



# Graph coloring Sistem Pendaftaran dan Proses Penjadwalan Data Instruktur Berbasis *Web* dengan Algoritma *Welch-powell*

Muhamad Sopiyan <sup>1\*</sup>, Fauziah <sup>2</sup>, Aris Gunaryati <sup>3</sup>, Iskandar Fitri <sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional.

## article info

### Article history:

Received 28 May 2021

Received in revised form

20 August 2021

Accepted 3 October 2021

Available *online* January 2022

### DOI:

<https://doi.org/10.35870/jtik.v6i1.359>

### Keywords:

Scheduling; Optimal; Graph Coloring; Welch-Powell.

### Kata Kunci:

Penjadwalan; Optimal; Graph Coloring; Welch-Powell.

## abstract

Many things in this world are implementations of graph coloring, because the models are very useful for broad applications, such as registration and scheduling of web-based instructor data. The purpose of this study is to support the *virtual* training process by generating training schedules automatically. of the week. There are types of training programs with duration of 1 hour, 2 hours and 3 hours. Previously the instructor had to register in advance and determine how many hours of training sessions and the availability of an empty schedule. The application of graph coloring can help formulate instructor schedules so that they do not clash with other instructors' schedules. From the results of this study, each instructor who teaches in a week is selected by the system with the total number of time slots in a week is  $8 \times 6 = 48$  hours. If the total teaching hours of applicants reaches 60, 61 or 62 hours, the system will shut down automatically.

## abstrak

Banyak hal dalam dunia ini yang merupakan implementasi dari graph coloring, karena model-modelnya sangat bermanfaat untuk aplikasi yang luas, seperti pendaftaran dan proses penjadwalan data instruktur berbasis web ini, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menunjang proses pelatihan *virtual* dengan menghasilkan jadwal pelatihan secara otomatis dalam seminggu. Terdapat jenis program pelatihan yang berdurasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Sebelumnya instruktur harus mendaftarkan diri terlebih dahulu dan menentukan berapa jam sesi pelatihannya serta ketersediaan jadwal yang kosong. Penerapan graph coloring dapat membantu merumuskan jadwal instruktur agar tidak berbenturan dengan jadwal instruktur lainnya. Dari hasil penelitian ini yaitu Setiap instruktur yang mengajar dalam seminggu dipilih oleh sistem dengan jumlah slot waktu total dalam seminggu adalah  $8 \times 6 = 48$  jam. Jika jumlah total jam mengajar para pendaftar mencapai 60, 61 atau 62 jam maka sistem akan menutup secara otomatis.

\*Corresponding author. Email: [sofyanm625@gmail.com](mailto:sofyanm625@gmail.com)!

© E-ISSN: 2580-1643.

Copyright © 2022. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan RISET) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Latar Belakang

Warna sisi pada Gambar G adalah warna setiap sisi paragraf, sehingga kedua sisi yang dipisahkan oleh titik tidak akan memiliki warna yang sama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami rumus umum pewarnaan tepi pada graf terkait pada sistem registrasi penjadwalan data instruktur berbasis *web* dengan algoritma *Welch-Powell*. Terkait dengan pernyataan di atas, pewarnaan samping pada graf merupakan salah satu materi yang sedang berkembang dalam teori graf dan menarik perhatian saat ini. Dengan mempelajari dan menganalisis pewarnaan tepi pada grafik tertentu, rumus yang membantu proses aplikasi di dunia nyata akan diperoleh [1].

Pembahasan pewarnaan grafis tidak hanya berfokus pada beberapa grafis itu sendiri, tetapi juga dapat diterapkan pada kehidupan sehari-hari, yang dapat membantu kita dan mempermudah diantaranya adalah pada masalah penjadwalan. seperti halnya lembaga pelatihan *virtual* yang beroperasi setiap Senin hingga Sabtu, mulai pukul 08.00 sampai 16:00 [2]. setiap Instruktur yang siap mengajar sewaktu-waktu dengan cara mendaftarkan diri terlebih dahulu untuk mengoptimalkan sumber daya yang tersedia dalam satu minggu sebelum proses pelatihan dimulai, ada tidak jenis program pelatihan, masing-masing berdurasi 1 jam, 2 jam, dan 3 jam [3]. Mengingat banyaknya instruktur yang berminat untuk mengisi pelatihan *virtual*, maka instruktur harus mendaftarkan diri terlebih dahulu, ketika mendaftarkan diri instruktur harus mengisi tabel untuk menentukan berapa jam sesi pelatihannya, dan ketersediaan jadwal kosong mereka mengajar dalam seminggu untuk dipilih oleh system karena jumlah slot waktu total dalam seminggu adalah  $8 \times 6 = 48$  jam. Dan pendaftaran akan ditutup setelah jumlah total jam mengajar para pendaftar mencapai 60, 61 atau 62 jam. Dengan demikian, solusi atau bentuk yang benar diperlukan agar program yang terjadi secara efisien, sesuai dengan aspek kewajaran, dan tidak membutuhkan waktu pengerjaan yang lama. System pelatihan *virtual* ini menerapkan atribut-atribut yang terdapat pada *graph coloring* [4]. Penggunaan pewarnaan grafik diawali dengan konversi data tentang jam pelatihan dan rangkaian tanggal dalam bentuk grafik dua dimensi [5]. Warna grafik adalah salah satu subtopik dari teori grafis. Pewarnaan grafis

merupakan salah satu bentuk tanda grafik, dimana mark mengacu pada pemberian warna pada elemen grafik. Pewarnaan grafis ada tiga jenis, yaitu pewarnaan simpul, tepi, dan bidang [6].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelesaikan permasalahan penyusunan pendaftaran jadwal instruktur dengan menggunakan model matematika algoritma *parallel random-access machine* yaitu *graph coloring*. Sehingga memudahkan dalam menyusun jadwal pendaftaran data instruktur tersebut agar tidak terjadi tabrakan jadwal instruktur seperti waktu dan hari.

*Graph coloring* / Pewarnaan graf merupakan salah satu tema matematika diskrit yang sudah dikenal luas sejak lama dan digunakan secara luas di berbagai bidang [7]. Umumnya, grafik adalah sekumpulan pasangan  $(k, m)$ , di mana  $k$  mewakili  $x$  simpul atau simpul yang tidak kosong), dan  $m$  adalah himpunan tepi (tepi atau busur) yang menghubungkan sepasang simpul dalam tabel.

$$K = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_n\} \dots\dots\dots(1)$$

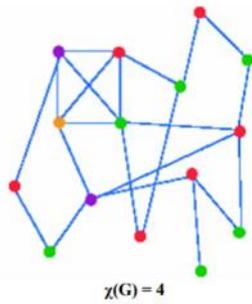
$$M = \{m_1, m_2, m_3, \dots, m_n\} \dots\dots\dots(2)$$

Atau

$$M = \{(k_1, k_2), (k_2, k_3), (k_3, k_4), \dots, (k_{n-1}, k_n)\} \dots\dots\dots(3)$$

[8].

Dimana  $M = (k_i, k_j)$  mewakili tepi interkoneksi antara *node*  $k_i$  dan  $k_j$ . Grafik memiliki banyak kegunaan. Secara umum, penggunaan grafik dapat memfasilitasi pemodelan masalah, yaitu, mewakili objek-objek ini. Ada tiga jenis pewarnaan grafis, yaitu *node* mewarnai, pewarnaan tepi dan pewarnaan wajah [9]. Teknologi yang dibahas dalam penelitian ini adalah pewarnaan simpul yang menggunakan algoritma *Welch Powell* untuk menentukan derajat penerapan konsep grafik mewarnai dalam penyusunan penjadwalan [10]. Masalah utama dengan pewarnaan grafik adalah bagaimana mewarnai semua simpul dalam grafik sehingga *node* yang berdekatan terhubung oleh setidaknya satu sisi tidak memiliki warna yang sama. Misalnya grafik berikut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pewarnaan *Node* Grafik dengan  $\chi(G) = 4$

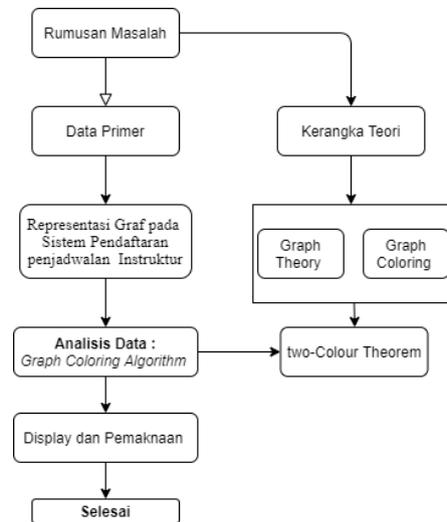
Pada gambar 1 menunjukkan ada 4 instruktur yang menunjukkan nilai graph dengan warna yang berbeda, setiap *node* mewakili nama instruktur kemudian di konversi menjadi graph dari *node*/simpul tersebut menjadi sebuah *graph coloring* yang telah melakukan proses relasi/hubungan antara pewarnaan dengan hari yang telah ditentukan [11].

Algoritma *Welch-powell* hanya berlaku untuk grafik orde kecil. Dengan demikian, algoritma *Welch-powell* hanya dapat menentukan batas warna atas. Cara penggunaannya sebagai berikut:

- 1) Tandai titik dengan derajat. Tandai titik-titik  $K_1, K_2, \dots, K_n$  sehingga derajat  $(K_1) > \text{derajat}(K_2) > \dots > \text{derajat}(K_n)$ .
- 2) Warnai titik akromatik pertama antara titik akromatik lainnya adalah berhampiran titik. Gunakan warna yang tidak digunakan untuk titik tidak berwarna pertama dalam daftar titik. Lakukan ini untuk semua dari daftar titik bergantian, berikan warna baru pada setiap titik yang tidak bersebelahan dengan titik warna yang lain untuk warna itu.
- 3) Jika ada titik yang tidak diwarnai, harap kembali ke langkah 2.
- 4) Pewarnaan graph telah selesai [12].

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini mengadopsi metode penelitian literatur jurnal dan studi kasus pada proses penjadwalan instruktur dengan menggunakan teknik pewarnaan grafis, caranya adalah memperhatikan daftar nama instruktur dan daftar harinya. Secara umum, ketersediaan waktu instruktur yang tepat untuk semua pelatihan *virtual* yang ada [13]. metodologi penelitian dapat dijelaskan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Pada gambar 2 dapat dijelaskan diagram alur Pengumpulan dan pemilihan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pendaftaran penjadwalan instruktur di lembaga pelatihan *virtual* yaitu nama instruktur, jumlah jam pelatihan, hari dan tanggal daftar masing-masing instruktur yang bersedia mengajar. Angka 1, menunjukkan instruktur bersedia mengajar pada tanggal dan waktu yang ditentukan, dan a angka 0 menunjukkan bahwa instruktur tidak bersedia mengajar pada tanggal dan waktu yang didaftarkan [14].

Langkah-langkah studi yang terdiri dari:

- 1) Pengumpulan data
- 2) Implementasi model, dan
- 3) Evaluasi dan validasi hasil.

### Algoritma *Graph coloring*

Langkah-langkah:

- 1) Gambar simpul-simpul, dari gambar grafik harus mewakili nama instruktur
- 2) Menjelaskan *edge* dari setiap pasang *node* yang menggunakan *resource* yang sama, yang berarti dua instruktur tidak dapat tampil di hari yang sama.
- 3) Mewarnai grafik, langkah terakhir yang perlu kita buat ialah mewarna simpulan pada graf dengan warna terkecil, jadi tidak ada simpulan berdekatan yang mempunyai warna yang sama [15].

### Implementasi Model

Perubahan jumlah hari dan jumlah instruktur yang mengajar diwakili oleh simpul, Secara matematis dimodelkan dalam bentuk grafik. Hari dan instruktur di representasikan dalam bentuk simpul, yang menjadi kendala yang harus dipenuhi. Selain itu *constraint* yang

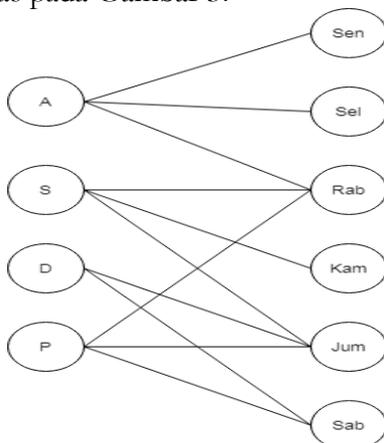
dimaksud merupakan sejumlah instruktur yang sudah mengisi jadwal kesediaan mengajar dan mengampu di setiap hari yang sudah di tentukan oleh sistem, dimana warna yang sama dapat dipetakan di kelas yang sama.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari data dan penerapan *graph coloring* pada sistem pendaftaran penjadwalan data instruktur berbasis *web* dengan Algoritma *welch-powell* dapat dilakukan pengelompokan atau identifikasi sebagai berikut:

- 1) Setiap instruktur sedapat mungkin seluruh 48 jam jadwal terisi penuh sesuai dengan ketersediaan instruktur dan jumlah jam mengajar mereka yang telah di daftarkan.
- 2) Jumlah pengajar yang secara otomatis telah ditentukan oleh sistem harus melakukan kewajibannya untuk mengisi kelas yang telah ditentukan.
- 3) Jika ada beberapa pilihan yang memenuhi kedua kondisi diatas, maka akan di prioritaskan inatruktur yang mendaftar terlebih dahulu (*first-come-first-serve*).

Menggunakan sifat-sifat teknik pewarnaan grafis dapat digunakan sebagai pedoman untuk menyusun jadwal setiap instruktur. Berikut adalah proses pewarnaan graf dari studi kasus di atas dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pewarnaan *Graph coloring*

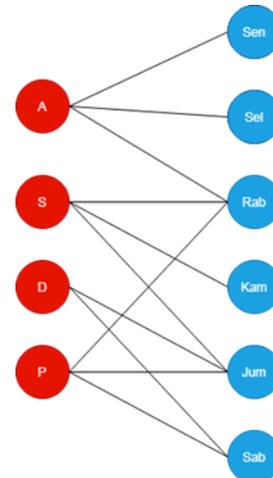
Pada gambar 3 merupakan proses pewarnaan *graph coloring*, dengan nilai nama-nama instruktur sebagai berikut:

- A = Rizki Akbar
- S = Mhamad Sopiyan
- D = La Dandy
- P = Putra Jaya

Sehingga mendapatkan data relasi Antara nama instruktur dengan jumlah hari dari setiap instruktur yang mendaftar sebagai berikut:

A = 3 (Merah)	D = 2 (Merah)
S = 3 (Merah)	Sab = 2 (Biru)
P = 3 (Merah)	Sen = 1 (Biru)
Rab = 3 (Biru)	Sel = 1 (Biru)
Jum = 3 (Biru)	Kam = 1 (Biru)

Dari Hasil impelementasi tersebut dapat diterapkan metode *graph coloring* dengan menggunakan algoritma *welch-powell* Sebagai berikut dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pewarnaan *Graph coloring*

Sehingga di Konversi Menjadi Graph sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Konversi Menjadi Graph

	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
Rizki Akbar	1	1	1	0	0	0
Muhamad Sopiyan	0	0	1	1	1	0
La Dandy	0	0	0	0	1	1
Putra Jaya	0	0	1	0	1	1

Pada tabel 1 merupakan konversi menjadi graph dari *node/simpul* menjadi sebuah *graph coloring* yang telah melakukan proses relasi/hubungan antara pewarnaan dengan hari yang telah ditentukan yaitu dengan nilai 1 menunjukkan waktu bersedia untuk mengajar/mengisi pelatihan dan nilai 0 menunjukkan

waktu tidak bersedia mengajar mengisi pelatihan. Setelah mendapatkan hasil perhitungan *graph coloring* menggunakan algoritma Welch-Powel pada sistem pendaftaran penjadwalan data instruktur, Kemudian pengujian akan diuji dari hasil inputan pada Aplikasi yang dibuat menggunakan *web* sehingga Pendaftaran penjadwalan tersebut akan di lakukan secara otomatis, dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 5.

Gambar 5. Tampilan input Pendaftaran Penjadwalan Instruktur

Pada gambar 5 menjelaskan penginputan nama instruktur, jumlah jam pelatihan yang masing-masing berdurasi 1 jam, 2 jam, dan 3 jam kemudian pilihan di setiap hari yang di tawarkan apakah bersedia atau tidak bersedia pada aplikasi berbasis *web* dan sistem akan melakukan secara otomatis ketika instruktur sudah selesai menginput data dan menekan tombol submit. Sehingga di dapatkan hasil implementasi algoritma *welch-powell* dalam penerapan *Graph coloring* yang merepresentasikan jadwal kesediaan pengajar Instruktur, total jam terisi, hari dan jumlah jam pelatihan. dapat juga dilihat pada Gambar 6.

Data Instruktur										
Total jam terisi : 9 Jam										
Id	Nama	Jam	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Daftar	Aksi
1	Rizki Akbar	3 Jam	Bersedia	Bersedia	Bersedia	Tidak	Tidak	Tidak	08-05-2021 22:36	Hapus
2	Muhamad Sopyan	3 Jam	Tidak	Tidak	Bersedia	Bersedia	Bersedia	Tidak	08-05-2021 22:24	Hapus
3	La Dandy	2 Jam	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Bersedia	Bersedia	08-05-2021 22:23	Hapus
4	Putra Jaya	1 Jam	Tidak	Tidak	Bersedia	Tidak	Bersedia	Bersedia	08-05-2021 22:22	Hapus

Gambar 6. Hasil Data yang Sudah Di Input menggunakan konsep *Graph coloring*

Gambar 6 menunjukkan hasil data menggunakan *graph coloring* dengan data instruktur yang telah diinputkan ke dalam sistem dengan ketersediaan jadwal kosong setiap instruktur yang mengajar dalam seminggu untuk dipilih oleh sistem karena jumlah slot waktu total dalam seminggu adalah  $8 \times 6 = 48$  jam. dan pendaftaran akan ditutup setelah jumlah total jam mengajar para pendaftar mencapai 60, 61 atau 62 jam. Dengan demikian hasil implementasi yang di dapatkan yaitu: Rizki Akbar dengan jumlah jam pelatihan = 3 bersedia di hari senin, selasa, rabu. Muhamad Sopyan dengan jumlah jam pelatihan = 3 bersedia di hari rabu, kamis, jumat. La Dandy dengan jumlah jam pelatihan = 2 bersedia di hari jumat, sabtu. Putra Jaya dengan jumlah jam pelatihan = 1 bersedia di hari rabu, juat, sabtu. Sehingga program akan terjadi secara efisien, sesuai dengan aspek kewajaran dan tidak terjadinya tumpang tindih dengan yang lainnya.

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan:

- 1) *Coloring graph* dapat di implementasikan untuk penjadwalan Setiap Instruktur yang mendaftar.
- 2) Konsep pewarnaan grafis dapat digunakan untuk pemodelan permasalahan di berbagai bidang, salah satunya adalah penjadwalan.
- 3) Penerapan diagram pewarnaan dapat membantu merumuskan jadwal instruktur agar tidak berbenturan/bentrok dengan jadwal instruktur lainnya.
- 4) Algoritma ini cukup praktis dan dapat digunakan untuk mewarnai simpul-simpul grafik.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Ghofur, A., 2008. *Pewarnaan titik pada graf yang berkaitan dengan Sikel* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [2] Astuti, S., 2011. Penyusunan Jadwal Ujian Mata Kuliah Dengan Algoritma Pewarnaan Graf Welch Powell. *Jurnal Dian*, 11(1).
- [3] Bendi, R. and Junaidi, H., 2019. Simulated Annealing Approach for University Timetable Problem. *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 21(3), pp.204-213.

- [4] Cauvery, N.K., 2011. Timetable scheduling using graph coloring. *International Journal of P2P Network Trends and Technology*, 1(2), pp.57-62.
- [5] Hiryanto, L. and Thio, J.S., 2011. Pengembangan Metode Graph Coloring untuk university Course Timetabling Problem pada Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, 4(2), pp.82-91.
- [6] Susiloputro, A., Rochmad, R. and Alamsyah, A., 2012. Penerapan Pewarnaan Graf pada Penjadwalan Ujian menggunakan Algoritma Welsh Powell. *UNNES Journal of Mathematics*, 1(1).
- [7] Yahya, N.I., 2013. Penerapan Konsep Graf dalam Penyusunan Jadwal Perkuliahan di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNG. *Skripsi*, 1(411409097).
- [8] Zachrisson htg, 2014. Graf (Matematika Diskrit), URL: <https://www.slideshare.net/zachrissonmiruko/graf-matematika-diskrit>. Diakses 3 Februari 2021 (12:11)
- [9] Dandashi, A. and Al-Mouhamed, M., 2010, May. Graph coloring for class scheduling. In *ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications-AICCSA 2010* (pp. 1-4). IEEE.
- [10] Rosely, E. and Mayadewi, P., 2016. Penerapan Algoritma Welch Powell Dengan Pewarnaan Graph Pada Penjadwalan Mata Pelajaran SMA. *SESINDO 2016, 2016*.
- [11] Budiman, H., 2007. Penerapan Graph Colouring untuk Merencanakan Jadwal. Tersedia: <http://www.informatika.org/rinaldi/Matdis/2007/2008/Makalah/MakalahIF2153-0708-025.pdf>.
- [12] A. S. S. Anasrul (12110698)., 2016. Implementasi algoritma *Welch Powell* dalam penerapan graph pada penjadwalan ujian 1, *Pelita Inform. Budi Darma*, vol. XV, pp. 7-12.
- [13] Irwan, S.E. and Muliawati, T., 2019. A graph theory approach to the dormitory room placement problem. *Journal of Science and Applicative Technology*, 2(1), pp.111-118.
- [14] Ramadhani, R.A., 2016. Implementasi graph coloring dalam pemetaan kecamatan di kabupaten kediri. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 7(2), pp.737-742.
- [15] R. Nur and I. Santosa., 2018. Penerapan Pewarnaan Graf dalam Pengaturan Penyimpanan Bahan Kimia, [Online]. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjgqqbO9JXcAhXET30KHXTED-sQFgg8MAI&url=http%3A%2F%2Finformatika.stei.itb.ac.id%2F~rinaldi.munir%2FMatdis%2F2017-2018%2FMakalah2017%2FMakalah-Matdis-2017-032.pdf&usq=A>. Diakses Tanggal 18 Maret 2021(23:11).