Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
5 (3) 2025, Page: 345003-35009

Pewarnaan Graf Pada Peta Provinsi Sumatera Barat Dengan Algoritma Welch-Powell

Nailul Yuni Permataputri[1*], Nirmala Santi[2], Yulia Rahmawati Z[3]
[1-3]Prodi Pendidikan Matematika Universitas Tamansiswa Padang, Sumatera Barat, Indonesia,
Corresponding Author: nailuyuni@gmail.com, nirmalasanti8gmail.com, yuliarahmawatiz991@gmail.com

Published: Desember, 2025

ABSTRAK

Pewarnaan wilayah pada peta Provinsi Sumatera Barat dapat dioptimalkan dengan menggunakan teori graf. Metode yang dapat diaplikasikan pada pewarnaan peta adalah pewarnaan titik dengan menggunakan Algoritma *Welch-Powell*. Pewarnaan titik adalah pemberian warna pada setiap titik, sehingga setiap titik yang bertetangga memiliki warna yang berbeda. Pewarnaan ini bukan hanya sekedar memberikan warna yang berbeda pada setiap wilayah, tetapi menentukan jumlah warna yang minimum pada pewarnaan tersebut.

Tujuan : Untuk mewarnai peta Provinsi Sumatera Barat dengan mengaplikasikan pewarnaan titik pada teori graf.

Metode Penelitian : Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian studi literatur. Kumpulkan referensi melalui artikel ilmiah dan data wilayah Provinsi Sumatera Barat. Kemudian, ditentukan titik-titik yang merepresentasikan Kabupaten dan Kota pada Provinsi Sumatera Barat. Terakhir, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Algorima *Welch-Powell* sehingga diperoleh suatu hasil pewarnaan dengan menggunakan warna minimal untuk peta Provinsi Sumatera Barat.

Hasil Penelitian : Hasil pewarnaan titik pada graf peta Provinsi Sumatera Barat dengan menggunakan Algoritma *Welch-Powell*, diperolah bilangan khromatik $\mathcal{X}(G) = 4$.

Kesimpulan : Dibutuhkan 4 warna berbeda yaitu biru, merah, hijau dan kuning untuk mewarnai peta Provinsi Sumatera Barat sehingga tidak ada Kabupaten/Kota yang bertetangga atau yang berbatasan dengan Kabupaten/Kota lainnya yang memiliki warna yang sama.

Kata Kunci: Graf, Pewarnaan Graf, Pewarnaan titik, Algoritma *Welch-Powell*.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Sebuah peta dapat dikatakan ideal apabila pembaca dapat memahami isi peta secara cepat dan tepat dengan adanya judul, skala, simbol, serta pewarnaan wilayah (Jufri, K. Al, & Agustiani, 2023). Pentingnya dilakukan Pewarnaan pada peta karena dapat memudahkan pembaca dalam mengenali wilayah-wilayah yang berbatasan langsung (Rahma, A. N., Rahmawati, R., & Zukrianto, 2021). Salah satu metode untuk mewarnai peta, bisa dilakukan dengan menerapkan teori graf mengenai pewarnaan pada peta. Pewarnaan graf adalah pemberian warna pada setiap simpul, sehingga tidak terdapat dua simpul yang bertetangga yang memiliki warna yang sama. Mewarnai graf tidak hanya sekedar memberikan warna pada simpul-simpul dengan warna yang berbeda dengan warna simpul tetangganya saja, namun dalam mewarnainya juga menginginkan jumlah jenis warna yang minimal atau yang paling sedikit (Munir, n.d.). Pewarnaan graf memiliki tiga jenis pewarnaan yaitu pewarnaan titik/simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah (A.W. Bustan, 2019). Terdapat berbagai algoritma untuk melakukan pewarnaan graf, salah satunya adalah algoritma Welch-Powell (Aslan, M., & Baykan, 2016). Algoritma Welch-Powell cukup praktis dan efisien digunakan dalam pewarnaan simpul pada graf. Walaupun tidak selalu menghasilkan jumlah warna minimum, sehingga hanya cocok digunakan untuk graf berorde kecil (Ammar, 2019);(Gani, 2018). Algoritma Welch-Powell dapat digunakan untuk mewarnai peta, dengan merepresentasikan wilayah-wilayah pada peta

sebagai simpul graf. Selain itu, algoritma Welch-Powell juga dapat menentukan wilayah strategis dari sebuah peta atau wilayah, yakni dengan melihat derajat tertinggi dari simpul-simpulnya (Ardianto, S., Monim, H. O. L., Widjajanti, T., & Sesa, 2022).

Selain pada peta, terdapat beberapa aplikasi pada penerapan pewarnaa graf yaitu penjadwalan kuliah, penempatan kamar mahasiswa, optimalisasi distribusi dsb. Penelitian terdahulu mengenai pewarnaan pada peta sudah dilakukan oleh Muthia Zalfa Jofie dkk (2021) mengaplikasikan algoritma *Greedy* untuk wilayah pada peta Kota Padang berbasis teorema empat warna. Kemudian, Muhammad Qomaruddin dkk (2022) mengaplikasikan pewarnaan graf pada peta Provinsi Jawa Barat menggunakan algoritma Welch-Powell. Nailul Yuni Permataputri (2025) mengaplikasikan algoritma Welch-Powell pada pewarnaan Peta Kabupaten Pesisir Selatan. Selanjutnya akan diaplikasikan algoritma Welch-Powell pada Pewarnaan Peta Provinsi Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian studi literatur. Kumpulkan referensi melalui artikel ilmiah dan data wilayah Provinsi Sumatera Barat. Kemudian, ditentukan titik-titik yang merepresentasikan Kabupaten dan Kota pada Provinsi Sumatera Barat. Terakhir, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Algorima *Welch-Powell* sehingga diperoleh suatu hasil pewarnaan dengan menggunakan warna minimal untuk peta Provinsi Sumatera Barat. Berikut diuraikan landasan teori dari metode dan algoritma yang akan digunakan dalam penelitian ini.

a. Graf

Suatu graf G adalah pasangan himpunan terurut G=((V(G),E(G)) yang terdiri dari V(G) merupakan himpunan titik-titik yang tidak kosong dan E(G) merupakan himpunan sisi. Suatu graf G dikatakan graf terhubung jika untuk setiap dua titik di G terdapat lintasan di G yang menghubungkan kedua titik tersebut, sedangkan suatu graf G dikatakan graf tidak terhubung jika terdapat dua titik di G yang tidak memiliki lintasan yang menghubungkan kedua titik tersebut. Derajat merupakan banyak sisi yang terkait pada suatu titik (Bondy, J. A., dan Murti, 1976).

Teori graf banyak mengalami perkembangan yang sangat luas, salah satu topik yang menarik untuk dikaji adalah masalah pewarnaan (Wulandari, 2015). Masalah pewarnaan grafik adalah masalah di mana simpul atau tepi yang berdekatan dalam grafik harus diwarnai dengan menggunakan warna yang berbeda (Marpaung & Ritonga, 2019).

b. Pewarnaan Graf

Pewarnaan graf adalah suatu bentuk pelabelan graf, yaitu dengan memberikan warna pada elemen graf. Kata "pewarnaan" muncul karena metode ini pada awalnya digunakan untuk membantu pewarnaan peta, dimana wilayah yang berbatasan harus memiliki warna yang berbeda (Pratama, 2016). Jenis-jenis pewarnaan graf ada tiga, yaitu :

1. Pewarnaan titik
   Pewarnaan titik *(vertex coloring)* adalah pemberian warna pada setiap titik *(vertex),* dimana warna pada setiap titik yang bertetangga berbeda.
2. Pewarnaan sisi
   Pewarnaan sisi *(edge coloring)* merupakan pemberian warna pada setiap sisi pada graf sampai sisi-sisi yang saling berhubungan tidak memiliki warna yang sama.
3. Pewarnaan wilayah
   Pewarnaan wilayah *(Region coloring)* adalah pemberian warna pada setiap wilayah di graf sehingga tidak ada wilayah yang bersebelahan memiliki warna yang sama.

Pada penelitian ini akan digunakan pewarnaan titik *(vertex coloring)*. Tujuan utama pewarnaan titik pada graf adalah mendapatkan banyaknya warna minimum dari suatu graf. Jumlah warna minimum yang dapat digunakan untuk mewarnai titik-titik disebut dengan bilangan khromatik *(chromatic number)* dari graf G*,* dinotasikan dengan $\mathcal{X}(G)$ (Mahmudah & Irawati, 2018).

c. Algoritma *Welch-Powell*

Algoritma Welch-Powell, juga dikenal sebagai Largest Degree Ordering (LDO), adalah algoritma pewarnaan graf yang mewarnai graf berdasarkan derajat terbesar simpul-simpulnya. Sebuah graf G dapat diwarnai secara efisien menggunakan algoritma Welch-Powell (Harianto & Eiva Fatdha, 2016). Pendekatan ini cukup berguna untuk mewarnai simpul-simpul graf, meskipun tidak selalu menyediakan jumlah warna minimum yang dibutuhkan untuk mewarnai G. Tantangan utama dalam pewarnaan simpul adalah menentukan solusi dengan warna sesedikit mungkin; teknik Welch-Powell hanya cocok untuk digunakan pada graf dengan orde sedang (Astuti, 2011). Bilangan kromatik adalah jumlah warna terkecil yang dapat digunakan untuk mewarnai graf. Algoritma Welch-Powell adalah sebagai berikut:

i. Karena beberapa simpul mungkin memiliki derajat yang sama, pengurutan simpul G dalam urutan menurun mungkin tidak unik.
ii. Warnai simpul pertama, yang memiliki derajat tertinggi, dan simpul lain yang tidak berada di sebelahnya dalam urutan menurun menggunakan satu warna.
iii. Ulangi prosedur pewarnaan simpul dengan warna kedua, dimulai dengan simpul dengan derajat tertinggi berikutnya dalam daftar terurut yang tidak diwarnai.
iv. Lanjutkan pemberian warna hingga setiap simpul telah diwarnai.

Algoritma *Welch-Powell* tidak selalu memberikan jumlah warna minimum pada suatu pewarnaan graf, tetapi algoritma ini memberikan batas atas jumlah warna yang dapat dipakai untuk mewarnai suatu graf (Soimah & Mussafi, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi yang terletak di bagian barat Pulau Sumatera, Indonesia. Ibu kota pada Provinsi ini terletak di Kota Padang dan terkenal dengan keindahan alamnya yang memadukan pegunungan, danau, dan pantai.

Secara geografis, Sumatera Barat berbatasan dengan:

- Sebelah utara: Provinsi Sumatera Utara
- Sebelah timur: Provinsi Riau dan Jambi
- Sebelah selatan: Provinsi Bengkulu
- Sebelah barat: Samudra Hindia

Provinsi ini memiliki luas sekitar 42.297,30 km². Provinsi Sumatera Barat terdiri dari 12 Kabupaten dan 7 Kota.

Pada Gambar 1. Berikut diberikan gambar Peta Sumatera Barat yang belum dilakukan pewarnaan.



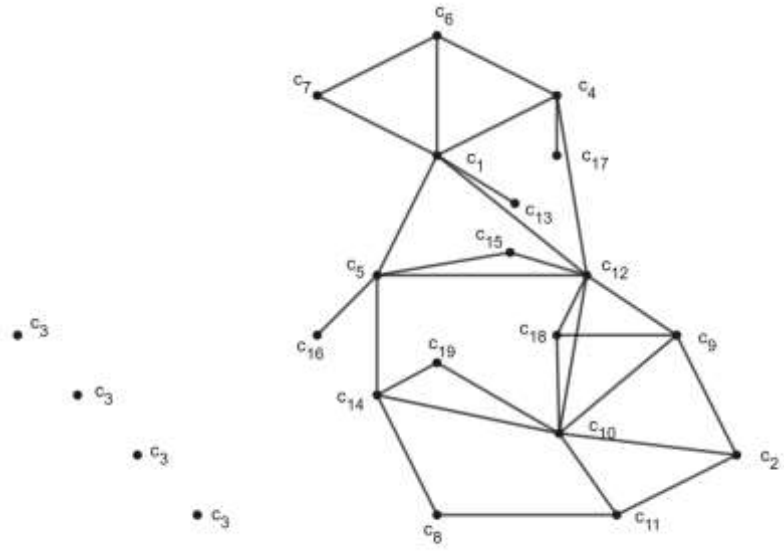
Gambar 1. Peta Sumatera Barat

Pada Tabel 1. Berikut diberikan tabel nama kabupaten dan kota pada provinsi sumatera barat.

Tabel 1. Nama Kabupaten/Kota pada Provinsi Sumatera Barat

No.	Kabupaten/Kota
1.	Kabupaten Agam
2.	Kabupaten Dharmasraya
3.	Kabupaten Kepulauan Mentawai
4.	Kabupaten Lima Puluh Kota
5.	Kabupaten Padang Pariaman
6.	Kabupaten Pasaman
7.	Kabupaten Pasaman Barat
8.	Kabupaten Pesisir Selatan
9.	Kabupaten Sijunjung
10.	Kabupaten Solok
11.	Kabupaten Solok Selatan
12.	Kabupaten tanah datar
13.	Kota Bukittinggi
14.	Kota Padang
15.	Kota Padang Panjang
16.	Kota Pariaman
17.	Kota Payakumbuh
18.	Kota Sawahlunto
19.	Kota Solok

Pada Gambar 2. berikut merupakan representasi graf dari Tabel 1. dimana titik/simpul merepresentasikan nama kabupaten/kota provinsi sumatera barat. Sisi merepresentasikan jalur protokol. Masing-masing kabupaten/kota diberikan nama $c_1, c_2, c_3, \ldots, c_{19}$.



Gambar 2. Graf Peta Provinsi Sumatera Barat

Pada tabel berikut diberikan nama titik dan jumlah derajat setiap titik.

Tabel 2. Jumlah derajat setiap titik pada Kabupaten/Kota

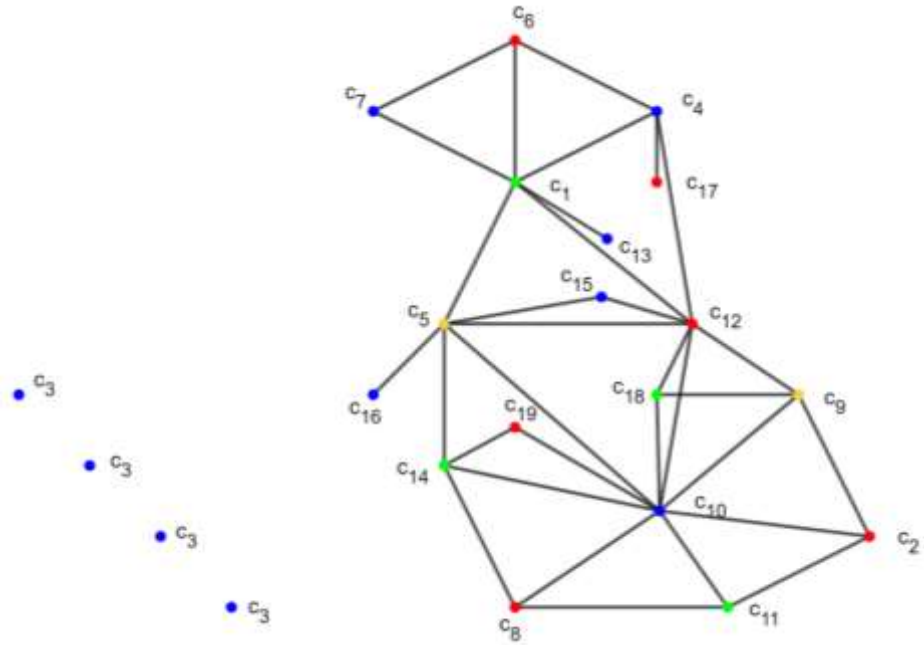
No.	Kabupaten/Kota	Nama Titik	Derajat
1.	Kabupaten Solok	c_{10}	9
2.	Kabupaten tanah datar	c_{12}	7
3.	Kabupaten Agam	c_1	6
4.	Kabupaten Padang Pariaman	c_5	6
5.	Kabupaten Lima Puluh Kota	c_4	4
6.	Kabupaten Sijunjung	c_9	4
7.	Kota Padang	c_{14}	4
8.	Kabupaten Dharmasraya	c_2	3

9.	Kabupaten Pasaman	c_6	3
10.	Kabupaten Solok Selatan	c_{11}	3
11.	Kota Sawahlunto	c_{18}	3
12.	Kota Padang Panjang	c_{15}	3
13.	Kabupaten Pasaman Barat	c_7	2
14.	Kabupaten Pesisir Selatan	c_8	2
15.	Kota Solok	c_{19}	2
16.	Kota Bukittinggi	c_{13}	1
17.	Kota Pariaman	c_{16}	1
18.	Kota Payakumbuh	c_{17}	1
19.	Kabupaten Kepulauan Mentawai	c_3	0

Selanjutnya dilakukan pewarnaan pada graf Peta Provinsi Sumatera Barat menggunakan Algoritma *Welch-Powell* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Tentukan derajat setiap titik pada Graf Peta Provinsi Sumatera Barat, kemudian diurutkan dari derajat tertinggi ke terendah seperti pada Tabel 2.
2. Warnai titik dengan derajat yang tertinggi dengan warna pertama, yaitu titik c_{10} dengan warna biru.
3. Warnai titik-titik lain yang tidak bertetangga dengan titik c_{10} dengan warna biru, yaitu titik c_8, c_3, c_{16}, c_{15}, c_{13}, c_4, dan c_7.
4. Warnai titik dengan derajat tertinggi selanjutnya yaitu titik c_{12} dengan warna merah.
5. Kemudian titik-titik lain yang tidak bertetangga dengan titik c_{12} diwarnai dengan warna merah, yaitu titik c_8, c_2, c_{19}, c_{17}, dan c_6.
6. Selanjutnya, titik dengan derajat tertinggi yaitu titik c_1, warnai titik ini dengan warna hijau.
7. Titik yang tidak bertetangga dengan titik c_1 juga diwarnai dengan warna yang sama yaitu titik c_{18}, c_{14}, dan c_{11}.
8. Titik yang belum diwarnai adalah titik c_5 dan c_9, berikan warna kuning pada titik c_5 dan c_9 yang tersisa ini.

Hasil pewarnaan titik pada graf peta Provinsi Sumatera Barat dapat dilihat pada Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Pewarnaan titik pada Graf Peta Provinsi Sumatera Barat

Berdasarkan hasil pewarnaan titik pada graf peta Provinsi Sumatera Barat yang telah dilakukan dengan menggunakan Algoritma *Welch-Powell*, maka diperolah bilangan khromatik $\mathcal{X}(G) = 4$. Hal

ini berarti bahwa dibutuhkan 4 warna berbeda yaitu biru, merah, hijau dan kuning untuk mewarnai peta Provinsi Sumatera Barat sehingga tidak ada Kabupaten/Kota yang bertetangga atau yang berbatasan dengan Kabupaten/Kota lainnya yang memiliki warna yang sama. Berikut ini ditunjukkan hasil pewarnaan peta Provinsi Sumatera Barat dengan menggunakan 4 warna.



Gambar 3. Pewarnaan Peta Provinsi Sumatera Barat

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pewarnaan titik dengan menggunakan Algoritma *Welch-Powell* dapat diaplikasikan pada pewarnaan sebuah peta. Pewarnaan pada peta ini berguna untuk membedakan setiap Kabupaten/Kota yang bertetangga dengan menggunakan warna yang minimum. Pada penelitian ini diperoleh bilangan khromatik $\mathcal{X}(G) = 4$ untuk Peta Provinsi Sumatera Barat. Artinya, dibutuhkan 4 warna berbeda untuk mewarnai peta Provinsi Sumatera Barat, sehingga tidak ada Kabupaten/Kota yang bertetangga yang memiliki warna yang sama.

SARAN

Peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya adalah penggunaan pewarnaan graf pada peta suatu wilayah, Kabupaten, Kota lainnya dengan menggunakan Algoritma yang berbeda.

REFERENSI

A.W. Bustan, M. R. S. (2019). Penerapan Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch Powell untuk Menentukan Jadwal Bimbingan Mahasiswa. *Jurnal THEOREMS : The Original Research of Mathematics*, *4*(1).

Ammar, M. (2019). Implementasi Algoritma Sequential dan Welch Powell pada Pewarnaan Graf (Studi Kasus Pewarnaan Peta Kota Makassar). *Jurnal Varian*, *3*(1), 28–35.

Ardianto, S., Monim, H. O. L., Widjajanti, T., & Sesa, J. (2022). Aplikasi Pewarnaan Graf dalam Penentuan Distrik yang Strategis di Kabupaten Manokwari dengan Algoritma Welch Powell. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIPA*, 126–141.

Aslan, M., & Baykan, N. A. (2016). A Performance Comparison of Graph Coloring Algorithmse. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering (IJISAE)*, *4*(Special issue), 1–7.

Bondy, J. A., dan Murti, U. S. R. (1976). Graph Theory with Application. *The Macmillan Press LTD, Londom Dan Basingtoke*.

Gani, R. R. (2018). Penerapan Pewarnaan Titik pada Graf untuk menyusun Jadwal Pelajaran (Studi Kasus MI Al Wathoniyyah 02 Semarang). *Universitas Negeri Semarang*.

Jufri, K. Al, & Agustiani, R. (2023). Implementasi Algoritma Greedy pada Pewarnaan Wilayah Peta Kecamatan Gelumbang Muara Enim. *DJMA: Diophantine Journal of Mathematics and Its Applications*, *2*(1), 37–44.

Mahmudah, M., & Irawati, T. N. (2018). Aplikasi Pewarnaan Graf terhadap Pembuatan Jadwal Ujian Semester di Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Islam Jember. *Kadikma*, *7*(2), 12–21.

Marpaung, F., & Ritonga, A. (2019). Application of graf coloring for optimization of traffic light settings in Medan. *Journal of Physics: Conference Series*, *1188*, 4–11. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012012

Munir, R. (n.d.). *Matematika Diskrit* (Edisi Keti). informatika : Bandung, Indonesia.

Permataputri, N. Y. (2025). *Pewarnaan Graf pada Peta Kabupaten Pesisir Selatan dengan Algoritma (Graph Coloring on Pesisir Selatan Regency Map Using the Welch-Powell Algorithm)*. *2*(1), 130–137.

Pratama, F. A. (2016). *Aplikasi Pewarnaan Graf dalam Penyelesaian Open-Shop Scheduling Sederhana*.

Qomaruddin, M., Bismi, W., & Hariyanto, D. (2022). Pewarnaan Graf Pada Peta Provinsi Jawa Barat Menggunakan Algoritma Welch-Powell. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (JustIN)*, *10*(2), 258. https://doi.org/10.26418/justin.v10i2.53829

Rahma, A. N., Rahmawati, R., & Zukrianto, Z. (2021). Aplikasi Pewarnaan Graf pada Peta Provinsi Riau menggunakan Algoritma GreedyNo Title. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, *3*(1), 41–55.

Soimah, A. M., & Mussafi, N. S. M. (2013). Pewarnaan Simpul Dengan Algoritma Welch-Powell Pada Traffic Light Di Yogyakarta. *Jurnal Fourier*, *2*(2), 73. https://doi.org/10.14421/fourier.2013.22.73-79

Wulandari, N. I. (2015). *Digital Repository Universitas Jember*.

ZALFA JOFIE, M., BAHRI, S., & IQBAL BAQI, A. (2021). Aplikasi Algoritma Greedy Untuk Pewarnaan Wilayah Pada Peta Kota Padang Berbasis Teorema Empat Warna. *Jurnal Matematika UNAND*, *9*(4), 294. https://doi.org/10.25077/jmu.9.4.294-301.2020