

**IMPLEMENTASI PEWARNAAN GRAF DENGAN ALGORITMA
WELCH-POWELL PADA LAMPU LALU LINTAS SIMPANG CHARITAS
DAN SIMPANG POLDA PALEMBANG**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Studi Matematika**



Oleh:

MUHAMMAD DANIAL

NIM. 08011281621043

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI PEWARNAAN GRAF DENGAN ALGORITMA
WELCH-POWELL PADA LAMPU LALU LINTAS SIMPANG
CHARITAS DAN SIMPANG POLDA PALEMBANG**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Matematika**

Oleh

MUHAMMAD DANIAL

NIM. 08011281621043

Indralaya, Januari 2021

Pembimbing Pembantu



Endang Sri Kresnawati, M.Si
NIP. 197702082002122003

Pembimbing Utama



Evi Yuliza, M.Si
NIP. 197807272008012012

Mengetahui

Ketua Jurusan Matematika



Drs. Sugandi Yahdin, M.M
NIP. 195807271986031003

LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO :

**“ Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”.
(Q.S. Al Mujadalah : 11)**

**“Orang bijak akan malu jika tindakannya tidak lebih baik dari kata-katanya”.
(Confucius)**

Skripsi ini Kupersembahkan

kepada:

- ❖ Allah *Subhanahu wa ta'ala***
- ❖ Ayah dan Ibuku**
- ❖ Semua Keluargaku**
- ❖ Semua Guru dan Dosen**
- ❖ Teman-temanku**
- ❖ Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah segala puji dan syukur bagi Allah dengan segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Pewarnaan Graf dengan Algoritma Welch-Powell pada Lampu Lalu Lintas Simpang Charitas dan Simpang Polda Palembang” dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wa sallam* beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan juga merupakan suatu sarana untuk menuangkan ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti pendidikan di perguruan tinggi.

Pada kesempatan ini, dengan penuh rasa hormat, cinta dan segala kerendahan hati, pertama penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua, Bapak **Aris Munandar** dan Ibu **Mahalinda** dengan segenap cinta, kasih sayang berlimpah, nasehat, dukungan, didikan serta doa yang tak pernah berhenti untuk keberhasilan serta kemudahan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan pembimbing dan semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE** selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta seluruh jajarannya.
2. Bapak **Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya beserta seluruh jajarannya.
3. Bapak **Drs. Sugandi Yahdin, M.M.** selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya beserta seluruh jajarannya.
4. Ibu **Evi Yuliza, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang terbaik dan sangat berarti baik kritik maupun saran kepada penulis dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi.
5. Ibu **Endang Sri Kresnawati, M.Si** selaku Dosen Pembimbing Pembantu serta sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang bersedia meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, arahan, dorongan, motivasi, kritik dan masukan dalam proses pengerjaan skripsi maupun urusan akademik.
6. Ibu **Novi Rustiana Dewi, M.Si**, Ibu **Des Alwine Zayanti, M.Si** dan Ibu **Eka Susanti, M.Sc** selaku Dosen Pembahas yang telah bersedia memberikan masukan dan saran dalam pengerjaan skripsi.
7. Seluruh **Dosen** dan **Staf** di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya atas bimbingan dan didikannya kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi semua mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Akhirnya, dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan skripsi ini. Saran dan kritik yang membangun tentunya sangat dibutuhkan untuk penyempurnaan skripsi ini.

Indralaya, Januari 2021

Penulis

**IMPLEMENTATION OF GRAPH COLORING USING WELCH-
POWELL ALGORITHM AT THE TRAFFIC LIGHTS CHARITAS
AND POLDA INTERSECTIONS PALEMBANG**

By :

**MUHAMMAD DANIAL
08011281621043**

ABSTRACT

Graph coloring is the process of coloring all vertices or sides or areas of a graph with different colors for each adjacent graph. In this study, the graph coloring process is implemented in the traffic light duration control at the Charitas and Polda intersections Palembang. The Charitas intersection and the Polda intersection are the Sumatra cross roads and are located in the center of Palembang city. The graph coloring steps are using the Welch-Powell algorithm, then determining the chromatic numbers and calculating the duration of new traffic lights. The new data on the duration of the traffic lights are then compared to the primary data. The results of calculations using the Welch-Powell Algorithm graph coloring show that the duration at the Charitas intersection is the same as the primary data, while at the Polda intersection the duration of the green light on each road is 64 seconds and the duration of the red light is 128 seconds. The implementation of graph coloring using the Welch-Powell algorithm at the traffic lights Charitas intersection does not provide changes to the result, while the traffic light control at the Polda intersection has a new alternative result.

Keywords : traffic light, vertices graph coloring, Welch-Powell Algorithm

**IMPLEMENTASI PEWARNAAN GRAF DENGAN ALGORITMA
WELCH-POWELL PADA LAMPU LALU LINTAS SIMPANG
CHARITAS DAN SIMPANG POLDA PALEMBANG**

Oleh :

**MUHAMMAD DANIAL
08011281621043**

ABSTRAK

Pewarnaan graf adalah proses mewarnai seluruh simpul atau sisi atau bidang pada graf dengan warna-warna berbeda pada setiap ketetanggaan graf tersebut. Pada penelitian ini, proses pewarnaan graf diimplementasikan pada pengaturan durasi lampu lalu lintas di Simpang Charitas dan Simpang Polda Palembang. Simpang Charitas dan simpang Polda merupakan jalan lintas Sumatra dan berada di pusat kota Palembang. Langkah-langkah pewarnaan graf dilakukan dengan menggunakan algoritma Welch-Powell kemudian menentukan bilangan kromatik dan proses penghitungan durasi lampu lalu lintas yang baru. Data baru durasi lampu lalu lintas tersebut kemudian dibandingkan terhadap data primer. Hasil perhitungan menggunakan pewarnaan graf Algoritma Welch-Powell diperoleh durasi pada Simpang Charitas sama dengan data primer, sedangkan pada Simpang Polda durasi lampu hijau di masing-masing jalan adalah 64 detik dan durasi lampu merah adalah 128 detik. Implementasi pewarnaan graf dengan algoritma Welch-powell pada lampu lalu lintas di Simpang Charitas tidak memberikan perubahan hasil, sedangkan pengaturan lampu lalu lintas di Simpang Polda diperoleh alternatif hasil baru.

Kata Kunci : lampu lalu lintas, pewarnaan simpul graf, Algoritma Welch-Powell

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Persimpangan	6
2.2. Definisi Graf	8
2.3. Jenis-jenis Graf	10
2.4. Terminologi Dasar	12

2.5. Pewarnaan Graf Algoritma Welch-Powell	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat	18
3.2. Waktu	18
3.3. Metode Penelitian	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Deskripsi Data	20
4.1.1. Sistem Arus Lalu Lintas di Simpang Charitas	20
4.1.2. Sistem Arus Lalu Lintas di Simpang Polda	22
4.2. Representasi Persimpangan ke Graf	24
4.2.1. Graf Simpang Charitas	24
4.2.2. Graf Simpang Polda	25
4.3. Pewarnaan Graf dengan Algoritma Welch-Powell.....	26
4.3.1. Pewarnaan Graf pada Simpang Charitas	27
4.3.2. Pewarnaan Graf pada Simpang Polda	28
4.4. Analisis Hasil	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Jumlah Derajat Simpul Graf G	17
Tabel 4.1. Durasi Lampu Lalu Lintas di Simpang Charitas	22
Tabel 4.2. Durasi Lampu Lalu Lintas di Simpang Polda	24
Tabel 4.3. Jumlah Derajat Simpul Graf Simpang Charitas	27
Tabel 4.4. Perbandingan Data Primer dan Data Baru Simpang Charitas.....	28
Tabel 4.5. Jumlah Derajat Simpul Graf Simpang Polda	29
Tabel 4.6. Perbandingan Data Primer dan Data Baru Simpang Polda.....	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Jenis Dasar Pertemuan Gerakan Kendaraan	6
Gambar 2.2. Sebuah Graf (V, E)	9
Gambar 2.3. Tiga Buah Graf	9
Gambar 2.4. Multigraf	10
Gambar 2.5. Pseudograf	10
Gambar 2.6. Graf Lengkap	11
Gambar 2.7. Graf Teratur	11
Gambar 2.8. <i>Bipartitegraph</i>	11
Gambar 2.9. Dua Buah Graf	12
Gambar 2.10. Dua Buah Graf Isomorfis	13
Gambar 2.11. Graf Terhubung dengan Jembatan (a, b)	14
Gambar 2.12. Dua Buah Graf	14
Gambar 2.13. Simpul Graf Berwarna	15
Gambar 2.14. Graf G	16
Gambar 2.15. Langkah-langkah Pewarnaan Simpul Graf G	17
Gambar 4.1. Ilustrasi Arus Lalu Lintas Simpang Charitas	20
Gambar 4.2. Ilustrasi Arus Lalu Lintas Simpang Polda	22
Gambar 4.3. Graf Simpang Charitas	25
Gambar 4.4. Graf Simpang Polda	26
Gambar 4.5. Hasil Pewarnaan Graf Simpang Charitas	27
Gambar 4.6. Hasil Pewarnaan Graf Simpang Polda	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Graf merupakan diagram yang memuat informasi hubungan antara suatu objek terhadap objek lainnya. Graf sering digunakan untuk menggambarkan berbagai struktur, misalnya rute jalan, ikatan kimia, struktur organisasi, penjadwalan mata kuliah, hingga pengaturan lalu lintas. Hal ini bertujuan untuk menyajikan objek-objek supaya lebih mudah dimengerti. Salah satu bentuk pemanfaatan graf adalah pewarnaan graf.

Pewarnaan graf terbagi menjadi tiga jenis, yaitu pewarnaan simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan region atau bidang. Pewarnaan graf adalah proses mewarnai seluruh simpul atau sisi atau bidang pada graf dengan warna-warna berbeda pada setiap ketetanggaan graf tersebut. Proses mewarnai graf dilakukan dengan memberikan bilangan terurut atau dapat juga berupa warna-warna berbeda. Pada pewarnaan graf digunakan algoritma untuk memudahkan proses pewarnaan graf. Beberapa algoritma pewarnaan graf antara lain, pewarnaan graf Barisan-Sederhana, Algoritma Genetika, Algoritma Semut (*Ant Colony*), Tabu Search, dan Algoritma Welch-Powell.

Algoritma Welch-Powell dinilai efektif dalam melakukan pewarnaan graf (Munir, 2010). Hal ini dikarenakan tingkat kerumitan algoritma Welch-Powell sangat rendah. Algoritma Welch-Powell dilakukan dengan cara memberikan warna berdasarkan derajat keanggotaan secara berurutan dari derajat terbesar ke derajat terkecil.

Salah satu implementasi pewarnaan graf adalah pada pengaturan lampu lalu lintas pada persimpangan. Pewarnaan graf yang digunakan adalah pewarnaan simpul graf. Persimpangan jalan akan dipresentasikan dalam bentuk graf dengan arus perjalanan yang diperbolehkan ditunjukkan oleh simpul, sedangkan arus perjalanan yang tidak diperbolehkan dilakukan bersamaan ditunjukkan oleh sisi graf. Algoritma yang digunakan untuk melakukan pewarnaan simpul graf adalah algoritma Welch-Powell.

Penerapan algoritma Welch-Powell sudah pernah dilakukan pada beberapa penelitian, seperti penelitian yang dilakukan oleh Purnamasari dkk (2012) yang membahas algoritma Welch-Powell untuk pengendalian lampu lalu lintas. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Meiliana & Maryono (2014) membahas tentang pewarnaan graf pada pengaturan lampu lalu lintas di Sukoharjo. Pada penelitian yang dilakukan oleh Diana dkk (2016) juga membahas pengaturan lampu lalu lintas di persimpangan Jalan Ahmad Yani Giant menggunakan pewarnaan graf. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Sagala & Sari (2018) juga membahas tentang pengaturan lalu lintas Gedangan dengan Pewarnaan Graf. Pada penelitian yang dilakukan oleh Annisa & Anna (2019) membahas tentang pengaturan lampu lalu lintas menggunakan algoritma Welch-Powell. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Utami dkk (2020) juga membahas tentang pengaturan lampu lalu lintas di Simpang Krian-Sidoarjo menggunakan algoritma Welch-Powell. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Fakhri dkk (2020) membahas tentang pewarnaan graf algoritma Welch-Powell untuk pengaturan lampu lalu lintas Pasteur Bandung. Penelitian ini juga

dikhususkan menggunakan pewarnaan graf algoritma Welch-Powell untuk pengaturan lampu lalu lintas di Simpang Charitas dan Simpang Polda Palembang.

Simpang Charitas dan Simpang Polda merupakan dua persimpangan yang paling ramai di kota Palembang (Febrian, 2014). Hal ini dikarenakan dua persimpangan ini merupakan jalan lintas Sumatra dan berada di pusat kota. Dua simpang ini sangat cocok untuk dijadikan objek penelitian dengan implementasi pewarnaan graf. Dua persimpangan ini akan dipresentasikan dalam bentuk graf dengan arah perjalanan atau arus ditunjukkan oleh simpul, sedangkan arah perjalanan yang tidak diperbolehkan untuk dilakukan bersamaan ditunjukkan oleh sisi graf.

Simpang Charitas memiliki empat lengan simpang yang mencakup Jalan Jendral Sudirman di bagian utara, Jalan Jendral Sudirman di bagian selatan, Jalan Kapten Ahmad Rivai di bagian barat, dan Jalan Veteran di bagian timur. Simpang tersebut merupakan simpang bersinyal dan menjadi simpang paling ramai di kota Palembang. Kendaraan dari masing-masing jalan dapat melewati lampu lalu lintas dengan bergerak maju, berbelok ke kiri, atau berbelok ke kanan.

Simpang Polda merupakan simpang bersinyal yang sudah dilengkapi dengan *fly-over*. Simpang ini terdiri dari empat lengan simpang yang mencakup Jalan Jendral Sudirman di bagian tenggara, Jalan Jendral Sudirman di bagian barat laut, Jalan Demang Lebar Daun di bagian barat daya, dan Jalan Jendral Basuki Rachmat di bagian timur laut. Simpang tersebut merupakan satu lintasan dengan Simpang Charitas. Kendaraan dari Jalan Sudirman hanya boleh berbelok ke kiri atau berbelok ke kanan, sedangkan dari Jalan Jendral Basuki Rachmat dan Jalan Demang Lebar

Daun kendaraan boleh bergerak maju, berbelok ke kiri, atau berbelok ke kanan. Kendaraan dari dua Jalan Jendral Sudirman juga bergerak bersamaan, artinya lampu lalu lintas di simpang ini terbagi menjadi tiga fase.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapat rumusan masalah penelitian adalah bagaimana mengimplementasikan algoritma Welch-Powell dalam pengaturan lalu lintas di Simpang Charitas dan Simpang Polda Palembang.

1.3 Pembatasan Masalah

Objek pengamatan pada penelitian ini adalah lampu lalu lintas pada Simpang Charitas dan Simpang Polda di Palembang Provinsi Sumatra Selatan dengan waktu siklus lampu lalu lintas sudah tersedia. Asumsi yang digunakan, yaitu mengabaikan waktu *intergreen*, volume kendaraan dan lebar persimpangan jalan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan waktu tunggu lampu lalu lintas menggunakan algoritma Welch-Powell.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat :

1. Sebagai sarana pengetahuan mengenai pewarnaan graf algoritma Welch-Powell serta penerapannya pada pengaturan lampu lalu lintas.

2. Sebagai bahan pertimbangan bagi Dinas Perhubungan untuk mengatur lampu lalu lintas.
3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A.A. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas*, Edisi Revisi. Malang, UPTP Universitas Muhammadiyah Malang.
- Aldous, J.M., & Wilson, R.J. (2004). *Graphs and Applications : An Introductory Approach*, Edisi ke-4. Britania Raya, The Open University.
- Annisa, R., & Anna (2019). Pemanfaatan Graf Dalam Pengaturan Warna Lampu Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Welch Powell. *Jurnal Teknik* 13(1): 18-23.
- Diana, E.L., Suryaningtyas, W., & Suprpti, E. (2016). Pengaturan Lampu Lalu Lintas di Persimpangan Jalan Ahmad Yani Giant dengan Aplikasi Pewarnaan Teori Graf. *MUST* 1(1): 69-85.
- Diestel, R. (2000). *Graph Theory*, Electronic Edition. New York, Springer-Verlag.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta.
- Fakhri, M.Y., Harahap, E., & Badruzzaman, F. (2020). Implementasi Algoritma Welch-Powell Pada Pengaturan Lampu Lalu Lintas Pasteur Bandung. Prosiding SPeSIA bidang Matematika. Bandung.
- Febrian, F. (2014). Analisis Perencanaan Penerapan Persimpangan Bersinyal Dinamis (Actuated Traffic Control System) pada Persimpangan di Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* 2(3): 397-406.
- Marpaung, F. (2018). Penerapan Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch-Powell Untuk Keefektifan Pengaturan Traffic Light di Simpang Majestik. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera* Vol. 16 (32). p-ISSN : 1693 - 1157, e-ISSN : 2527 – 9041
- Meiliana, C.H., & Maryono, D. (2014). Aplikasi Pewarnaan Graf untuk Optimalisasi Pengaturan Traffic Light di Sukoharjo. *JIPTEK* 7(1): 25-34.
- Munir, R. (2010). *Matematika Diskrit*, Edisi ke-4. Bandung, Penerbit Informatika.
- Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan. Jakarta.
- Purnamasari, D., Ilmi M.Z., & Putri, D.W.A. (2012). Algoritma Welch-Powell untuk Pengendalian Lampu Lalu Lintas. *UG Jurnal* 6(3): 1-7.

- Risdiyanto (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas:Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta, LeutikaPrio.
- Ruohonen, K. (2013). *Graph Theory*. Vancouver, University of British Columbia.
- Sagala, V., & Sari, F.M. (2018). Optimasi Pengaturan Lalu-lintas Jalan Raya Gedangan dengan Penerapan Algoritma Pewarnaan Graf. *J. Math. and Its Appl.* 15(1): 79-88.
- Soimah, A.M., & Mussafi N.S.M. (2013). Pewarnaan Simpul dengan Algoritma Welch-Powell pada Traffic Light di Yogyakarta. *Jurnal Fourier*. 2(1): 73-79.
- Utami, W.D., Saputra A.N.D., & Intan P.K. (2020). Optimasi Waktu Tunggu Lampu Lalu Lintas pada Simpang Lima Krian-Sidoarjo menggunakan Algoritma Welch-Powell. *Math Vision* 2(1): 1-6.
- Wibisono, S. (2008). *Matematika Diskrit*, Edisi kedua. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Wilson, R.J. (1996). *Introduction to Graph Theory*, Edisi ke-4. London, Prentice Hall.