, V5
V5	V1, V3, V4, V6
V6	V1, V2, V5

Dengan algoritma Welch-Powell, hasil yang didapatkan adalah:

Verteks	V1	V5	V6	V2	V4	V3
Derajat	4	4	4	3	3	2
Warna	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>c</i>

Algoritma Welch-Powell dapat digunakan untuk mewarnai sebuah graf G secara efisien. Algoritma ini tidak selalu memberikan jumlah warna minimum yang diperlukan untuk mewarnai G , namun cukup praktis untuk digunakan dalam pewarnaan simpul sebuah graf. Algoritma Welch-Powell hanya cocok digunakan untuk graf dengan orde yang kecil [3].

PEMBAHASAN

GAMBAR GRAF PENJADWALAN

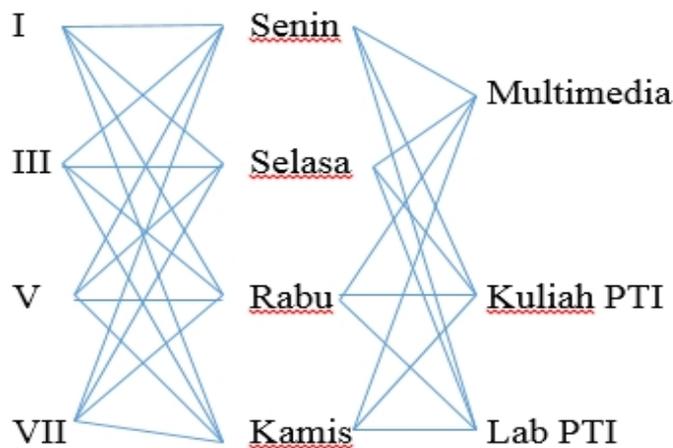
Pada Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, terdapat dua semester dalam tiap tahunnya, yaitu semester gasal dan genap. Untuk masing-masing tingkatan yang masih aktif melakukan perkuliahan ada empat tingkatan, pada semester gasal yaitu

semester I, III, V, dan VII. Pada semester genap yaitu semester II, IV, VI, dan VIII. Karena banyaknya tingkatan semester dan terbatasnya ruang perkuliahan, sedangkan hari efektif perkuliahan adalah Senin hingga Kamis, maka diperlukan penjadwalan yang paten atau konsisten agar tidak terjadi tumpang tindih ruang ataupun waktu dalam proses perkuliahan.

Penjadwalan kuliah tersebut dilakukan dengan terlebih dahulu mengekspresikan seluruh obyek atau komponen yang ada dalam bentuk graf.

- a. Graf antara Banyaknya Tingkatan Semester, Banyaknya Hari dan Banyaknya Ruang Kuliah

Contoh graf antara banyaknya tingkatan semester, banyaknya hari dan banyaknya ruang kuliah adalah sebagai berikut:



Gbr. 1. Graf antara Banyaknya Tingkatan Semester, Banyaknya Hari, dan Banyaknya Ruang Kuliah

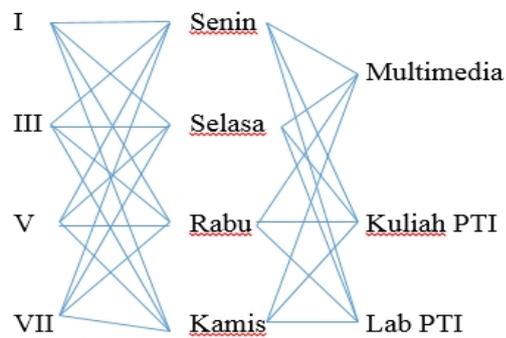
Dari gambar graf di atas, untuk masing-masing semester mempunyai jadwal kuliah mulai hari Senin sampai dengan Kamis. Demikian pula dengan ruang perkuliahan, masing-masing semester mempunyai ruang kuliah di Multimedia, Kuliah PTI dan Lab PTI. Jika dua sisinya bertemu pada titik yang sama, maka perkuliahan tidak dapat dilakukan secara serempak atau bersama-sama.

b. Pewarnaan Graf dalam Penjadwalan

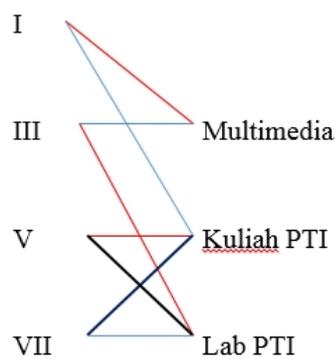
Pewarnaan yang digunakan pada graf penjadwalan ini yaitu pewarnaan sisi. Pewarnaan sisi yaitu pemberian warna pada sisi-sisi suatu graf sedemikian hingga setiap dua sisi yang bertemu pada titik yang sama mendapatkan warna berbeda. Kemudian dari p

ewarnaan tersebut dicari bilangan kromatiknya, yaitu banyaknya warna minimum yang dapat digunakan untuk mewarnai sisi.

Penjadwalan diambil hanya untuk semester gasal. Berdasarkan graf pada gambar 1 dapat dikatakan bahwa apabila terdapat dua sisi bertemu pada titik yang sama, maka kuliah tidak dapat dilakukan pada hari dan ruang yang sama. Warna-warna yang berbeda dapat diberikan pada sisi graf yang menunjukkan bahwa jadwal kuliahnya tidak bersamaan pada hari dan tempat yang sama. Diinginkan jadwal kuliah seefisien mungkin untuk memudahkan pelaksanaannya. Jadi harus ditentukan bilangan kromatik grafnya. Jadi gambar grafnya adalah seperti berikut:



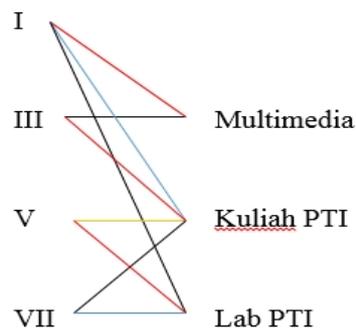
Gbr. 2. Pewarnaan sisi Graf antara Banyaknya Tingkatan Semester, Banyaknya Hari dan Banyaknya Ruang Kuliah



Gbr. 3. Pewarnaan sisi Graf Smt Gasal Hari Senin

Jadi minimal bisa diwarnai dengan tiga warna sehingga bilangan kromatiknya $(G) = 3$. Warna yang berbeda menyatakan bahwa waktu kuliah bisa dilaksanakan di hari yang sama, yaitu:

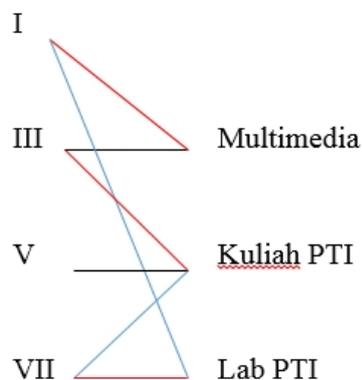
Warna 1 untuk (I, Multimedia), (III, Lab PTI) dan (V, Kuliah PTI) Warna 2 untuk (I, Kuliah PTI), (III, Multimedia) dan (VII, Lab PTI) Warna 3 untuk (V, Lab PTI) dan (VII, Kuliah PTI)



Gbr. 4. Pewarnaan sisi Graf Smt Gasal Hari Selasa

Jadi minimal bisa diwarnai dengan tiga warna sehingga bilangan kromatiknya $(G) = 4$. Warna yang berbeda menyatakan bahwa waktu kuliah bisa dilaksanakan di hari yang sama, yaitu:

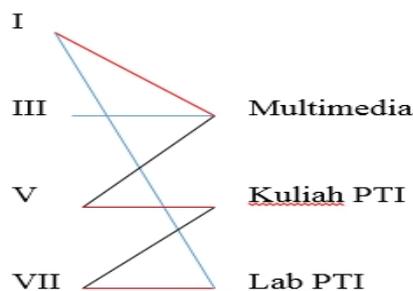
Warna 1 untuk (I, Multimedia), (III, Kuliah PTI) dan (V, Lab PTI), Warna 2 untuk (I, Kuliah PTI), dan (VII, Lab PTI), Warna 3 untuk (I, Lab PTI), (III, Multimedia) dan (VII, Kuliah PTI) dan Warna 4 untuk (V, Kuliah PTI)



Gbr. 5. Pewarnaan sisi Graf Smt Gasal Hari Rabu

Jadi minimal bisa diwarnai dengan empat warna sehingga bilangan kromatiknya $(G) = 4$. Warna yang berbeda menyatakan bahwa waktu kuliah bisa dilaksanakan di hari yang sama, yaitu:

Warna 1 untuk (I, Multimedia), (III, Kuliah PTI) dan (V, Lab PTI), Warna 2 untuk (I, Kuliah PTI), dan (VII, Lab PTI), Warna 3 untuk (I, Lab PTI), (III, Multimedia) dan (VII, Kuliah PTI)



Gbr. 5. Pewarnaan sisi Graf Smt Gasal Hari Kamis

Jadi minimal bisa diwarnai dengan tiga warna sehingga bilangan kromatiknya $(G) = 3$. Warna yang berbeda menyatakan bahwa waktu kuliah bisa dilaksanakan di hari yang sama, yaitu:

Warna 1 untuk (I, Multimedia), (V, Kuliah PTI) dan (VII, Lab PTI), Warna 2 untuk (I, Lab PTI) dan (III, Multimedia) Warna 3

untuk (V, Multimedia) dan (VII, Kuliah PTI)

Pewarnaan sisi berdasarkan jam matakuliah pada masing-masing gambar graf di atas yaitu setiap sisinya tidak mempunyai hubungan dengan sisi yang lain. Dengan demikian cukup diwarnai dengan satu warna saja, sehingga $\chi(G) = 1$

	Senin	Selasa	Rabu	Kamis
08.00 – 10.30	(I, Multimedia), (III, Lab PTI) dan (V, Kuliah PTI)	(I, Multimedia), (III, Kuliah PTI) dan (V, Lab PTI),	(I, Multimedia), (III, Kuliah PTI) (V, Lab PTI),	(I, Multimedia), (V, Kuliah PTI) dan (VII, Lab PTI)
10.30 -13.00	(I, Kuliah PTI), (III, Multimedia) dan (VII, Lab PTI)	(I, Kuliah PTI), dan (VII, Lab PTI),	(I, Kuliah PTI), dan (VII, Lab PTI),	I, Lab PTI) dan (III, Multimedia)
13.00 – 15.30	(V, Lab PTI) dan (VII, Kuliah PTI)	(I, Lab PTI) , (III, Multimedia), (VII, Kuliah PTI)	(I, Lab PTI) , (III, Multimedia) dan (VII, Kuliah PTI)	(V, Multimedia) dan (VII, Kuliah PTI)
15.30 – 18.00		(V, Kuliah PTI)		

Dari hasil pewarnaan graf antara banyaknya tingkatan semester, banyak hari, dan banyaknya ruang kuliah yaitu

dengan membagi pewarnaan tersebut dari pewarnaan dalam satu minggu menjadi pewarnaan harian hingga p

ewarnaan berdasarkan jam matakuliah, maka bilangan kromatik yang diperoleh semakin kecil. Hal tersebut karena derajat titik graf akan semakin berkurang, di mana banyaknya minimum pewarnaan atau bilangan kromatik graf bipartit adalah derajat terbesar titik yang dimiliki oleh graf, sebagaimana yang telah dijelaskan dalam teorema Konig. Pada semester gasal, dalam seminggu hanya terpakai selama empat hari dari hari Senin sampai dengan Kamis untuk perkuliahan. Masing-masing jam perkuliahan hampir semua penuh.

Dengan demikian, jadwal yang terbentuk dari hasil pewarnaan graf adalah empat hari aktif dalam seminggu terpakai untuk jam perkuliahan mahasiswa Prodi Pendidikan Teknologi Informasi UNISRI Surakarta.

SIMPULAN

Dalam pewarnaan graf harus memperhatikan beberapa komponen

penting yang berhubungan erat dengan penjadwalan kuliah, antara lain banyaknya tingkatan semester, banyaknya kelas, banyaknya matakuliah, dan banyaknya waktu yang tersedia dalam perkuliahan (hari dan jam matakuliah). Pewarnaan graf di atas yaitu pewarnaan antara banyaknya tingkatan semester, banyak hari, dan banyaknya ruang kuliah. Hasil pewarnaan grafnya diperoleh bilangan kromatik yang semakin kecil.

Pada semester gasal, dalam seminggu hanya terpakai selama lima hari yakni hari Senin sampai dengan Kamis untuk perkuliahan. Masing-masing jam perkuliahan hampir semua penuh.

Dari hasil pewarnaan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa minimal ada tiga ruang kelas untuk perkuliahan, dengan empat hari perkuliahan (Senin-Kamis) dimulai dari pukul 08.00-18.00 WIB

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.
- Jusuf, Heni. 2009. Pewarnaan Graph Pada Simpul Untuk Mendeteksi Konflik Penjadwalan Kuliah. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2009. ISSN:1907-5022.
- 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 Pertanian Bogor
- Wibisono, Samuel. 2008. Matematika Diskrit Edisi 2. Yogyakarta : Graha Ilmu. Saondi, Ondi. 2003. Teori Graf. Bandung : Rumah Buku Press.