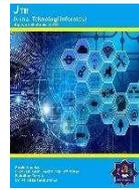


Terbit online pada laman: <http://jurnal.utu.ac.id/JTI>

Jurnal Teknologi Informasi

ISSN (Online): 2829-8934



Pemberian Warna Minimum pada Peta Wilayah Kota Medan Menggunakan Algoritma *Greedy*

Angginy Akhirunnisa¹, Citra², Dechy Deswita Indriani S³, Kana Saputra S⁴

^{1,2,3,4} Prodi Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan, Jalan Willem Iskandar, Medan, Indonesia

Email: ¹angginyans@mhs.unimed.ac.id, ²citracitra@mhs.unimed.ac.id, ³dechydeswitaindriani@mhs.unimed.ac.id,

⁴kanasaputras@unimed.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:
Diterima: 05 Juli 2023
Revisi: 06 Oktober 2023
Diterbitkan: 30 Oktober 2023

Kata Kunci:
Pewarnaan Wilayah
Teori graf
Algoritma Greedy
Simpul
Wilayah Medan

ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan Algoritma *Greedy* dalam pewarnaan graf pada peta wilayah Kota Medan berdasarkan tingkat kecamatan. Algoritma *Greedy* adalah metode heuristik yang akan membantu dalam mencari solusi optimal secara keseluruhan dengan membandingkan langkah per langkah. Setiap Kecamatan akan diwakilkan oleh simpul graf. Kemudian, dengan algoritma *greedy* akan dipilih warna yang belum digunakan oleh simpul tetangga pada setiap langkah. Proses pewarnaan tersebut terus diulang hingga seluruh simpul menerima warna. Penelitian ini menghasilkan sebuah luaran berupa pewarnaan peta wilayah kota Medan dengan 5 warna, yaitu Merah, Hijau, Biru, Ungu, dan Jingga. Pencarian minimum warna di wilayah Kota Medan menggunakan Algoritma *Greedy* dapat membantu dalam perancangan penggunaan lahan, alokasi sumber daya, dan penjadwalan kegiatan yang melibatkan wilayah-wilayah yang bertetangga.

Copyright © 2023 Jurnal Teknologi Informasi UTU
All rights reserved

1. Pendahuluan

Matematika adalah ibu dari berbagai ilmu pengetahuan yang ada, dimana salah satu cabang ilmu graf. Ilmu graf merupakan bagian dari cabang ilmu matematika sekaligus ilmu komputer yang mempelajari berbagai aspek graf, dimana teori graf pertama kali ditemukan ketika seorang matematikawan asal Swiss yaitu *Leonhard Euler* menemukan penyelesaian masalah jembatan *Konigsberg* [1]. Salah satu poin pada prinsip graf adalah pewarnaan graf, dimana pewarnaan graf sendiri merupakan pemberian tanda pada setiap bagian graf [2]. Pembagian dalam pewarnaan graf terdiri dari simpul, sisi, dan wilayah. Pewarnaan graf bertujuan untuk membantu menyelesaikan berbagai permasalahan, salah satunya adalah pewarnaan peta wilayah kota Medan [3].

Pencarian minimum warna di wilayah kota Medan menggunakan algoritma *greedy*, dimana algoritma ini digunakan untuk menentukan jumlah warna minimum dan membantu dalam pemberian warna pada simpul. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadi kesamaan warna pada simpul yang bertetangga [4]. Dimana algoritma *greedy* akan memilih langkah lokal terbaik dan memberi warna pada wilayah tersebut, kemudian algoritma *greedy* akan mencari langkah terbaik selanjutnya dan memberi wilayah tersebut warna berbeda. Langkah tersebut dilakukan secara terus menerus hingga seluruh wilayah menerima warna dan setiap wilayah yang bertetangga akan mendapat warna yang berbeda [4][5][6][7][8][9][10].

Penelitian pencarian warna minimum di wilayah kota Medan menggunakan algoritma *greedy*. dapat membantu dalam perancangan penggunaan lahan, alokasi sumber daya, dan penjadwalan kegiatan yang melibatkan wilayah-wilayah yang bertetangga. Hal ini dapat berkontribusi dalam menyelesaikan

permasalahan-permasalahan yang ada seperti sanitasi lingkungan dan permukiman kumuh di beberapa kecamatan pada Kota Medan, seperti contohnya adalah Kecamatan Medan Belawan.

2. Metodologi Penelitian

Gambar 1 merupakan metodologi yang dilakukan pada penelitian ini:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

2.1. Tahap Persiapan

Dalam tahap persiapan ini, dilakukan studi literatur terhadap jurnal-jurnal terdahulu sebagai referensi dalam penyelesaian masalah dalam penelitian.

2.2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini, pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi dan data dari sumber-sumber tertulis seperti buku, jurnal, laporan, atau dokumen lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Metode ini juga sering disebut sebagai studi pustaka atau tinjauan kepustakaan. Tahapan pengumpulan data dengan kajian literatur meliputi menentukan sumber data, melakukan pencarian data, menyeleksi data, membaca dan mengaisis data serta mengorganisasi data. Kecamatan yang terdapat di Kota Medan digunakan sebagai data.

2.3. Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi, akan dilakukan tahapan seperti gambar berikut :



Gambar 2. Implementasi Algoritma Greedy

2.4. Tahap Evaluasi

Pada tahap evaluasi, dilakukan pemeriksaan kembali pada hasil implementasi yang telah diselesaikan. Memeriksa ketepatan hasil implementasi pada permasalahan yang diangkat dalam penelitian, lalu memperbaiki hasil penelitian, guna meningkatkan kualitas penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Wilayah Medan

Kota Medan merupakan pusat dari provinsi Sumatera Utara. Kota ini termasuk salah kota terbesar di Indonesia, dan menduduki posisi keempat. Fokus pada penelitian ini hanya terbatas pada permasalahan wilayah yaitu pencarian warna minimum di wilayah kota Medan menggunakan algoritma *greedy*.

Wilayah Medan memiliki 21 kecamatan dengan luas wilayah mencapai 256 km² dan jumlah penduduk pada tahun 2022 sebanyak 2.494.512 jiwa. Yang akan dilakukan dalam pembahasan ini adalah pencarian warna minimum di wilayah kota Medan menggunakan algoritma *greedy*. Di setiap kecamatan akan direpresentasikan dengan sebuah simbol pada setiap kecamatan yang berdampingan akan ditunjukkan dengan *edge*. Berikut merupakan gambar peta wilayah Kota Medan.



Gambar 3. Kota Medan

Pemberian simbol untuk setiap Kecamatan, akan dimuat dalam tabel berikut :

Tabel 1. Tabel Simbol di setiap Kecamatan

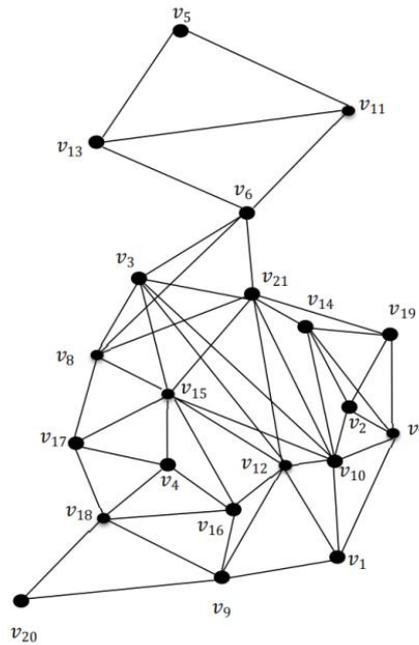
No	Nama Kecamatan	Simbol
1	M. Amplas	v_1
2	M. Area	v_2
3	M. Barat	v_3
4	M. Baru	v_4
5	M. Belawan	v_5
6	M. Deli	v_6
7	M. Denai	v_7

8	M. Helvetia	v_8
9	M. Johor	v_9
10	M. Kota	v_{10}
11	M. Labuhan	v_{11}
12	M. Maimum	v_{12}
13	M. Marelán	v_{13}
14	M. Perjuangan	v_{14}
15	M. Petisah	v_{15}
16	M. Polonia	v_{16}
17	M. Sunggal	v_{17}
18	M. Selayang	v_{18}
19	M. Tembung	v_{19}
20	M. Tuntungan	v_{20}
21	M. Timur	v_{21}

Keterangan : M = Medan

3.2. Graf Komplementer pada Wilayah Medan

Pembuatan graf komplementer pada peta Medan dilakukan dengan sebuah simbol di setiap Kecamatan. Untuk wilayah yang berdampingan akan direpresentasikan oleh garis. Maka, dua titik pada graf dual akan dihubungkan dengan sebuah garis.



Gambar 4. Graf Komplementer Peta Medan

Sehingga dapat ditampilkan graf yang diinitasikan *dot* dan *edge* sebagai berikut :

$$G = E(G), V(G)$$

$$V = \left\{ \begin{array}{l} v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, \\ v_{12}, v_{13}, v_{14}, v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}, v_{19}, v_{20}, v_{21} \end{array} \right\}$$

$$E = \left\{ \begin{array}{l} (v_1, v_7), (v_1, v_9), (v_1, v_{10}), (v_1, v_{12}), (v_2, v_7), (v_2, v_{10}), (v_2, v_{14}), (v_2, v_{19}), \\ (v_3, v_6), (v_3, v_8), (v_3, v_{10}), (v_3, v_{12}), (v_3, v_{15}), (v_3, v_{21}), (v_4, v_{15}), (v_4, v_{16}), \\ (v_4, v_{17}), (v_4, v_{18}), (v_5, v_{13}), (v_5, v_{11}), (v_6, v_8), (v_6, v_{11}), (v_6, v_{13}), (v_6, v_{21}), \\ (v_7, v_{10}), (v_7, v_{14}), (v_7, v_{19}), (v_8, v_{15}), (v_8, v_{17}), (v_8, v_{21}), (v_9, v_{12}), (v_9, v_{16}), \\ (v_9, v_{18}), (v_9, v_{20}), (v_{10}, v_{12}), (v_{10}, v_{14}), (v_{10}, v_{15}), (v_{10}, v_{21}), (v_{11}, v_{13}), \\ (v_{12}, v_{15}), (v_{12}, v_{16}), (v_{14}, v_{19}), (v_{14}, v_{21}), (v_{15}, v_{16}), (v_{15}, v_{17}), (v_{15}, v_{21}), \\ (v_{16}, v_{18}), (v_{17}, v_{18}), (v_{18}, v_{20}), (v_{19}, v_{21}) \end{array} \right\}$$

Dengan memakai Algoritma *Greedy*, derajat ditentukan pada setiap *dot* pada graf Komplementer sesuai dengan ketentuan yang ada.

3.3. Pencarian Warna minimum di Wilayah Kota Medan

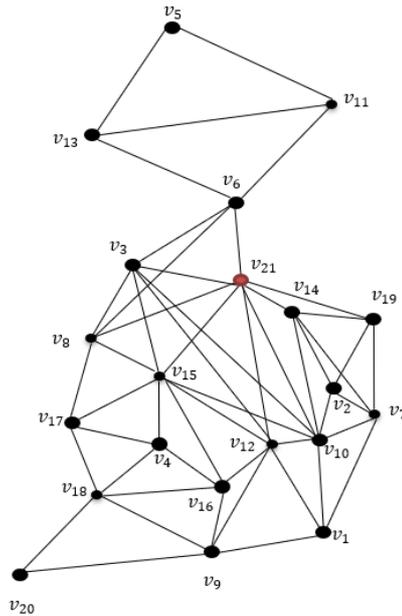
Langkah-langkah dalam pewarnaan graf komplementer Peta Medan dengan menerapkan Algoritma *Greedy* berdasarkan teorema lima warna, yaitu :

1. Diberikan himpunan kandidat warna S , yaitu $S = \{\text{merah, hijau, biru, ungu, jingga}\}$. Untuk mewarnai graf dual Kota Medan, akan digunakan himpunan kandidat warna A yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Untuk setiap *dot* pada graf komplementer Peta Kota Medan, diberikan derajat seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Tabel Derajat

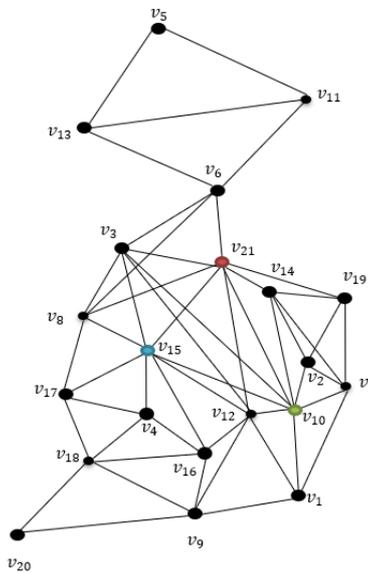
No	Kecamatan	Simbol	Derajat
1	M. Amplas	v_1	4
2	M. Area	v_2	4
3	M. Barat	v_3	6
4	M. Baru	v_4	4
5	M. Belawan	v_5	2
6	M. Deli	v_6	5
7	M. Denai	v_7	5
8	M. Helvetia	v_8	5
9	M. Johor	v_9	5
10	M. Kota	v_{10}	8
11	M. Labuhan	v_{11}	3
12	M. Maimum	v_{12}	7
13	M. Marelan	v_{13}	3
14	M. Perjuangan	v_{14}	5
15	M. Petisah	v_{15}	8
16	M. Polonia	v_{16}	5
17	M. Sunggal	v_{17}	4
18	M. Selayang	v_{18}	5
19	M. Tembung	v_{19}	4
20	M. Tuntungan	v_{20}	2
21	M. Timur	v_{21}	8

3. Memilih titik dengan derajat terbesar yang akan diwarnai, titik tersebut adalah v_{10}, v_{15}, v_{21} dengan memiliki derajat sebanyak 8. Sehingga akan dipilih salah satu titik, yaitu titik v_{21} akan diberi warna kandidat pertama, yaitu warna merah.
4. Memeriksa kembali titik v_{21} , layak atau tidak untuk diberi warna merah. Titik v_{21} layak diberi warna merah, karena bertetangga dengan 8 titik yang belum diberikan warna.



Gambar 5. Pewarnaan Titik v_{21}

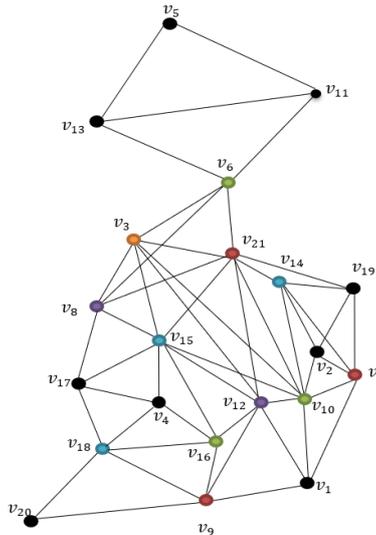
5. Berikan *dot* v_{21} dengan warna merah ke dalam himpunan solusi $M = \{\text{merah}\}$.
6. Mengevaluasi apakah solusi telah mencakup pewarnaan optimal global pada setiap *dot*. Kembali memilih *dot* yang akan diwarnai, hingga ditemukan solusi optimal global secara keseluruhan.
7. Pilih titik berderajat 8, karena terdapat dua titik yaitu v_{10} dan v_{15} , sehingga dipilih salah satu yaitu titik v_{10} . Untuk pewarnaan titik v_{10} , diberikan warna hijau sebagai kandidat warna kedua, karena warna merah telah digunakan. v_{10} bertetangga dengan titik v_{21} . Himpunan solusi $S = \{\text{merah, hijau}\}$. Lalu, dipilih titik v_{15} menggunakan warna biru. Titik v_{15} bertetangga dengan titik v_{10} dan v_{21} , sehingga warna yang tepat adalah biru. Himpunan solusi $S = \{\text{merah, hijau, biru}\}$.



Gambar 6. Pewarnaan Titik v_{10} dan v_{15}

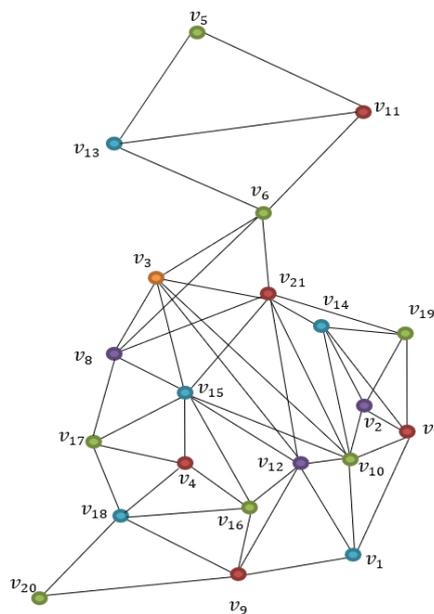
8. Pilih titik dengan derajat 7, 6, dan 5. Titik v_{12} diberi warna ungu, karena titik v_{12} bertetangga dengan semua titik yang telah diberikan warna. Himpunan solusi $S = \{\text{merah, hijau, biru, ungu}\}$. Selanjutnya, dipilih titik dengan derajat 6, yaitu titik v_3 , diberi warna jingga karena titik tersebut bertetangga dengan semua titik yang telah diwarnai. Himpunan solusi $S = \{\text{merah, hijau, biru, ungu, jingga}\}$. Titik v_6 diberi warna hijau, karena bertetangga dengan titik v_3, v_8, v_{21} . Titik v_{14} diberi warna biru, karena bertetangga dengan titik v_{10}, v_{21} . Titik v_8 diberi warna ungu, karena

bertetangga dengan titik v_3, v_6, v_{15}, v_{21} . Titik v_9 diberi warna merah, karena bertetangga dengan titik v_{12}, v_{16} . titik v_7 diberi warna merah, karena bertetangga dengan titik v_{10}, v_{14} . Titik v_{18} diberi warna biru, karena bertetangga dengan titik v_9, v_{16} .



Gambar 7. Pewarnaan Titik $v_3, v_6, v_7, v_8, v_9, v_{12}, v_{14}, v_{16}, v_{18}$

9. Selanjutnya, dipilih titik dengan derajat 4, 3, dan 2. Titik v_1 diberi warna biru, karena bertetangga dengan titik v_7, v_9, v_{10}, v_{12} . Titik v_2 diberi warna ungu, karena bertetangga dengan titik $v_7, v_{10}, v_{14}, v_{19}$. Titik v_4 diberi warna merah, karena bertetangga dengan titik $v_{15}, v_{16}, v_{17}, v_{18}$. Titik v_{17} diberi warna hijau, karena bertetangga dengan titik v_4, v_8, v_{15}, v_{18} . Titik v_{19} diberi warna hijau, karena bertetangga dengan titik v_2, v_7, v_{14}, v_{21} . Titik v_{11} diberi warna merah, karena bertetangga dengan titik v_5, v_6, v_{13} . Titik v_{13} diberi warna biru, karena bertetangga dengan titik v_5, v_6, v_{11} . Titik v_5 diberi warna hijau, karena bertetangga dengan titik v_{11}, v_{13} . Titik v_{20} diberi warna hijau, karena bertetangga dengan titik v_9, v_{18} .



Gambar 8. Pewarnaan Titik $v_1, v_2, v_4, v_5, v_{11}, v_{13}, v_{17}, v_{19}, v_{20}$ atau seluruh titik

10. Setelah semua titik pada graf diberi warna, langkah berikutnya adalah dengan menerapkan warna tersebut pada peta wilayah Kota Medan, akan ditampilkan pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pewarnaan

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, diperoleh indeks kromatik yaitu $X(G) = 5$, dengan himpunan warna adalah $S = \{\text{merah, hijau, biru, ungu, jingga}\}$. Warna merah merepresentasikan 5 kecamatan, yaitu Medan Labuhan, Medan Timur, Medan Baru, Medan Johor, dan Medan Denai. Warna hijau merepresentasikan 7 kecamatan, yaitu Medan Belawan, Medan Deli, Medan Tembung, Medan Sunggal, Medan Polonia, Medan Kota, dan Medan Tuntungan. Warna biru merepresentasikan 5 kecamatan, yaitu Medan Marelan, Medan Perjuangan, Medan Petisah, Medan Selayang, dan Medan Amplas. Warna ungu merepresentasikan 3 kecamatan, yaitu Medan Helvetia, Medan Maimun, dan Medan Area. Dan yang terakhir warna jingga merepresentasikan 1 kecamatan, yaitu Medan Barat. Sehingga, Algoritma *Greedy* cocok digunakan dalam pemberian warna minimum yang memiliki jumlah dot yang banyak dan dengan derajat dot yang besar. Hal ini karena algoritma tersebut memiliki langkah-langkah terperinci dalam pemilihan dot. Namun, algoritma ini juga dapat tidak optimum apabila solusi lokal yang diambil tidak efektif.

Daftar Pustaka

- [1] R. F. S. Dimas Aji Pamungkas, Eduard Pangestu Wonohardjo, "Teori Graph, Sejarah Dan Manfaatnya," *mti.binus.ac.id*, 2018. <https://mti.binus.ac.id/2018/03/05/teori-graph-sejarah-dan-manfaatnya/> (accessed May 18, 2023).
- [2] A. M. Nasir, Faisal, and Dedy Setyawan, "Optimalisasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Teori Pewarnaan Graf," *Prox. J. Penelit. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 5, no. 1, pp. 57–69, 2022, doi: 10.30605/proximal.v5i1.1398.
- [3] R. R. Nasution and P. Sitompul, "Aplikasi Pewarnaan Graf Pada Penyusunan Jadwal Mata Kuliah Jurusan Matematika Di Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan," *Karismatika*, vol. 6, no. 2, pp. 11–29, 2018.
- [4] H. M. Afifah, I., & Sopiany, "Pewarnaan Graf Pada Peta Menggunakan Algoritma Greedy," vol. 87, no. 1,2, pp. 149–200, 2017.
- [5] P. Wilayah and A. Greedy, "Pewarnaan Graf Pada Peta Wilayah Kota Semarang Dengan Algoritma Greedy," Ade Ima Afifa Himayati," pp. 9–16, 2023.

- [6] A. N. Rahma, R. Rahmawati, and Z. Zukrianto, "Aplikasi Pewarnaan Graf Pada Peta Provinsi Riau Menggunakan Algoritma Greedy," *Sq. J. Math. Math. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 41–55, 2021, doi: 10.21580/square.2021.3.1.7410.
- [7] Ardiansyah, Ferry, S., and Mateus, "Implementasi Algoritma Greedy Untuk Melakukan Graph Coloring: Studi Kasus Peta Provinsi Jawa Timur," *Jurnal Informatika*, vol. 4, no.1, pp. 440-448, 2010.
- [8] M. Zalfa Jofie, S. Bahri, and A. Iqbal Baqi, "Aplikasi Algoritma Greedy Untuk Pewarnaan Wilayah Pada Peta Kota Padang Berbasis Teorema Empat Warna," *J. Mat. UNAND*, vol. 9, no. 4, p. 294, 2021, doi: 10.25077/jmu.9.4.294-301.2020.
- [9] Umi., Siti A., and M, Syahriful, P, "Implementasi Algoritma Greedy Pada Pewarnaan Wilayah Kecamatan Sukodadi Lamongan," *Jurnal UJMC*, vol. 6, no. 2, pp. 29-38, 2020.
- [10] B. F. Theorem, N. Saif, and M. Mussafi, "Penerapan Greedy Coloring Algorithm," vol. XI, no. 1, pp. 19–26, 2015.