

Algoritma Penjadwalan Perkuliahan dengan Kasus *Team Teaching* dengan Metode *Vertex Coloring Graph*

Nelly Oktavia Adiwijaya^a, Slamin^b

^a Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember, nelly.oa@unej.ac.id

^b Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember, slamin@unej.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan mengenai penjadwalan matakuliah di universitas (UCTP) memerlukan cara yang efektif dan efisien untuk menyelesaikannya agar didapat hasil yang optimal sesuai dengan kebutuhan. Penelitian ini akan menyelesaikan permasalahan penjadwalan yang cukup kompleks yaitu tentang penjadwalan pelaksanaan perkuliahan dengan kasus setiap matakuliah diampu oleh *team teaching* (2 orang atau lebih). Permasalahan yang terjadi adalah sering adanya benturan jadwal dikarenakan salah satu pengajar dari setiap matakuliah mengampu dua atau lebih mata kuliah yang berbeda dalam satu waktu yang sama. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah teknik pewarnaan titik pada graf. Metode ini dapat menghasilkan jumlah warna seminimal mungkin. Hasil pewarnaan titik ini yang akan menjadi dasar pembagian waktu pada jadwal perkuliahan agar tidak terjadi benturan pada setiap pengajar. Hasil dari penelitian ini berupa algoritma yang bersifat lebih umum untuk digunakan baik untuk kasus *team teaching* sekaligus pengampu tunggal serta algoritma yang dihasilkan siap diterjemahkan ke dalam program untuk dikembangkan menjadi sebuah aplikasi system penjadwalan.

Kata Kunci : *vertex coloring graph*, *team teaching*, penjadwalan matakuliah universitas, algoritma

Pendahuluan

Permasalahan penjadwalan telah banyak dibahas dalam penelitian. Beberapa diantaranya adalah penjadwalan dalam produksi yang dapat menentukan jadwal produksi dengan tepat (Santoso, Guntara, & Sandjaja, 2012), juga penjadwalan pesanan yang terintegrasi dengan proses manajemen pemesanan perusahaan yang dapat memperkirakan kapan pesanan dapat

diselesaikan dengan karakteristik proses produksi beragam (Azmi & dkk, 2012).

Permasalahan penjadwalan matakuliah di Universitas (University Course Timetabling Problem) juga menjadi topik yang seolah tiada habisnya dibahas hal ini disebabkan perbedaan struktur keseluruhan jadwal yang dibutuhkan masing-masing kasus berbeda. Berbagai metode dicoba diterapkan guna mendapatkan hasil yang optimal dan sesuai dengan syarat

atau *constraint* yang ada. Syarat utama dalam permasalahan UCTP adalah menghindari terjadinya bentrokan jadwal, yang biasanya dijadikan sebagai *hard constraint*. Salah satunya adalah penggunaan metode algoritma genetika yang dalam optimasi penjadwalannya melalui beberapa tahap yaitu seleksi, *crossover*, dan mutasi (Yunantara, Astawa, & Sanjaya, 2012). Teknik hibridisasi dalam bee colony algorithm (ABC) baru-baru ini juga telah dicoba diterapkan pada permasalahan UCTP untuk menyempurnakan kelemahan yang banyak terjadi dalam proses pencariannya (Fong, Asmuni, McCollum, & McMullan, 2014).

Salah satu metode yang dinilai terbukti mampu menghasilkan solusi jadwal cepat adalah penerapan metode *Vertex Graph Coloring*. Metode ini juga banyak dilakukan, dengan menggabungkan bersama metode lain untuk melanjutkan hasil proses pewarnaannya karena dianggap metode ini masih mempunyai kecenderungan terjadi pelanggaran terhadap *soft constraint* seperti hasil jadwal yang melebihi kuota ruang yang tersedia. Contoh kombinasi metode pada beberapa penelitian yang menggunakan teknik pewarnaan titik pada graf adalah Implementasi Vertex graph coloring,

particle swarm optimization dan constraint based reasoning, menggunakan recursive largest first algorithm” (Thio & Hiryanto, 2013) dan penggabungan dengan metode Simulated Annealing pada proses lanjutannya (Mariana & Hiryanto, 2013). Namun pada penelitian tersebut tingkat derajat pada graf yang digunakan telah ditentukan sebagai masukan. Padahal disitulah letak kegunaan dari penerapan suatu algoritma yang dapat membantu pekerjaan manual menjadi otomatis. Sehingga data yang menjadi masukan benar-benar berupa data mentah misalnya matakuliah dan dosen pengampu saja. Selanjutnya Algoritma *Vertex Graph Coloring* yang akan bekerja sepenuhnya dalam program yang dibuat berdasar algoritma tersebut.

Pada penelitian ini juga mengangkat permasalahan UCTP dengan menerapkan metode *vertex Graph Coloring*. *Constraint* tambahan dalam penelitian ini adalah dosen pengampu matakuliah tidak tunggal melainkan setiap matakuliah diampu oleh beberapa dosen (*team teaching*). Hal ini menambah tingkat kompleksitas proses pewarnaan yang akan dilakukan. Jika biasanya permasalahan UCTP dosen tunggal melekat di setiap

matakuliah, maka dalam permasalahan kali ini tidak hanya satu dosen saja yang dipertimbangkan di setiap matakuliah, melainkan beberapa dosen lain yang menjadi anggota *team teaching* juga harus menjadi *Hard constraint*.

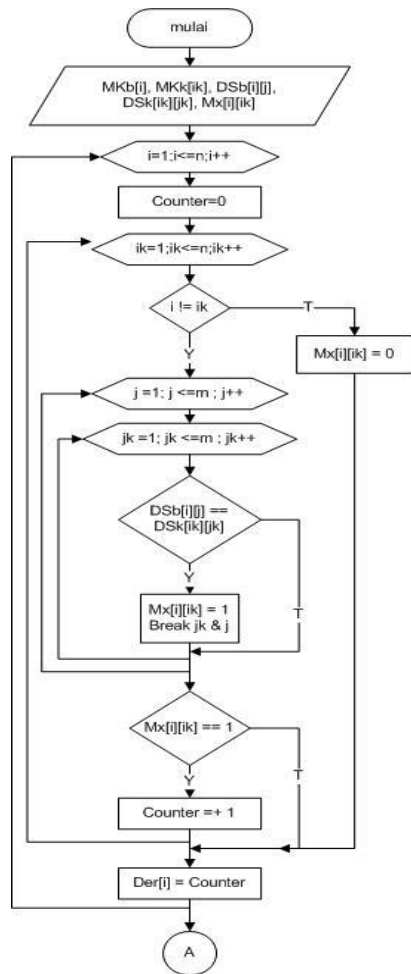
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan solusi penjadwalan matakuliah universitas dengan constraint team teaching menggunakan metode *vertex graph coloring* yang dapat mengatasi masalah benturan jadwal pada dosen pengampu. Yaitu dengan menempatkan warna yang sama pada ruang yang berbeda dengan waktu yang sama atau sebaliknya pada ruang yang sama dengan waktu yang berbeda. Untuk warna yang berbeda harus menempati ruang dan waktu yang berbeda.

Hasil dan Pembahasan

Sebuah graf linier (graf sederhana) $G = (V,E)$ terdiri dari satu set objek $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots\}$ disebut sebagai simpul di G , dan satu set $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots\}$ disebut sebagai sisi di G sedemikian hingga setiap sisi dapat diidentifikasi dengan pasangan terurut simpul (v_i, v_j) . Pewarnaan graf sederhana, simetris dan terhubung secara tepat adalah masalah klasik dari teori graf. Sebuah warna k dari G

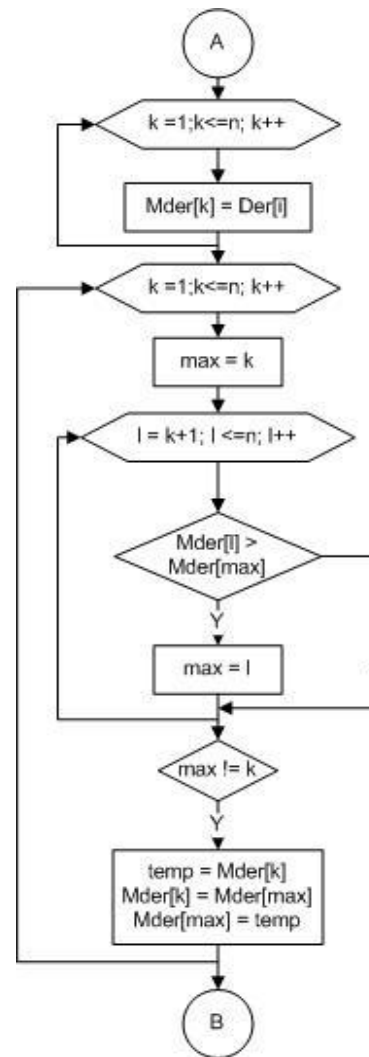
merupakan bagian dari V ke subset k $C_i, i=1..k$, sehingga tidak ada simpul yang berdekatan dimiliki subset yang sama. Masalah optimasi pewarnaan k adalah untuk menemukan warna k pada G dengan k sekecil mungkin. K terkecil ini sesuai dengan jumlah kromatik dari graf G . Sebuah pewarnaan k -simpul dari sembarang graf adalah sebuah penugasan dari k -warna $1,2,3,\dots,k$ ke simpul dari G (Pal, Ray, Zakaria, & Sarma, 2012).

Dalam permasalahan ini *Vertex Graph Coloring* menjadi penting karena kemampuan untuk mewarnai sebuah graf dengan jumlah warna seminimal mungkin memiliki pengaruh langsung pada seberapa efisien masalah sasaran dapat diselesaikan. Gambar 1- gambar 4 menyajikan algoritma penjadwalan yang dihasilkan dari analisis penelitian ini menggunakan metode *vertex graph coloring* dengan kasus *team teaching*.

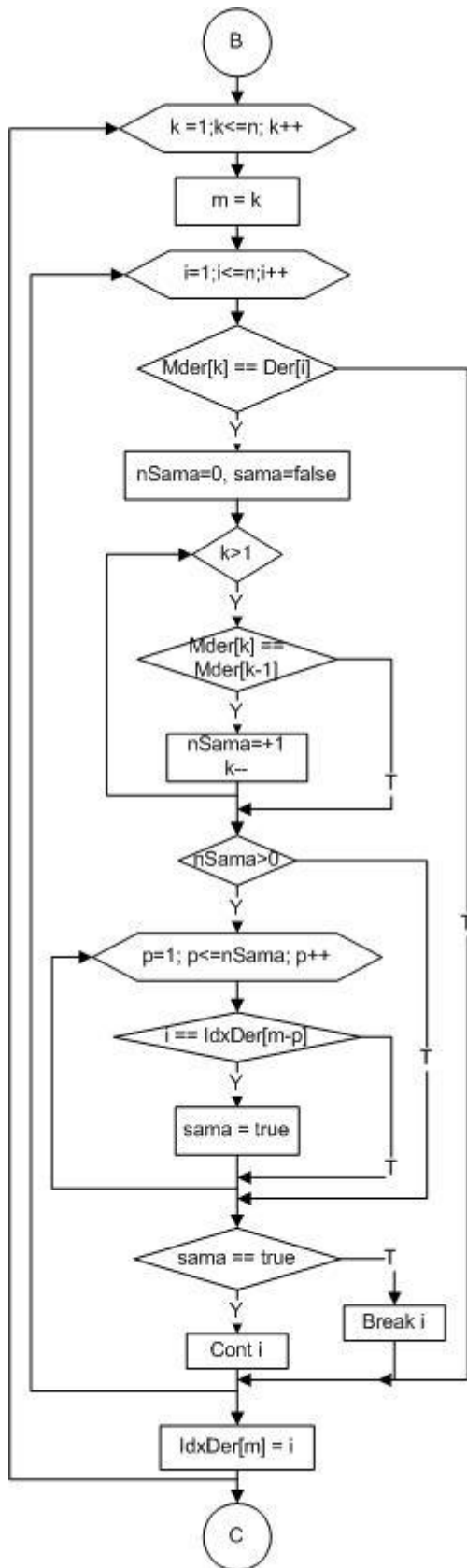


Gambar.1 Bagian penentuan tetangga

Gambar 1 merupakan alur untuk tahap pertama yaitu pembuatan matriks (Mx) hubungan antar matakuliah (MKb dan MKk) yang masing-masing mempunyai dosen pengampu *team teaching* (DSb dan DSk). Matriks akan diberi nilai 1 jika terdapat dosen yang sama, jika tidak diberi nilai 0. Dalam hal ini artinya terdapat sisi antar simpul matakuliah. Pada bagian ini pula sekaligus dihitung jumlah derajat (Der) pada masing-masing matakuliah.

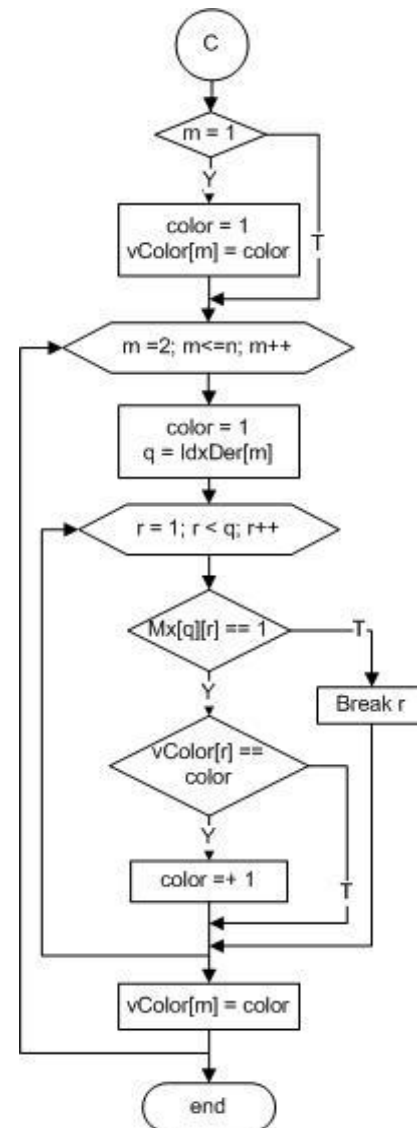


Gambar 2. Bagian pembuatan matriks derajat dan pengurutannya



Gambar 3. Bagian pembuatan matriks index

selanjutnya yaitu proses pengurutan matriks derajat (Mder) mulai dari nilai yang terbesar. Matriks derajat ini berikutnya akan digunakan sebagai acuan urutan pewarnaan pada bagian proses pewarnaan pada gambar 4. Untuk dapat mewarnai setiap simpul, derajat dari masing-masing simpul harus memiliki atribut (informasi) tentang indeks matakuliah yang bersesuaian.



Gambar 4. Bagian Pewarnaan

Pemberian informasi indeks matakuliah (IdxDer) yang bersesuaian dilakukan pada tahap berikutnya yaitu pada gambar 3. Disini bagian paling rumit dalam pengembangan algoritma ini yaitu saat pembuatan matriks yang berisi index matakuliah pada matriks derajat. Kesulitannya adalah ketika algoritma dibuat untuk menghadapi data derajat dengan nilai yang sama. Hal ini diperhitungkan karena dianggap akan sangat jarang terjadi nilai derajat berbeda semua nilainya.

Setelah didapatkan matriks derajat beserta informasi index matakuliah yang bersesuaian, berikutnya tahap pewarnaan dilakukan seperti pada gambar 4. Pada tahap ini simpul pertama otomatis diberi warna (color) pertama. Berikutnya pemberian warna ditentukan berdasarkan aturan *Vertex Graph Coloring* yaitu dari derajat yang terbesar dilihat status ketetanggaannya juga dilihat nomor warna yang digunakan, sehingga disini tampak beberapa kali pengecekan guna mendapatkan nomor warna seminimal mungkin sesuai teori Pewarnaan graf. Kemudian seluruh nomor warna itu akan disimpan dalam sebuah matriks pewarnaan (vColor) untuk setiap matakuliah.

Dari algoritma keseluruhan dapat dilihat bahwa algoritma ini hanya membutuhkan masukan berupa data mentah berupa daftar matakuliah dan daftar dosen. Data derajat simpul matakuliah tidak dimasukkan secara manual melainkan didapatkan dari proses dalam algoritma di atas. Jika diterapkan dalam program derajat simpul ini akan termasuk hal yang dikerjakan secara otomatis. Hal ini diasumsikan bahwa pembuat jadwal tidak harus memahami bagaimana mencari derajat simpul untuk melakukan pewarnaan. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan secara lebih general tidak hanya untuk kasus *team teaching* tapi juga sekaligus dapat mengatasi untuk kasus dosen tunggal. Hasil dari penelitian ini juga dapat dilanjutkan kemudian untuk menentukan jumlah ruang minimal yang dibutuhkan jika asumsi waktu yang tersedia adalah 6 slot setiap hari dalam 5 hari kerja.

Kesimpulan

Permasalahan penjadwalan matakuliah di universitas (UCTP) dapat diselesaikan dengan penerapan metode *vertex graph coloring*. Pada penelitian ini diberikan kasus tambahan yaitu dosen pengampu matakuliah tidak

tunggal melainkan *team teaching*. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan secara lebih luas tidak hanya khusus untuk kasus *team teaching* melainkan dapat sekaligus untuk menyelesaikan kasus dosen tunggal.

Penelitian yang akan dilakukan berikutnya adalah pencarian ruang dan waktu yang tepat serta peserta matakuliah dengan diberikan soft constraint berupa intensitas persebaran jadwal mengajar masing-masing dosen merata tidak menumpuk di satu hari tertentu. Berikutnya pembangunan perangkat lunak yang menerapkan hasil dari penelitian ini.

Pustaka

- Azmi, N., & dkk. (2012). Penjadwalan Pesanan Menggunakan Algoritma Genetika untuk Tipe Produksi Hybrid and Flexible Flowshop pada Industri Kemasan Karton. *Jurnal Teknik Industri*, 176-188.
- Fong, C. W., Asmuni, H., McCollum, B., & McMullan, P. (2014). A New Hybrid Imperialist Swarm-Based Optimization Algorithm for University Timetabling Problems. *Information Sciences* 283, 1-21.
- Mariana, & Hiryanto, L. (2013). Program Aplikasi Penjadwalan Kelas Matakuliah Dengan Metode Vertex Graph Coloring dan Simulated Annealing. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, vol 1, No. 1, 125-132.
- Pal, A. J., Ray, B., Zakaria, N., & Sarma, S. S. (2012). Comparative Performance of Modified Simulated Annealing with Simple Simulated Annealing for Graph Coloring Problem. *International Conference on Computational Science* (pp. 321327). Procedia Computer Science 9 Elsevier Ltd.
- Santoso, L. W., Guntara, J., & Sandjaja, I. N. (2012, September). Penjadwalan Produksi dengan Menggunakan Algoritma Simulated Annealing. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 9 No.1.
- Thio, J. S., & Hiryanto, L. (2013). Implementasi Vertex Graph Colouring, Particle Swarm Optimization, dan Constraint Based Reasoning untuk University Timetabling Problem

(Studi Kasus: FTI UNTAR).
*Jurnal Ilmu Komputer dan
Sistem Informasi, Vol. 1, No. 1,*
97-104.

Yunantara, M. D., Astawa, I. G., &
Sanjaya, N. A. (2012). Analisis

dan Implementasi Penjadwalan
dengan Menggunakan
Pengembangan Model
Crossover dalam Algoritma
Genetika. *Jurnal Elektronik dan
Ilmu Komputer Universitas
Udayanan, vol. 1, No. 2,* 14-23.