PEMANFAATAN PEWARNAAN GRAF MENGGUNAKAN ALGORITMA WELCH-POWELL DALAM MENYUSUN JADWAL RONDA

Hafif Komarullah[1*], Ahmad Fauzan[2]
[1,2]Tadris Matematika, Universitas Al Falah Assunniyyah, Jember, Indonesia

**Penulis korespondensi: hafififa4@gmail.com*

ABSTRAK

Penyusunan jadwal ronda malam sering kali menghadapi berbagai kendala, seperti ketidaksesuaian waktu antarwarga, relasi sosial tertentu, dan ketimpangan pembagian tugas. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menerapkan teori graf, khususnya teknik pewarnaan graf menggunakan algoritma *Welch-Powell*. Penelitian dilakukan di RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember, dengan melibatkan 32 kepala keluarga yang aktif dalam kegiatan ronda malam. Metode yang digunakan adalah deduktif aksiomatik, dimulai dari pengumpulan data melalui observasi, wawancara, pencatatan data warga, hingga representasi graf dan pewarnaan titik. Titik pada graf merepresentasikan warga, sedangkan sisi menunjukkan konflik penjadwalan. Pewarnaan graf dilakukan dengan algoritma *Welch-Powell* yang menyusun titik berdasarkan derajat tertinggi. Hasil pewarnaan menunjukkan bahwa dengan 12 warna, seluruh warga dapat dijadwalkan ronda tanpa terjadi konflik penjadwalan. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *Welch-Powell* mampu menghasilkan jadwal yang adil, efisien, dan sesuai dengan kondisi sosial masyarakat. Penelitian ini membuktikan bahwa konsep matematika diskrit dapat diimplementasikan secara nyata dalam menyelesaikan permasalahan sosial di tingkat lokal.
Kata kunci: Algoritma Welch-Powell, Jadwal Ronda, Pewarnaan Graf.

1 PENDAHULUAN

Ronda malam merupakan salah satu bentuk partisipasi masyarakat dalam menjaga keamanan lingkungan secara mandiri (Kusumastuti dkk., 2023). Kegiatan ini umumnya dilaksanakan secara bergiliran oleh warga di tingkat rukun tetangga (RT) sebagai bentuk kewaspadaan terhadap potensi gangguan keamanan seperti pencurian, perkelahian, maupun kebakaran (Khoirunisa, 2021). Dalam pelaksanaannya, penyusunan jadwal ronda seringkali menemui kendala, seperti ketidaksesuaian waktu antarwarga, ketimpangan beban tugas, serta kurangnya efisiensi dalam pembagian giliran. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode sistematis yang dapat membantu menyusun jadwal ronda secara adil, efektif, dan efisien.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan adalah melalui teori graf, khususnya teknik pewarnaan graf. Teori graf merupakan cabang dari matematika yang memiliki beragam penerapan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Dalam penggunaannya, graf digunakan untuk memodelkan objek sebagai titik dan hubungan antarobjek tersebut sebagai sisi (Komarullah, 2023). Secara matematis, graf dinyatakan sebagai $G(V(G), E(G))$, yakni pasangan dari himpunan tidak kosong $V(G)$ yang merepresentasikan titik, serta himpunan $E(G)$, yang dapat berupa himpunan kosong, berisi pasangan tak terurut dari elemen-elemen dalam $V(G)$ dan disebut sebagai sisi (Chartrand & Zhang, 2019). Pewarnaan graf merupakan metode dalam matematika diskrit yang bertujuan untuk memberikan warna pada titik dalam suatu graf sedemikian rupa sehingga tidak ada dua titik yang berdekatan memiliki warna yang sama (Yusuf dkk., 2022). Dalam konteks penjadwalan, titik dapat merepresentasikan individu atau kelompok, sedangkan warna melambangkan waktu atau giliran. Pewarnaan graf dapat membantu menghindari konflik penjadwalan antara individu-individu yang tidak dapat berjaga pada waktu yang sama.

Algoritma *Welch-Powell* merupakan salah satu algoritma pewarnaan graf yang terkenal karena kesederhanaannya serta kemampuannya menghasilkan solusi yang efisien pada graf tak berarah. Algoritma ini bekerja dengan mengurutkan titik berdasarkan derajatnya secara menurun, kemudian memberikan warna pada titik-titik tersebut secara bertahap dengan memperhatikan keterhubungan antartitik (Augusty et al., 2023). Pemanfaatan algoritma ini, dapat menyusun jadwal ronda sedemikian sehingga tidak ada warga yang dijadwalkan bersamaan dengan warga lain yang memiliki keterbatasan waktu yang sama atau saling berkaitan. Algoritma *Welch-Powell* dapat mewarnai sebuah graf G secara efisien, namun algoritma ini tidak selalu memberikan nilai kromatik yang tepat pada suatu graf G (Maulani & Wulandari, 2023).

Penelitian ini dilaksanakan di RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember, yang masih mempertahankan kegiatan ronda malam sebagai bentuk penguatan keamanan lingkungan. Dalam praktiknya, penyusunan jadwal ronda di wilayah ini dilakukan secara manual dan cenderung tidak sistematis, sehingga sering menimbulkan ketidakseimbangan beban antarwarga. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan algoritma *Welch-Powell* dalam menyusun jadwal ronda berbasis pewarnaan graf, dengan harapan dapat menghasilkan pembagian tugas yang lebih adil, terstruktur, dan mudah diterapkan. Melalui penelitian ini, diharapkan kontribusi nyata dapat diberikan dalam bentuk solusi matematis terapan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat di tingkat lokal, sekaligus memperkenalkan pentingnya pemanfaatan ilmu matematika dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini juga menjadi bentuk pendekatan interdisipliner antara teori graf dalam matematika diskrit dengan permasalahan sosial kemasyarakatan yang nyata.

2 METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan deduktif aksiomatik, dengan cara mengkaji teorema, lemma, serta definisi yang telah ada, lalu mengaplikasikannya dalam proses pewarnaan titik pada graf yang merepresentasikan sistem penjadwalan ronda malam di RT 01 RW 02, Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember. Adapun tahapan penelitian ini secara keseluruhan dijabarkan sebagai berikut.

1. Pengumpulan data

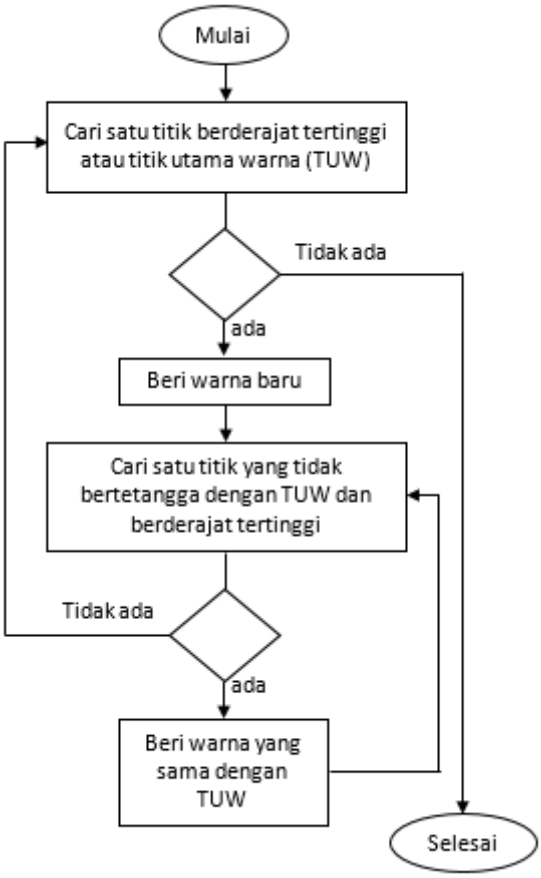
Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam menyusun representasi graf dari sistem penjadwalan ronda malam di lingkungan RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut.

a. Observasi Lapangan
   Peneliti melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mengetahui bagaimana sistem ronda malam dilaksanakan selama ini. Observasi dilakukan terhadap struktur jadwal, frekuensi ronda, pola partisipasi warga, serta kondisi sosial yang mempengaruhi pelaksanaan ronda. Dari kegiatan ini diperoleh gambaran umum mengenai pola keterlibatan warga dan permasalahan yang sering muncul dalam penyusunan jadwal ronda.
b. Wawancara Terstruktur
   Wawancara dilakukan kepada ketua RT, pengurus ronda, serta beberapa warga yang terlibat aktif dalam kegiatan ronda malam. Pertanyaan dalam wawancara mencakup preferensi waktu ronda, keterbatasan warga (misalnya karena pekerjaan, usia, atau kondisi kesehatan), serta hubungan sosial yang dapat mempengaruhi pembentukan kelompok ronda. Data ini digunakan untuk menentukan keterkaitan antarwarga dalam penyusunan graf.
c. Pencatatan Data Warga
   Data demografis warga RT 01 RW 02 dikumpulkan melalui dokumen yang tersedia di kantor RT dan didukung dengan verifikasi lapangan. Data yang dihimpun meliputi jumlah kepala keluarga, nama anggota keluarga dewasa yang berpotensi terlibat ronda, serta jadwal harian mereka yang relevan dengan ketersediaan ronda malam.

d. Pemetaan Keterhubungan (*Adjacency Mapping*)
   Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, dibuat pemetaan hubungan antarwarga yang tidak bisa dijadwalkan bersamaan karena alasan tertentu, seperti kedua warga memiliki pekerjaan malam, keduanya memiliki hubungan keluarga dekat (misalnya suami dan istri), permintaan pribadi untuk tidak dijadwalkan bersamaan karena berbagi kendaraan atau tanggung jawab keluarga yang saling tergantung.

2. Mengimplementasikan hasil

Graf yang sudah diperoleh dari hasil representasi warga yang memiliki kewajiban ronda malam kemudian memasuki proses pewarnaan titik menggunakan algoritma *Welch-Powell*. Tujuan tahapan ini adalah untuk mendapatkan kelompok jadwal ronda yang sesuai dengan syarat pada tahap 1. Secara lengkap diagram alir algoritma *Welch-Powell* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. *Flowchart* Algoritma *Welch-Powell*

Untuk mendapatkan batas atas dari bilangan kromatik pada sebuah graf G digunakan teorma berikut.

Teorema 1. (Brooks, 1941)
Jika G adalah sebuah graf berderajat n, maka $\chi(G) \leq n + 1$.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember, dengan melibatkan 32 kepala keluarga yang aktif dalam kegiatan ronda malam. Berdasarkan data hasil observasi, wawancara, dan pemetaan sosial, diperoleh informasi mengenai keterbatasan waktu dan hubungan sosial antarwarga yang perlu diperhatikan dalam penyusunan jadwal ronda. Dari data tersebut, dibentuklah sebuah graf tak berarah di mana setiap titik mewakili satu kepala keluarga (KK), dan sisi menghubungkan dua titik jika keduanya tidak dapat dijadwalkan pada malam yang sama. Alasan keterhubungan ini antara lain karena:

a. kedua warga memiliki pekerjaan malam;
b. keduanya memiliki hubungan keluarga dekat; dan
c. permintaan pribadi untuk tidak dijadwalkan bersamaan karena berbagi kendaraan atau tanggung jawab keluarga yang saling tergantung.

Representasi data warga selanjutnya disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Daftar warga dan representasinya

Nama Inisial	Representasi
M.J.	v_1
A.R.	v_2
T.E.	v_3
L.P.	v_4
B.S.	v_5
Z.N.	v_6
F.R.	v_7
K.H.	v_8
W.G.	v_9
C.J.	v_{10}
Q.B.	v_{11}
H.W.	v_{12}
D.K.	v_{13}
I.A.	v_{14}
V.L.	v_{15}
Y.K.	v_{16}
G.N.	v_{17}
P.V.	v_{18}
E.M.	v_{19}
J.Z.	v_{20}
X.R.	v_{21}
U.C.	v_{22}
R.Y.	v_{23}
S.F.	v_{24}
N.Q.	v_{25}
O.D.	v_{26}
F.T.	v_{27}
C.L.	v_{28}
E.H.	v_{29}
D.S.	v_{30}
A.M.	v_{31}
B.T.	v_{32}

*Sumber:*Dokumen pribadi

Untuk dapat menerapkan teknik pewarnaan titik graf terhadap data yang akan dianalisis, maka setiap warga akan diwakili oleh sebuah titik, seperti yang terlihat pada Tabel 1, kemudian apabila terdapat dua warga yang memiliki keterhubungan maka kedua titik yang mewakilinya dikatakan saling terhubung. Dua titik dikatakan terhubung jika terdapat sebuah sisi yang menghubungkan kedua titik tersebut. Matriks ketetanggaan hasil representasi warga adalah sebagai berikut.

$$M_{ij} = \begin{bmatrix}
0&0&1&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&1&1&1&0&0&1&1&0&1&1&1\\
0&0&1&1&1&0&1&1&0&0&1&0&0&1&0&0&0&1&0&0&0&1&0&0&1&1&0&0&1&0&0&0\\
1&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&1&0&1&1&0&1&1&1&0&1&1&1\\
0&1&0&0&0&0&1&1&0&0&1&0&1&1&0&1&0&0&0&1&0&1&0&0&1&1&0&0&1&0&0&0\\
0&1&1&0&0&1&0&0&1&1&0&1&1&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0\\
0&0&0&0&1&0&0&0&1&1&0&1&1&1&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0\\
0&1&0&1&0&0&0&1&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&1&1&0&0&1&0&1&0\\
1&1&0&1&0&0&1&0&0&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&1&1&0&0&1&1&0&0&1&0&0\\
0&0&0&0&1&1&0&0&0&1&0&1&1&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\
0&0&0&0&1&1&1&0&1&0&0&1&1&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&0\\
0&1&0&1&0&0&1&1&0&0&0&0&1&1&0&1&0&0&0&1&0&1&0&0&1&1&0&0&1&0&0&0\\
0&0&0&0&1&1&0&0&1&1&0&0&0&0&1&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&0\\
0&0&0&1&1&1&0&0&1&1&1&1&0&0&1&1&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\
0&1&0&1&0&1&1&1&0&0&1&0&0&0&1&0&1&0&1&0&0&1&0&0&1&1&1&0&1&0&0&0\\
0&0&0&0&1&1&0&0&1&1&0&1&1&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0\\
0&0&0&1&1&1&0&0&1&1&1&1&1&0&1&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\
0&0&0&0&1&1&0&0&1&1&0&1&1&1&1&1&0&1&1&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0\\
0&1&1&0&1&1&0&0&1&1&0&1&1&0&1&1&1&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0\\
1&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&1&1&0&1&0&0&1&1&0&1&1&0&0&1&1&0&1&1&1&1\\
1&0&1&1&0&0&0&0&0&1&0&1&0&0&1&0&0&1&0&1&0&1&1&0&0&1&1&0&1&1&1&1\\
1&0&1&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&0&0&1&1&0&0&1&1&0&1&1&1&1&1\\
1&1&0&1&0&0&1&1&0&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&1&1&0&0&1&0&0&0\\
1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&0&0&1&0&0&1&1&0&1&1&1&1\\
1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&0&1&0&0&0&1&1&0&1&1&1&1\\
0&1&0&1&0&0&1&1&0&1&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&1&0&0&1&0&1&0\\
0&1&1&1&1&0&1&1&0&0&1&0&0&1&0&0&0&1&0&0&0&1&0&0&1&0&0&0&1&0&0&0\\
1&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&1&1&0&1&0&1&1&1&0&1&1&0&0&0&1&0&1&1&1&1\\
1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&0&1&1&0&0&1&0&0&1&1&1&1\\
0&1&0&1&0&0&1&1&0&0&1&1&0&1&0&0&0&0&0&0&1&0&0&1&1&0&0&0&1&0&0&0\\
1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&1&0&0&0&0&0&0&1&1&1&0&1&1&0&0&1&1&1&0&1&1&1\\
1&0&1&0&0&0&1&0&0&1&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&0&1&1&1&0&1&1&0&1&0&1&1\\
1&0&1&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&1&1&1&0&1&1&0&0&1&1&0&1&1&0&1
\end{bmatrix}$$

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 1, algoritma *Welch-Powell* langkah pertama adalah menentukan derajat setiap titik. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Derajat Titik Graf Hasil Representasi Jadwal Ronda

Titik	Derajat
v_1	13
v_2	12
v_3	15
v_4	12
v_5	12
v_6	12
v_7	11
v_8	11
v_9	9
v_{10}	12
v_{11}	12

v_{12}	11
Titik	Derajat
v_{13}	12
v_{14}	14
v_{15}	12
v_{16}	12
v_{17}	12
v_{18}	12
v_{19}	15
v_{20}	15
v_{21}	12
v_{22}	11
v_{23}	11
v_{24}	11
v_{25}	11
v_{26}	12
v_{27}	15
v_{28}	11
v_{29}	11
v_{30}	13
v_{31}	14
v_{32}	11

*Sumber:*Dokumen pribadi

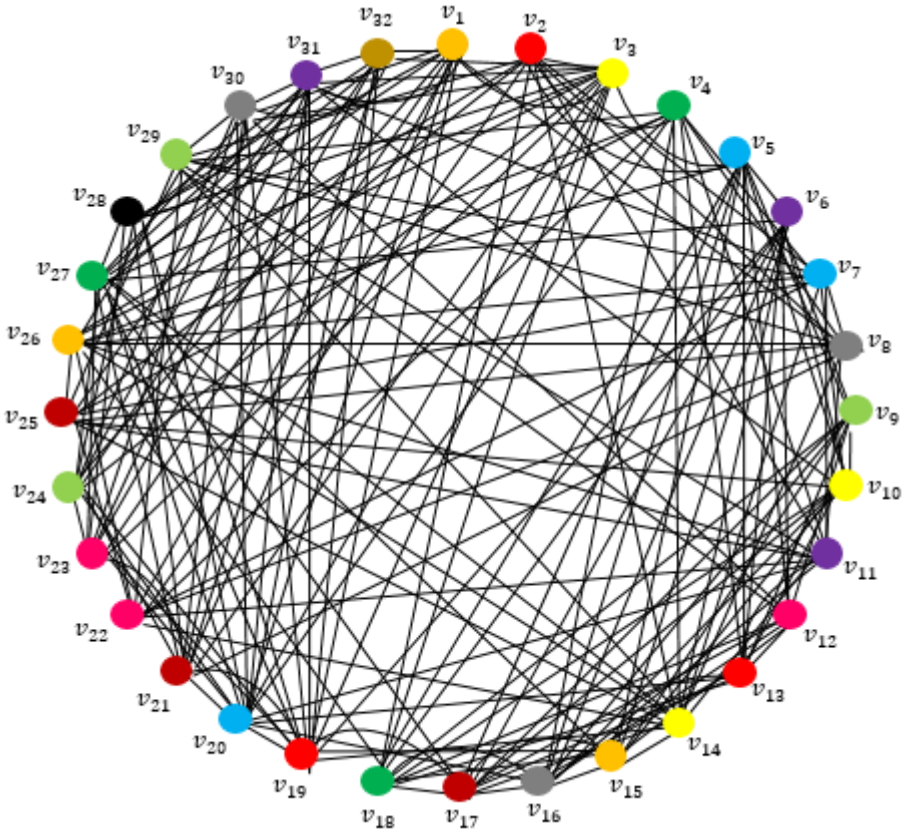
Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa derajat tertinggi pada graf representasi warga yang wajib ronda adalah 15. Jika titik v_3 ditetapkan sebagai titik utama dan diberikan warna kuning, maka titik-titik lain yang dapat diberi warna kuning juga adalah v_{10} dan v_{14}. Kemudian, apabila titik v_{19} dipilih sebagai titik utama dengan warna merah, maka titik v_2 dan v_{13} juga bisa diberi warna merah. Dengan menerapkan prosedur yang sama pada titik-titik lainnya dan mengikuti alur pewarnaan sebagaimana tercantum dalam Gambar 1, diperoleh 12 kelompok warna. Hasil pewarnaan lengkap dari graf representasi jadwal ronda ditampilkan pada Gambar 2.

Menurut Teorema 1, representasi graf pada penjadwalan ronda malam di lingkungan RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember memiliki derajat terbesar 15, sehingga bilangan kromatik dari graf tersebut yaitu $\chi(G) \leq n + 1 = 15 + 1 = 16$. Terbukti bahwa representasi graf pada penjadwalan lingkungan RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember memiliki pewarnaan kurang dari 16 macam yang dalam hal ini terdapat 12 macam yaitu kuning, merah, biru, hijau, ungu, jingga, abu-abu, coklat, merah muda, hijau muda, hitam, dan kuning gelap. Misalkan setiap kelompok warna dapat dijadwalkan pada jam yang sama, maka 32 warga dapat disimulasikan dalam penjadwalan ronda malam yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Simulasi Jadwal Ronda

Shift	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
21.00-00.00	C.L.	B.T.	L.P.	A.M.	D.S.	W.G.	L.P.
			F.T.	Q.B.	K.H.	E.H.	F.T.
			P.V.	Z.N.	X.R.	S.F.	P.V.
00.00-03.00	T.E.	E.M.	J.Z.	M.J.	U.C.	Y.K.	T.E.
	C.J.	A.R.	F.R.	O.D.	R.Y.	G.N.	C.J.

I.A.	D.K.	B.S.	V.L.	H.W.	N.Q.	I.A.



Gambar 2. Hasil Pewarnaan Graf Representasi Jadwal Ronda

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember, dapat disimpulkan bahwa penerapan teori graf, khususnya pewarnaan graf menggunakan algoritma *Welch-Powell*, efektif digunakan dalam menyusun jadwal ronda malam yang sistematis dan adil. Metode ini mampu memetakan keterbatasan dan keterkaitan antarwarga dalam bentuk graf, sehingga penjadwalan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan konflik yang mungkin terjadi. Pewarnaan graf menghasilkan pembagian kelompok ronda yang tidak saling berbenturan, baik dari segi waktu, relasi sosial, maupun kondisi pribadi warga. Dengan menggunakan pendekatan ini, jadwal ronda tersusun secara efisien, beban tugas terbagi merata, dan potensi konflik dalam penjadwalan dapat diminimalkan. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa konsep-konsep dalam matematika diskrit, seperti graf dan algoritma pewarnaan, dapat diimplementasikan secara nyata untuk menyelesaikan permasalahan sosial kemasyarakatan di tingkat lokal. Oleh karena itu, pendekatan matematika terapan seperti ini patut terus dikembangkan dan disosialisasikan dalam kehidupan sehari-hari. Batasan penelitian ini hanya mengaplikasikan teori pewarnaan graf pada satu pos keamanan. Peneliti lain dapat mengaplikasikan pewarnaan graf pada penjadwalan permasalahan lain yang lebih kompleks misalnya jadwal pemberangkatan kereta api, jadwal perkuliahan, dan lain-lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh warga RT 01 RW 02 Dusun Langsatan, Desa Sukamakmur, Kabupaten Jember yang telah bersedia menjadi bagian dari penelitian ini dan memberikan data serta dukungan selama proses

pengumpulan informasi di lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua RT dan perangkat desa yang telah memfasilitasi kegiatan ini serta memberikan izin dan arahan yang sangat membantu kelancaran pelaksanaan penelitian. Tak lupa, penulis juga menghargai kontribusi rekan-rekan akademisi dan dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, saran, serta arahan dalam penyusunan dan penyempurnaan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat nyata bagi masyarakat, khususnya dalam mendukung pengelolaan jadwal kegiatan kemasyarakatan secara lebih adil dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

Augusty, F. R., Riti, Y. F., & Herawan, S. T. (2023). Penerapan Algoritma Welch-Powell Dalam Pewarnaan Graf Menentukan Menu Makan Siang Karyawan. *Digital Transformation Technology*, 3(1), 58-65. https://doi.org/10.47709/digitech.v3i1.2427

Brooks, R. L. (1941, April). On colouring the nodes of a network. In *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* (Vol. 37, No. 2, pp. 194-197). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/S030500410002168X

Chartrand, G., & Zhang, P. (2019). *Chromatic graph theory*. Boca Raton : Chapman and Hall/CRC.

Khoirunisa, N. (2021). Peran Warga Dalam Revitalisasi Siskamling Di Tengah Pandemi Covid-19 Sebagai Upaya Menjaga Keamanan Lingkungan. *Saskara: Indonesian Journal of Society Studies*, *1*(1), 27-39. https://doi.org/10.21009/Saskara.011.02

Komarullah, H. (2023, December). Nilai Minimum Span pada Graf Gurita, Graf Siput, dan Graf Ubur-Ubur. In *Prossiding Galuh Mathematics National Conference* (Vol. 3, No. 1, pp. 56-62). https://jurnal.unigal.ac.id/GAMMA-NC/article/view/12952/6999

Kusumastuti, N. W., Ihsanudin, A. J. F., Haryanto, R., WP, N. S., & Himawan, R. (2023). Meningkatkan Peran Warga di Tengah Pandemi Covid-19 dengan Melalui Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Inisiasi Kader Gotong Royong. *Jurnal Puruhita*, *5*(1), 21-28. https://doi.org/10.15294/PURUHITA.V5I1.50875

Maulani, A., & Wulandari, D. (2023). Implementasi Pewarnaan Graf Pada Pengelompokan Siswa/i Rumah Belajar Azalea Dengan Algoritma Welch-Powell. *Jurnal Siger Matematika*, 37-42. https://doi.org/10.23960/jsm.v4i2.11829

Yusuf, R., Dewi, F. P., & Mujib, A. (2022). Generalisasi Bilangan Kromatik Pada Beberapa Kelas Graf Korona. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 9(2), 192-201. https://doi.org/10.31316/jderivat.v9i2.3780