

Penerapan Teori Graf pada Pengaturan Lampu Lalu Lintas di Perempatan Alun Alun Kota Bojonegoro

Alamul Yaqin^{1*}, Denik Fitri Setiyowati², Diah Yuliandari³, Fajar Setia Ningsih⁴, Lailatul Fitriyah⁵, Mira Aviva Anisa Putri⁶, Retno Dwi Oktaviani⁷, Ria Fajrin Aguzzawa⁸, Ruliyani⁹, M. Ivan Ariful Fathoni¹⁰

¹ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; *alamulyaqin001@gmail.com

² Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; denikfitri12@gmail.com

³ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; diahyulian07@gmail.com

⁴ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; fajarsetia811@gmail.com

⁵ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; lailatulfitriyah1611@gmail.com

⁶ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; miraaputri@gmail.com

⁷ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; retno10ngraho@gmail.com

⁸ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; riafajrinaguzzawa22@gmail.com

⁹ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; yani06393@gmail.com

¹⁰ Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, Indonesia; fathoni@unugiri.ac.id

Abstrak. Pada perempatan jalan, sangat diperlukan pengaturan lampu lalu lintas agar kendaraan dapat melewati dengan aman dan nyaman. Nyala lampu lalu lintas diatur semaksimal mungkin agar kendaraan yang melalui bisa berjalan dengan tertatur. Ada banyak solusi untuk mengatur lampu lalu lintas di perempatan jalan. Pada penelitian ini, contoh perempatan yang akan diatur adalah perempatan alun-alun bojonegoro dengan menggunakan teori graf. Teori Graf yang dipakai adalah teknik pewarnaan graf dengan pewarnaan simpul. Simpul yang dipakai melambangkan jalur kendaraan. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode observasi yang merupakan metode pengumpulan data dengan cara penempatan atau peninjauan langsung terhadap objek penelitian yang sama untuk dipilih . data pada penelitian ini diperoleh dengan mengamati jumlah waktu pada persimpangan simpang empat alun-alun Bojonegoro secara langsung. Hasil pada penelitian ini menghasilkan efektifitas interval waktu pagi,siang dan,sore pada durasi lampu hijau berkurang sebesar 5%.dan durasi lampu merah berkurang sebesar 2%

Kata Kunci: Teori Graf, Pewarnaan Graf, Simpul, Persimpangan Lampu Lalu Lintas.

Abstract. At an crossroads, the traffic lights are needed so that vehicles can pass safely and comfortably. The traffic lights are set as much as possible so that the vehicle going through can run with tertatur. There are a lot of solutions to orchestrate a traffic light at the crossroads. On this paper, examples of intersection to be regulated are the North Ring Road intersection using a graph theory. The Graph that is used is a technique of graphene dye with nodes. The nodes used symbolizes the vehicle lane. The method used in this study is the observation method which is a method of collecting data by placing or direct observation of the same research object to be selected. The data in this study were obtained by directly observing the amount of time at the intersection of the four Bojonegoro squares. The results of this study resulted in the effectiveness of the time intervals in the morning, afternoon and evening when the duration of the green light was reduced by 5%. And the duration of the red light was reduced by 2%.

Keywords: Graph Theory, Coloring Graph, Nodes, Intersection of the Traffic Lights.

Pendahuluan

Lampu lalu lintas digunakan untuk mengatur kelancaran kendaraan di suatu persimpangan jalan, karena manfaatnya yang begitu krusial maka lampu lintas wajib bisa dikendalikan atau dikontrol dengan sebaik mungkin demi memperlancar arus kemudian lintas disuatu persimpanganjalan. Lampu lalu lintas menjadi tanda ketika kendaraan wajib berjalan dan berhenti secara bergantian menurut berbagai arah.

Lampu lalu lintas yang terdapat dalam persimpangan jalan mempunyai beberapa tujuan, antara lain menghindari kecelakaan dan stagnasi yang terjadi dampak adanya disparitas arus jalan bagi pengendara, dan memfasilitasi pejalan kaki supaya bisa menyeberang dengan aman. Tujuan lampu lalu lintas sangat krusial, maka diharapkan pengendalian lampu lalu lintas harus benar-benar diperhatikan untuk menghindari kemacetan maupun kecelakaan lalu lintas.

Alun-alun Bojonegoro selalu ramai didatangi pengunjung khususnya waktu libur dan di alun-alun terdapat sebuah perempatan pada ke-tiga sisinya yang paling ramai dilewati kendaraan yaitu perempatan di sebelah utara, karena pada persimpangan tersebut merupakan salah satu akses jalan untuk pergi ke sekolah, kampus, rumah sakit, kantor pemerintah, swalayan, perumahan masyarakat maupun tempat kerja.

Copyright © 2023

Buana Matematika :

Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika

p-ISSN : 2088-3021

e-ISSN : 2598-8077

Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan harus dibuat pengaturan lampu lalu lintas yang teratur dan tertata. Pengaturan lalu lintas ini dapat diatasi dengan menggunakan teori graf. Teori graf merupakan salah satu cabang dari matematika yang bermanfaat di berbagai bidang ilmu pengetahuan. Terdapat banyak aplikasi yang berkaitan pada teori graf. Salah satu bagian dari teori graf yaitu pewarnaan graf.

Algoritma Welch-Powell merupakan salah satu dari algoritma teori graf. Pada Algoritma Welch-Powell, simpul graf mewakili arus lalu lintas sedangkan sisi graf menghubungkan pasangan simpul yang arusnya tidak boleh dilakukan secara bersamaan (uncompatible) atau pasangan arus yang menyebabkan konflik. Algoritma Welch-Powell tidak hanya digunakan untuk penjadwalan tetapi juga untuk persimpangan juga.

Untuk menghindari kesamaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, peneliti mengulas sejumlah karya ilmiah yang memberikan gambaran tentang beberapa karya atau penelitian terkait, antara lain:

Penelitian yang berjudul “Optimasi Pengaturan Lalu-lintas Jalan Raya Gedangan dengan Penerapan Algoritma Pewarnaan Graf” oleh Viktor Sagala, Fadila Mekar Sari (2018). Jurnal Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Dr. Soetomo Surabaya Volume 15. Hasil dari penelitian ini yakni Penerapan algoritma pewarnaan Welch-Powell untuk menentukan bilangan kromatik graf dapat memberi alternatif penyelesaian dari masalah kemacetan yang ada disimpang empat Jalan Raya Gedangan sedangkan dalam penelitian ini meneliti tentang penerapan teori graf di perempatan alun-alun kota Bojonegoro.

Penelitian yang berjudul “Penerapan Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma welch- powell untuk keefektifan pada pengaturan lampu lalu lintas” Jurnal penelitian oleh Dina Ulfa Mahfuza dan Mulyono (2020). FMIPA Universitas Negeri Medan Vol 6 Nomor 2. Pengaturan lalu lintas ini menggunakan teori graf. Menggunakan aplikasi yang berkaitan pada teori graf, salah satunya yaitu pewarnaan graf Algoritma Welch-Powell untuk pengaturan lampu lalu lintas. Penelitian ini menggunakan data sekunder dan data primer

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian berikut adalah menjelaskan pewarnaan graf pada tempat yang berbeda.

Penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Graf Dalam Pengaturan Warna Lampu Lalu Lintas Menggunakan Algoritma Welch Powell”. Jurnal Penelitian oleh: Riski Anisa dan Anna Anna (2019) Universitas Bina Sarana Informatika Kampus Kota Pontianak. Aksioma Vol 13 Nomor 1. Hasil penelitian diperoleh Dalam tulisan tentang pewarnaan lampu lalu lintas dengan graph dan menggunakan algoritma Welch Powell. Graf disini dalam lampu lalu lintas digunakan untuk menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah lalu lintas. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian berikut adalah tempat yang diteliti oleh peneliti dengan data yang jelas berbeda.

Penelitian yang berjudul “Pengaturan Lampu Lalu Lintas Di Persimpangan Jalan Ahmad Yani Giant Dengan Aplikasi Pewarnaan Teori Graf”.Jurnal Penelitian oleh: Erna Lus Diana, Wahyuni Suryaningtyas, Endang Suprpti(2016) Prodi Pendidikan Matematika FKIP UM Surabaya Vol 1 Nomor 1. Penelitiannya melalui Lampu Lalu Lintas Di Persimpangan Jalan Ahmad Yani Giant Dengan Aplikasi Pewarnaan Teori Graf .Penelitian dilakukan di persimpangan simpang tiga jalan Ahmad Yani Giant, Kota Surabaya. Bagian yang diamati adalah berapa waktu tunggu pada lampu lalu lintas. Waktu penelitian dilakukan pada pagi, siang, dan sore.

Penelitian yang berjudul “Penerapan Graf Kompatibel Pada Penentuan Waktu Tunggu Total Optimal Di Persimpangan Jalan Kaligarang Kota Semarang”.Jurnal Penelitian oleh: Ririn Dwi Hardianti , Rochmad Rochmad , Riza Arifudin (2013) Vol 2 Nomor 1. Hasil penelitian ini diperoleh bentuk graf kompatibel dari hasil pemodelan arus lalu lintas di persimpangan jalan simpang empat jalan Kaligarang-Kelud Raya-Bendungan Kota Semarang, waktu tunggu total optimal di simpang empat jalan Kaligarang-Kelud Raya-Bendungan Kota Semarang hasil yang didapat di lapangan adalah 389 detik sedangkan dengan menggunakan graf kompatibel menghasilkan 120

Copyright © 2023

detik. Perbedaannya pada penelitian ini menggunakan graf kompatibel untuk menentuka waktu tunggu optimal di persimpangan jalan Kaligarang kota Semarang

Penelitian mengenai pewarnaan graf telah dilakukan oleh Erna Lus Diana, Wahyuni Suryaningtyas, Endang Supraptidengan judul “Pengaturan Lampu Lalu Lintas Di Persimpangan Jalan Ahmad Yani Giant Dengan Aplikasi Pewarnaan Teori Graf” yang dilakukan di persimpangan jalan Ahmad Yani Surabaya. Penelitian tersebut bertujuan untuk mendeskripsikan hasil optimasi pengaturan lalu lintas dengan menerapkan algoritma pewarnaan, untuk mendapatkan bilangan khromatik graf. Dieroleh hasil bilangan kromatik graf model adalah 3, sehingga durasi lampu hijau akan bertambah menjadi 42.67 detik dan durasi lampu merah menyala berkurang menjadi 21.33 detik. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah pewarnaan graf menggunakan algoritma Welch-Powell. Penelitian di laksanakan di simpang empat alun-alun bojonegoro tujuan dari penelitian ini mengetahui optimasi waktu lampu lalu lintas yang sesuai dan mengetahui pewarnaan graf dari simpang empat alun-alun bojonegoro. Hasil dari penelitian diperoleh bilangan khromatik 4. Setelah itu dilakukan simulasi perubahan durasi lampu merah dan hijau. menghasilkan ada pengurangan durasi lampu hijau dan lampu merah.

Metode

Penelitian ini dilakukan di perempatan alun-alun sebelah utara Kota Bojonegoro untuk mengambil data berupa durasi lampu lalu lintas pada pagi, siang dan sore hari. Penelitian ini dilakukan selama 1 minggu senin-jumat yaitu pada hari Senin dengan asumsi volume kendaraan tinggi dan hari jumat dengan asumsi volume kendaraan rendah yang dilakukan pada pagi hari pada pukul 07.00-08.30 WIB, siang hari pada pukul 12.00-13.30 WIB dan sore hari pada pukul 17.00-18.30 WIB.

Artikel hasil kajian kepustakaan memiliki ketentuan pada perumusan masalah harus muncul secara eksplisit dan metode/cara mengkajinya harus dituliskan dibagian ini. Urutan yang dipaparkan pada bagian metode, harus sesuai dengan urutan pada bagian hasil penelitian.

Copyright © 2023

Buana Matematika :

Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika

p-ISSN : 2088-3021

e-ISSN : 2598-8077

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode observasi yang merupakan metode pengumpulan data dengan cara penempatan atau peninjauan langsung terhadap objek penelitian yang sama untuk dipilih. data pada penelitian ini diperoleh dengan mengamati jumlah waktu pada persimpangan simpang empat alun-alun Bojonegoro secara langsung.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pengambilan data sekunder berupa durasi lampu lalu lintas di persimpangan alun-alun kota bojonegoro pada pagi, siang dan sore hari dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Table 1. durasi waktu siklus lampu lalu lintas pagi hari

Nama Jalan	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau(detik)
Jl.imam bonjol	24	3	20
Jl.hasyim asyari	27	3	13
Jl.mastrip	24	3	20
Jl.hasyim asyari	27	3	16

Table 2. durasi waktu siklus lampu lalu lintas siang hari

Nama jalan	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau(detik)
Jl.imam bonjol	24	3	15
Jl.hasyim asyari	27	3	13
Jl.mastrip	24	3	20
Jl.hasyim asyari	27	3	16

Table 3. durasi waktu siklus lampu lalu lintas sore hari

Nama jalan	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau(detik)
Jl.imam bonjol	24	3	15
Jl.hasyim asyari	22	3	13
Jl.mastrip	23	3	15
Jl.hasyim asyari	22	3	15

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena kemampuan individu pengemudi

Memiliki sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku individu pengemudi yang berbeda. Arus lalu lintas pada

Copyright © 2023

Buana Matematika :

Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika

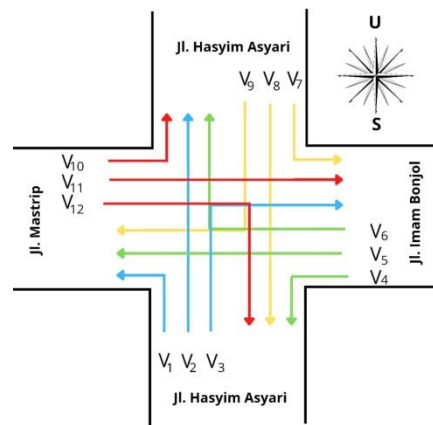
p-ISSN : 2088-3021

e-ISSN : 2598-8077

suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasarkan waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap arus lalu lintas.

Penyelesaian kasus pengaturan lampu lalu lintas pada persimpangan Ring road Alun-alun Kota Bojonegoro sebagai berikut:

1. Mentransformasikan persimpangan ring road alun alun kota Bojonegoro kedalam sebuah graf
2. Mewarnai Graf dengan menggunakan algoritma Welch- Powell.
3. Menghitung tingkat keefektivisan durasi total lampu lalu lintas



Gambar 1. Transformasi Sistem Lalu Lintas
Persimpangan Ring Road Alun-Alun Kota Bojonegoro

Penyelesaian lampu lalu lintas pada persimpangan alun-alun bojonegoro sebagai berikut :

- 1) Mentransformasikan persimpangan alun-alun ke dalam sebuah graf

Arus-arus yang *incompatible* (tidak boleh berjalan bersamaan) adalah

- a. Arus v_2 dengan $v_5, v_6, v_9, v_{11}, v_{12}$
- b. Arus v_5 dengan $v_2, v_3, v_8, v_9, v_{12}$
- c. Arus v_3 dengan $v_5, v_6, v_8, v_9, v_{11}, v_{12}$
- d. Arus v_6 dengan $v_2, v_3, v_8, v_9, v_{11}, v_{12}$

Copyright © 2023

Buana Matematika :

Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika

p-ISSN : 2088-3021

e-ISSN : 2598-8077

e. Arus v_8 dengan $v_3, v_5, v_6, v_{11}, v_{12}$

f. Arus v_{11} dengan v_2, v_3, v_6, v_8, v_9

g. Arus v_9 dengan $v_2, v_3, v_5, v_6, v_{11}, v_{12}$

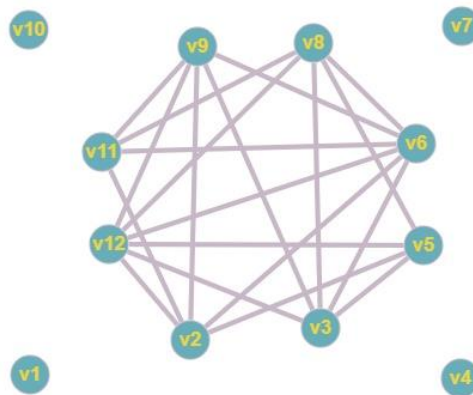
h. Arus v_{12} dengan $v_2, v_3, v_5, v_6, v_8, v_9$

Selanjutnya masalah arus lalu lintas dimodelkan menjadi matriks untuk menggambarkan graf.

Tabel 4. Matriks untuk pembuatan graf

	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12
v1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
v3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
v4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v5	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
v6	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
v7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v8	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
v9	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
v10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v11	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
v12	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0

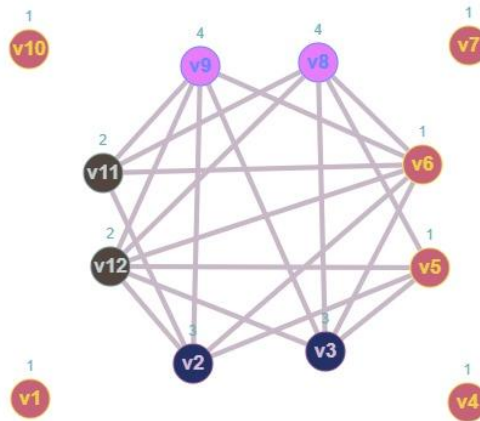
Sehingga diperoleh graf pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Graf model permasalahan arus lalu lintas simpang 4 alun-alun kota Bojonegoro

Dari transformasi graf pada gambar 2 terlihat bahwa pada simpul v_1, v_4, v_7, v_{10} merupakan simpul asing yaitu simpul yang tidak saling berhubungan dengan simpul yang lain sehingga arus yang dinyatakan dengan simpul v_1, v_4, v_7, v_{10} dapat berjalan bersamaan dikarenakan belok kiri jalan terus

2) Mewarnai Graf dengan Algoritma Welch-Powell



Gambar 3. Pewarnaan graf model Arus Lalulintas Ring road alun-alun kota Bojonegoro

Dari pewarnaan graf pada gambar 3 bilangan kromatik yang diperoleh adalah 4.

Tabel 4. Pembuktian bilangan kromatik

Warna	Simpul
Biru	v_2, v_3
Ungu	v_8, v_9
Merah	v_5, v_6
Coklat	v_{11}, v_{12}

Dari tabel diatas dapat dibagi menjadi 4 partisi pengaturan lampu lalu lintas yaitu partisi pertama arus v_2 dan v_3 dapat berjalan bersamaan, partisi kedua arus v_8 dan v_9 dapat berjalan bersamaan, partisi ketiga arus v_5 dan v_6 dapat berjalan bersamaan, partisi kedua arus v_{11} dan v_{12} dapat berjalan bersamaan.

- 3) Menghitung tingkat keefektifitasan durasi total lampu lalu lintas

Tabel 5. tingkat keefektifitasan durasi total lampu lalu lintas

Interval waktu	Lampu	Tingkat keefektifitasan
07.00-08.30	Hijau	69%
	Merah	102 %
12.00-13.30	Hijau	64 %
	Merah	102 %
17.00-18.30	Hijau	58 %
	Merah	91 %

Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan bahwa perhitungan tingkat keefektifitasan durasi total pengaturan lalu lintas data pada persimpangan alun-alun kota Bojonegoro pada interval waktu pagi,siang dan,sore menghasilkan efektifitas pada durasi lampu hijau berkurang sebesar 5%.dan durasi lampu merah berkurang sebesar 2%. Pembuatan simulasi di tujukan untuk mengetahui 4 fase pada pengaturan lampu lalu lintas di persimpangan alun-alun kota bojonegoro, dimana jika satu lampu ruas jalan menyala hijau maka ketiga ruas jalan lainnya akan berwarna merah dengan durasi lampu lalu lintas yang di peroleh dari algoritma welch-powell

Daftar Pustaka

- A. K. Baruah, "Clique Matrix of a Graph in Traffic Control Problems," vol. 53, no. 6, pp. 41–45, 2012.
- F. Mekarsari, "Penerapan Teori Graph pada Persimpangan Jalan Raya Gedangan Menggunakan Algoritma Welch-Powell untuk Optimalisasi Pengaturan Traffic Light," Universitas Dr. Soetomo Surabaya, 2017.

- S. Fajar Fitra Anugra, "Penanganan Kemacetan Lalu Lintas di Koridor Jalan Kramat Gantung, Surabaya," vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2014.
- R. Munir, *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika, 2005.
- I. K. Budiayasa, *Teori Graph dan Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press, 2006.
- D. W. A. . Detty Purnamasari, Muhammad Zidni Iلمان, "Algoritma Welch-Powell untuk Pengendalian Lampu Lalu Lintas," Univ. Gunadarma, vol. 6 No. 03, pp. 1–7, 2012.
- P. Untuk and O. Pengaturan, "Menggunakan Algoritma Welsh-," 2015.
- C. H. Meiliana, D. Maryono, K. V Fkip, and J. Ahmad, "Aplikasi pewarnaan graf untuk optimalisasi pengaturan," vol. VII, no. 1, 2014.
- U. Indonesia, "Simulasi optimasi pengaturan lampu lalu lintas di kota depok menggunakan pendekatan greedy berbasis graf," pp. 223–228, 2010.
- D. A. Setiawan, "Penerapan Graph pada Persimpangan menggunakan Algoritma Welch Powell untuk Optimalisasi Pengaturan Traffic Light," UNNES J. Math., pp. 145–152, 2016.
- V. Hutabarat, "Implementasi Graph Coloring Dalam Pemetaan Daerah Kabupaten Serdang Bedagai," 2009.
- N. As'ad, "Aplikasi Pewarnaan Graf pada Pemecahan Masalah Penyusunan Jadwal," <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2008-2009/Makalah2008/Makalah0809-038.pdf>, vol. 38, pp. 1–6, 2008.
- Faisal, "Teknik Menentukan Perjalanan pada Masalah Persimpangan dengan Menggunakan Metode Greedy Coloring," J. Penelit. Ilmu Komputer, Syst. Embed. Log., vol. 1, pp. 43–46, 2013.
- D. A. Nugroho, "Analisis Penerapan Belok Kiri Langsung Terhadap Tundaan Lalu Lintas Pada Pendekat Persimpangan Bersinyal," Univ. Diponegoro, 2008.
- Sugyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif*. Bandung: Alfabeta, 2005.
- Nugroho, A. D., (2008): Analisis Penerapan Belok Kiri Langsung Terhadap Tundaan Lalu Lintas Pada Pendekat Persimpangan Bersinyal (Study Kasus Di Kota Semarang), Tesis Universitas Diponegoro,
- Sembiring, Z., (2017): Fuzzy Linear Programming Untuk Pemilihan Jenis Kendaraan Dalam Mengantisipasi Kemacetan Lali Lintas Di Kota Medan, *Jurnal Teknovasi*, 4(1), 59–69.

As'ad, N., (2008): Aplikasi Pewarnaan Graf Pada Pemecahan Masalah
Penyusunan Jadwal, Institut Teknologi Bandung, miah Pendidikan
MIPA. <https://doi.org/10.30998/formatif.v7i3.2231>