



APLIKASI PEWARNAAN GRAF DALAM PENJADWALAN MATA KULIAH

Madyunus Salayan¹
Aminda Tri Handayani²

^{1,2} Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah
Jalan Garu II No.93 Kota Medan
salayanm@gmail.com¹,

Abstrak

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan teori pewarnaan graf dalam penjadwalan mata kuliah di Program Studi Pendidikan Matematika di Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah. Hal ini dilakukan karena memang salah satu kendala dalam penyusunan jadwal kuliah adalah bagaimana menyusun jadwal kuliah yang sesuai dengan kesediaan hari dan jam para dosen yang mengampu mata kuliah tersebut untuk mengajar, sehingga tidak terjadi bentrok diantaranya. Hal seperti ini merupakan suatu permasalahan yang selalu dijumpai dalam penjadwalan. Penjadwalan mata kuliah ini haruslah teratur agar perkuliahan dapat terlaksana dengan lebih optimal. Pewarnaan graf merupakan salah satu teknik dalam teori graf yang dapat dijadikan penanganan dalam menghadapi masalah penjadwalan tersebut. Teknik ini menggunakan representasi graf, dimana mata kuliah dan dosen direpresentasikan sebagai vertex dan hubungan antara dua buah vertex tersebut direpresentasikan sebagai jalur. Algoritma yang digunakan dalam pewarnaan graf pada penelitian ini adalah algoritma Welch-Powell. Algoritma ini menghasilkan jadwal mata kuliah yang sesuai dengan kesediaan hari dan jam para dosen yang mengampu mata kuliah tersebut tanpa ada bentrokan jadwal diantaranya. Penggunaan algoritma tersebut pada penelitian ini menghasilkan 4 susunan jadwal yang berbeda untuk penjadwalan kuliah semester II dengan 9 orang dosen dan 5 hari kuliah, 4 susunan jadwal yang berbeda untuk penjadwalan kuliah semester IV dengan 9 orang dosen dan 5 hari kuliah, 3 susunan jadwal yang berbeda untuk penjadwalan kuliah semester VI dengan 7 orang dosen dan 4 hari kuliah dan 2 susunan jadwal yang berbeda untuk penjadwalan kuliah semester VIII dengan 3 orang dosen dan 3 hari kuliah.

Kata kunci: Pewarnaan Graf, Penjadwalan Mata Kuliah

Abstract

The purpose of this research is to apply the theory of graph coloring in scheduling courses in the Mathematics Education Study Program in Universitas Muslim Nusantara Al Washliyah. This is because indeed one of the obstacles in preparing a class schedule is how to arrange a class schedule according to the day and hour readiness of the lecturers who teach these courses to teach, so that there are no clashes between them. Things like this are a problem that is always encountered in scheduling. The scheduling of this course must be regular so that lectures can be carried out more optimally. Graph coloring is a technique in graph theory that can be used as a treatment in dealing with this scheduling problem. This technique uses graph representation, where courses and lecturers are represented as vertices and the relationship between the two vertices is represented as a path. The algorithm used in graph coloring in this study is the Welch-Powell algorithm. This algorithm produces a schedule of courses that are in accordance with the available days and hours of the lecturers who teach these courses without any scheduling conflicts between them. The use of this algorithm in this study resulted in 4 different schedules for semester II class scheduling with 9 lecturers and 5 lecture days, 4 different schedules for semester IV with 9 lecturers and 5 lecture



days, 3 different schedules. scheduling semester VI courses with 7 lecturers and 4 lecture days and 2 different schedules for semester VIII class scheduling with 3 lecturers and 3 lecture days.

Keywords: *Graph Coloring, Course Scheduling*

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengalokasikan sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Baker, 1974). Topik mengenai permasalahan penjadwalan telah banyak dibahas dalam berbagai penelitian. Salah satunya adalah permasalahan penjadwalan matakuliah atau *university timetable problem* (UTP) (Dewi, 2010; Hiryanto & Thio, 2011; Lumbantoruan, 2014; Puspaningrum, Djunaidy, & Vinarti, 2013; Sabar, et al, 2012). Jat & Yang (2008) menyebutkan UTP sebagai persoalan alokasi yang bersifat multidimensi, di mana mahasiswa dan dosen dialokasikan dalam mata kuliah, kelas-kelas mata kuliah dan preferensi waktu (baik dosen maupun mahasiswa) dialokasikan dalam ruang (*classrooms*) dan slot waktu (*timeslots*). UTP merupakan jenis permasalahan alokasi waktu yang diselesaikan dengan mengevaluasi batasan-batasan yang diberikan.

Penyusunan jadwal perkuliahan menjadi bagian penting dari kegiatan yang rutin dilakukan setiap semester pada sebuah perguruan tinggi. Penjadwalan perkuliahan merupakan suatu cara mengalokasikan mahasiswa yang mengambil mata kuliah, dosen yang mengampu mata kuliah, dan ruang yang digunakan untuk perkuliahan pada slot waktu yang tersedia. Kegiatan perkuliahan dilakukan dengan

mempertimbangkan jumlah dosen dan slot waktu yang tersedia.

Sering kali pada proses penyusunan jadwal perkuliahan terjadi konflik atau bentrok mata kuliah/dosen/ruang kuliah pada suatu slot waktu tertentu. Hal ini dapat disebabkan karena: (a) adanya kesamaan dosen pengajar pada mata kuliah yang berbeda, (b) adanya penggunaan ruangan yang sama untuk mata kuliah yang berbeda, (c) adanya keterbatasan jumlah ruang kuliah yang tersedia, (d) adanya kebutuhan ruangan tertentu (khusus) untuk beberapa mata kuliah, dan (e) adanya permintaan dosen yang bersangkutan untuk tidak mengajar pada slot waktu tertentu.

Demikian juga penyusunan jadwal perkuliahan yang dilakukan di program studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, masih menghadapi kendala terjadinya bentrok dan belum terpenuhinya permintaan dosen untuk tidak dijadwalkan pada slot waktu tertentu. Penyusunan jadwal yang dilakukan dengan menempatkan mata kuliah tertentu pada suatu ruang dan slot waktu tertentu, selanjutnya untuk mata kuliah yang lain dengan mencari slot-slot waktu yang masih kosong. Penjadwalan yang dilakukan dengan cara coba-coba seperti ini tentunya akan menyulitkan dan membutuhkan waktu yang lama karena harus melakukan perbaikan berulang kali.



Salah satu cara untuk mengoptimalkan penjadwalan adalah dengan menerapkan berbagai metode-metode penjadwalan yang telah dikembangkan sebelumnya. Beberapa metode penjadwalan yang banyak digunakan untuk persoalan University Timetable Problem (UTP) antara lain.

penggunaan metode berbasis populasi (Sabar, et al, 2012; Saragih et al, 2012), metode heuristik (Buliali et al, 2008; Kohshori & Abadeh, 2012; Setemen, 2010; Siswono & Palgunadi, 2014; Puspaningrum et al, 2013; Yudhihartanti et al, 2011; Jat & Yang, 2008; Mushi, 2012), metode pewarnaan graf (Bozyer et al, 2011; Sabar et al, 2009; Malkawi et al, 2008; Astuti, 2011; Lumbantoruan, 2014; Hiryanto & Thio, 2011; Tasari, 2012; Dewi, 2010; Susiloputro et al, 2012; Setiawati et al, 2015; Dandashi & Al-Mouhamed, 2010).

Pewarnaan graf menempatkan kejadian setiap kejadian secara sekuensial ke dalam periode waktu yang valid sedemikian sehingga tidak ada konflik antar kejadian. Teknik ini menggunakan representasi graf, dimana kejadian direpresentasikan sebagai verteks dan konflik direpresentasikan sebagai jalur/simpul (Burke & Sanja, 2002). Dan Hasil telaah literatur menunjukkan algoritma yang sering digunakan dalam pewarnaan graf adalah *Welch-Powell algorithm* (Astuti, 2011; Hiryanto & Thio, 2011; Susiloputro et al, 2012; Qu et al, 2009).

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana mengoptimalkan sistem penjadwalan kuliah di prodi Pendidikan

Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah dengan menggunakan algoritma welch powell pada pewarnaan graf. Pengembangan sistem penjadwalan mata kuliah dapat menghindari adanya bentrok dan terpenuhinya permintaan dosen untuk tidak dijadwalkan pada slot waktu tertentu menjadi tujuan dari penelitian ini.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2019/2020 yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2019 sampai Desember 2019. Sedangkan tempat penelitian ini dilaksanakan di Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah Medan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kelas di setiap semester pada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah Medan Tahun Ajaran 2019/2020. Adapun sampel pada penelitian ini merupakan sebagian anggota populasi penelitian yang terdiri atas beberapa kelas. Penelitian ini mengambil 1 (satu) kelas dari setiap semester yang sedang berjalan. Selanjutnya dilakukan pengacakan untuk menetapkan kelas mana yang akan dijadikan sampel dari setiap semester. Kelas-kelas inilah yang dijadikan sampel pada penelitian ini. Dari hasil pengacakan tersebut terpilih 4 kelas yang mewakili setiap semester, yaitu untuk semester I terpilih kelas A, untuk semester III terpilih kelas A, untuk semester V terpilih kelas H dan untuk semester VII terpilih kelas D.



Kelas-kelas sampel inilah yang dianalisis untuk memperoleh penjadwalan kuliah di semester depan (semester genap) sesuai dengan hari dan waktu kesediaan dosen untuk mengajar.

Penelitian ini adalah studi kasus. Studi kasus adalah salah satu metode penelitian yang menggunakan cara-cara yang sistematis dalam melakukan pengamatan, pengumpulan data, analisis informasi, dan pelaporan hasilnya. Sebagai hasilnya, akan diperoleh pemahaman yang mendalam tentang mengapa sesuatu terjadi dan dapat menjadi dasar bagi riset selanjutnya.

Seperti halnya pada tujuan penelitian lain pada umumnya, pada dasarnya peneliti yang menggunakan metode penelitian studi kasus bertujuan untuk memahami objek yang ditelitinya. Meskipun demikian, berbeda dengan penelitian yang lain, penelitian studi kasus bertujuan secara khusus menjelaskan dan memahami objek yang ditelitinya secara khusus sebagai suatu 'kasus'. Berkaitan dengan hal tersebut, Yin (2009) menyatakan bahwa tujuan penggunaan penelitian studi kasus adalah tidak sekadar untuk menjelaskan seperti apa objek yang diteliti, tetapi untuk menjelaskan bagaimana keberadaan dan mengapa kasus tersebut dapat terjadi. Dengan kata lain, penelitian studi kasus bukan sekadar menjawab pertanyaan penelitian tentang 'apa' (*what*) objek yang diteliti, tetapi lebih menyeluruh dan komprehensif lagi adalah tentang 'bagaimana' (*how*) dan 'mengapa' (*why*) objek tersebut terjadi dan terbentuk sebagai dan dapat dipandang sebagai suatu kasus. Sementara itu, strategi atau metode penelitian lain cenderung menjawab pertanyaan siapa

(*who*), apa (*what*), dimana (*where*), berapa (*how many*) dan seberapa besar (*how much*).

Tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah (1) pendalaman studi pustaka; (2) identifikasi kebutuhan sistem; (3) analisis dan pemodelan sistem penjadwalan; (4) disain sistem penjadwalan; dan (5) penjadwalan sistem. Berdasarkan studi pustaka dan hasil identifikasi kebutuhan sistem, dipilih metode pewarnaan graf menggunakan algoritma Welch-Powell. Tahapan dalam penjadwalan dimulai dari mengidentifikasi hubungan antar verteks dalam hal ini mata kuliah, berdasarkan kesamaan dosen pengampu mata kuliah tersebut. Hubungan yang terbentuk menjadi dasar dalam penghitungan derajat mata kuliah yang digunakan dalam pewarnaan graf. Berikutnya hasil pewarnaan menjadi dasar dalam pengalokasian waktu pada jadwal.

Graf adalah struktur diskrit yang terdiri dari simpul (*vertex*) dan sisi (*edge*), atau dengan kata lain, graf adalah pasangan himpunan (V, E) dengan V adalah himpunan tidak kosong dari *vertex* dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul dalam graf tersebut. Dalam teori graf dikenal istilah pewarnaan graf (*graph coloring*), yaitu sebuah metode untuk memberi label pada sebuah graf. Label tersebut bisa diberi pada simpul, sisi maupun wilayah (*region*). Pewarnaan simpul dari sebuah graf adalah memberi warna pada simpul-simpul suatu graf sedemikian sehingga tidak ada dua simpul yang berhubungan (bertetangga) yang memiliki warna yang sama. Kita dapat memberikan sembarang warna pada simpul-simpul asalkan



berbeda dengan simpul-simpul tetangganya.

Pada penelitian ini membahas pewarnaan simpul pada proses pewarnaan elemen graf dengan menggunakan algoritma Welch-Powell. Algoritma Welch-Powell merupakan salah satu algoritma pewarnaan graf yang melakukan pewarnaan berdasarkan derajat tertinggi dari simpul-simpulnya, disebut *Largest Degree Ordering* (LDO). Algoritma Welch-Powell dapat digunakan untuk mewarnai sebuah graf G secara efisien dan praktis, walaupun tidak selalu memberikan jumlah warna minimum yang diperlukan untuk mewarnai graf G . Adapun tahapan pewarnaan dengan algoritma Welch-Powell adalah sebagai berikut:

1. Urutkan simpul-simpul dari G dalam derajat yang menurun.
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.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini secara rinci adalah untuk mengoptimalkan sistem penjadwalan kuliah di prodi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pengetahuan Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah dengan

menggunakan algoritma Welch-Powell pada pewarnaan graf.

Data yang digunakan merupakan data semester genap tahun ajaran 2019/2020. Data ini berupa nama dosen, mata kuliah beserta hari dan jam kesediaan mengajar dari para dosen. Semua data direpresentasikan ke dalam tabel yang berisikan angka 1 dan 0. Angka 1 menunjukkan bahwa dosen tersebut bersedia mengajar di hari dan jam yang sudah tertera, dan sebaliknya, angka 0 menunjukkan dosen tersebut tidak bersedia mengajar di hari dan jam yang sudah tertera.

Variasi mata kuliah dan dosen yang mengajar dari representasi tabel dalam *vertex* yang dimodelkan secara matematis dalam bentuk graf. Mata kuliah dan dosen dalam graf disimbolkan berupa simpul, sedangkan rusuk yang menghubungkan dua buah simpul menunjukkan dosen yang memilih waktu yang sama dengan dosen lain.

Dari hasil pewarnaan untuk jadwal kuliah semester II, dapat disimpulkan bahwa dari 9 *vertex* yang ada, menghasilkan 4 warna, dalam teori graf jumlah warna yang diperoleh ini disebut dengan bilangan kromatik. Dimana dari 9 guru yang telah memberikan daftar hari dan jam kesediaan mengajar dan dari hasil pewarnaan graf, maka jadwal kuliah dapat dipetakan ke 4 susunan. *Vertex-vertex* yang bertetangga menunjukkan waktu dimana kedua dosen tersebut tidak dapat dipetakan dalam hari dan jam yang sama dalam satu kelas.

Dari hasil pewarnaan untuk jadwal kuliah semester IV, dapat disimpulkan bahwa dari 9 *vertex* yang ada, menghasilkan 4 warna, dalam teori graf



jumlah warna yang diperoleh ini disebut dengan bilangan kromatik. Dimana dari 9 guru yang telah memberikan daftar hari dan jam kesediaan mengajar dan dari hasil pewarnaan graf, maka jadwal kuliah dapat dipetakan ke 4 susunan. *Vertex-vertex* yang bertetangga menunjukkan waktu dimana kedua dosen tersebut tidak dapat dipetakan dalam hari dan jam yang sama dalam satu kelas.

Dari hasil pewarnaan untuk jadwal kuliah semester VI, dapat disimpulkan bahwa dari 7 *vertex* yang ada, menghasilkan 3 warna, dalam teori graf jumlah warna yang diperoleh ini disebut dengan bilangan kromatik. Dimana dari 7 guru yang telah memberikan daftar hari dan jam kesediaan mengajar dan dari hasil pewarnaan graf, maka jadwal kuliah dapat dipetakan ke 3 susunan. *Vertex-vertex* yang bertetangga menunjukkan waktu dimana kedua dosen tersebut tidak dapat dipetakan dalam hari dan jam yang sama dalam satu kelas.

Dari hasil pewarnaan untuk jadwal kuliah semester VIII, dapat disimpulkan bahwa dari 3 *vertex* yang ada, menghasilkan 2 warna, dalam teori graf jumlah warna yang diperoleh ini disebut dengan bilangan kromatik. Dimana dari 3 guru yang telah memberikan daftar hari dan jam kesediaan mengajar dan dari hasil pewarnaan graf, maka jadwal kuliah dapat dipetakan ke 2 susunan. *Vertex-vertex* yang bertetangga menunjukkan waktu dimana kedua dosen tersebut tidak dapat dipetakan dalam hari dan jam yang sama dalam satu kelas.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Untuk penjadwalan kuliah semester II, menghasilkan 4 susunan jadwal yang berbeda.
2. Untuk penjadwalan kuliah semester IV, menghasilkan 4 susunan jadwal yang berbeda.
3. Untuk penjadwalan kuliah semester VI, menghasilkan 3 susunan jadwal yang berbeda.
4. Untuk penjadwalan kuliah semester VIII, menghasilkan 2 susunan jadwal yang berbeda.

5. PUSTAKA

- Astuti, S., 2011, "Penyusunan Jadwal Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell", Jurnal Dian, Vol. 11 No1, hlm. 68-74.
- Dewi, F. K., 2010, "Pembangunan Perangkat Lunak Pembangkit Jadwal Kuliah dan Ujian Dengan Metode Pewarnaan Graf", Buana Informatika, Vol 1 No1, hlm. 57-68.
- Hiryanto, L., & Thio, J. S., 2011, "Pengembangan Metode Graph Coloring Untuk University Course Timetable Problem Pada Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara", Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi, Vol 4 No 2, hlm. 82-91.
- Lumbantoran, I., 2014, "Perancangan Aplikasi Penjadwalan Bimbingan Belajar Dina Education Center Menggunakan Metode Welch Powell. Pelita Informatika Budi



- Darma”, Vol 7 No 2, hlm. 141-146. Diambil kembali dari <http://www.pelita-informatika.com/berkas/jurnal/24.%20imelda.pdf>.
- Malkawi, M., Hassan, M. A.-H., & Hassan, O. A.-H., 2008, “A New Exam Scheduling Algorithm Using Graph Coloring”, The International Arab Journal of Information Technology, Vol 5 No 1, hlm. 80-87.
- Mushi, A. R., 2012, “Implementation Of A Tabu Search Heuristic For The Examinations Timetabling Problem”, Tanzania Journal Of Science.
- Puspaningrum, W. A., Djunaidy, A., & Vinarti, R. A., 2013, “Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetik di Jurusan Sistem Informasi ITS”, Jurnal Teknik POMITS, Vol 2 No 1, hlm. 127- 131.
- Saragih, H., Hoendarto, G., Reza, B., & Setiyadi, D., 2012, “ Aplikasi Sistem Perangkat Lunak Menggunakan Algoritma Ant Untuk Mengatur Pendjadwalan Kuliah”, Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Vol 1 No 3, hlm. 241-256.
- Setemen, K., 2010, “Implementasi Algoritma Genetika Dalam Pengembangan Sistem Aplikasi Penjadwalan Kuliah”, Jurnal IKA, Vol 8 No 1, hlm. 56-68.
- Setiawati, F., Noviani, E., & Prihandono, B., 2015, “Pewarnaan Sisi Graf Bipartit Untuk Penjadwalan Kuliah”, Bimaster, Vol 4 No 1, hlm. 69-76.
- Siswono, T., & Palgunadi, S., 2014, “Analisa Kombinasi Algoritma Genetika Dengan Algoritma Palgunadi Untuk Penjadwalan Mata Kuliah Di Universitas Sebelas Maret”, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, hlm. 50-55.
- Susiloputro, A., Rochmad, & Alamsyah., 2012, “Penerapan Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Welsh Powell”, UNNES Journal Of Mathematics, Vol 1 No 1, hlm. 1-7.
- Tasari, 2012, “Aplikasi Pewarnaan Graf Pada Penjadwalan Perkuliahan Di Program Studi Pendidikan Matematika Unwidha Klaten”, Magistra, No 82 Th 24 Desember 2012, hlm.70-78.
- Yudhihartanti, Y., Syukur, A., & Wahono, R. S., 2011, “ Analisis Komparasi Metode Mamdani dan Sugeno dalam Penjadwalan Mata Kuliah”, Jurnal Teknologi Informasi, Vol 7 No 2, hlm 109-111

Diselenggarakan di Universitas Muslim Nusantara (UMN) Al Washliyah, Medan 01 Oktober 2020
Kerjasama Antara Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia (UPMI) dan Sekolah Tinggi Olahraga dan Kesehatan
(STOK) Bina Guna

