

Penerapan Graf Kompatibel Untuk Penentuan Waktu Tunggu Optimal Dan Pengaturan Warna Lampu Lalu Lintas Di Perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta

Sri Basriati¹, Sri Wahyuni²

^{1,2}Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: ¹sribasriati@hotmail.com, ²yunisriwahyuni24@gmail.com

ABSTRAK

Masalah kemacetan menjadi masalah yang paling kompleks yang terjadi di persimpangan jalan. Upaya untuk mengurangi kemacetan dapat dilakukan dengan mengoptimalkan waktu tunggu di persimpangan jalan saat lampu merah dan pengelompokkan arus-arus yang saling kompatibel. Arus lalu lintas yang kompatibel yaitu dua buah arus lalu lintas jika keduanya dapat berjalan bersamaan dengan aman atau tidak menimbulkan kecelakaan. Graf kompatibel mengandung dua buah himpunan di mana titik-titiknya menunjukkan objek-objek yang akan diatur, dan sisi-sisinya menunjukkan pasangan objek yang kompatibel (sesuai). Penggambaran objek dan hubungan antar objek dalam graf kompatibel dapat digunakan dalam penyelesaian masalah lalu lintas ini dalam pengaturan arus-arus lalu lintas. Hasil penelitian ini diperoleh waktu tunggu di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta selama 670 detik sedangkan dengan menggunakan graf kompatibel menghasilkan 180 detik. Perhitungan hasil waktu tunggu total optimal berdasarkan graf kompatibel lebih optimal (minimal) dibandingkan dengan pengaturan yang sudah diterapkan. Kelompok arus yang saling kompatibel berada pada satu warna lampu juga diperoleh dalam penerapan graf kompatibel.

Kata Kunci: Graf kompatibel, Lampu lalu lintas, Waktu tunggu

ABSTRACT

Traffic jam being the most complex problem that happened at the crossroad. Optimizing the waiting time at the crossroad when red light and grouping the tides that compatible each other can be used as the effort to reduce traffic jam. Traffic flow that compatible are two traffic flow and they can operated simultaneously and does not lead an accident. Compatible graph contains two set in which the point of this is showed the object to be set, and the sides show a couple of corresponding object. The description of object and object relationships in compatible graph can be used to solving traffic problems in the traffic flow arrangements. The result of this research got from the waiting time in the crossroads Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta during 670 seconds, while by using compatible graph the result is 180 second. Calculation the result of optimal waiting time based on compatible graph more optimal (minimal) compared with the setting that already applied. Grouping the tides that compatible in one colour of light also obtained in the application of compatible graph.

Keywords: Compatible graph, Timeout, Traffic lights.

Pendahuluan

Arus lalu lintas di kota-kota besar khususnya Kota Pekanbaru semakin lama semakin meningkat. Peningkatan arus lalu lintas ini tentunya dapat menimbulkan kemacetan. Kemacetan sering ditemui pada persimpangan jalan khususnya persimpangan jalan yang banyak menghubungkan berbagai akses jalan. Persimpangan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta

merupakan persimpangan yang memiliki kondisi kemacetan yang cukup tinggi karena selain persimpangan ini banyak menghubungkan berbagai akses jalan, persimpangan ini juga menghubungkan ke arah jalan utama yaitu Jalan Jenderal Sudirman. Kemacetan ini menimbulkan peningkatan waktu tunggu di persimpangan jalan oleh para pengguna jalan. Lamanya seseorang menunggu pada persimpangan jalan sebelum lampu hijau menyala dapat diartikan sebagai waktu tunggu. Waktu tunggu di persimpangan jalan dapat dioptimalkan dengan mengalokasikan graf kompatibel pada asumsi waktu yang telah ditetapkan (Hardianti, 2013).

Salah satu upaya mengurangi kemacetan di persimpangan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta yaitu dengan lampu lalu-lintas. Pengaturan warna lampu lalu lintas juga dapat diatur dengan menerapkan graf kompatibel (Baruah dan Baruah, 2012). Arus-arus yang saling kompatibel dibagi atas beberapa kelompok. Pembagian kelompok tersebut berdasarkan atas banyaknya jumlah persimpangan. Pengaturan warna ini memungkinkan kelompok-kelompok arus yang saling kompatibel berada pada warna yang sama. Baruah dan Baruah juga melakukan penelitian pada tahun yang sama mengenai pembagian kelompok arus yang kompatibel. Namun, pada penelitian kedua tersebut Baruah dan Baruah membagi kelompok-kelompok arus yang kompatibel dengan menggunakan kelompok matriks dalam graf. Kelompok matriks yang terbentuk menghasilkan kelompok-kelompok arus yang kompatibel. Kelompok matriks tersebut kemudian dialokasikan dalam periode waktu yang berbentuk diagram jam.

Masalah pengaturan lampu lalu lintas berkaitan dengan masalah pengaturan arus kendaraan pada persimpangan jalan dan pengaturan waktu siklus lampu merah dan lampu hijau. Banyak ditemui pada persimpangan jalan dengan lampu lalu lintas yang memiliki durasi lampu hijau yang singkat dan lampu merah yang lama. Tentunya masalah pengaturan warna lampu lalu lintas ini berhubungan erat pula pada penentuan waktu tunggu yang dihasilkan pada sebuah persimpangan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana penerapan graf kompatibel pada penentuan waktu tunggu optimal dan pengaturan warna lampu lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu tunggu total optimal serta pengaturan warna lampu lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta dengan menggunakan graf kompatibel. Sedangkan manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan untuk Dinas Perhubungan dalam penetapan waktu tunggu optimal dan pengaturan warna lampu lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta.

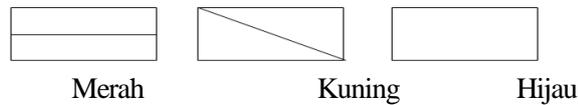
Metode Penelitian

Beberapa langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk memperoleh waktu tunggu optimal dan pengaturan warna lampu lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta dengan menggunakan graf kompatibel (1) mendefinisikan warna lampu yang digunakan dalam pengaturan warna lampu lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta. (2) mengumpulkan data durasi waktu dari setiap warna lampu lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta (3) menggambarkan bentuk arus lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta (4) merepresentasikan arus lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta dalam bentuk graf kompatibel (5) mendefinisikan himpunan graf yang terhubung atau graf tertutup dan saling kompatibel berdasarkan arus lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta (6) Mendapatkan subgraf lengkap yang kompatibel dengan arus lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta (7) menentukan waktu tunggu optimal dan (8) mendapatkan pengaturan warna lampu lalu lintas.

Hasil dan Pembahasan

Persimpangan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta memiliki tiga indikasi warna lampu yaitu merah, kuning dan hijau. Warna-warna tersebut memiliki fungsi untuk sistem pergerakan arus lalu lintas. Warna merah berfungsi untuk tanda berhenti, kuning tanda hati-hati atau jalan pelan-pelan

dan hijau menandakan berjalan. Gambar yang menjelaskan indikasi warna lampu lalu lintas tersebut adalah sebagai berikut:

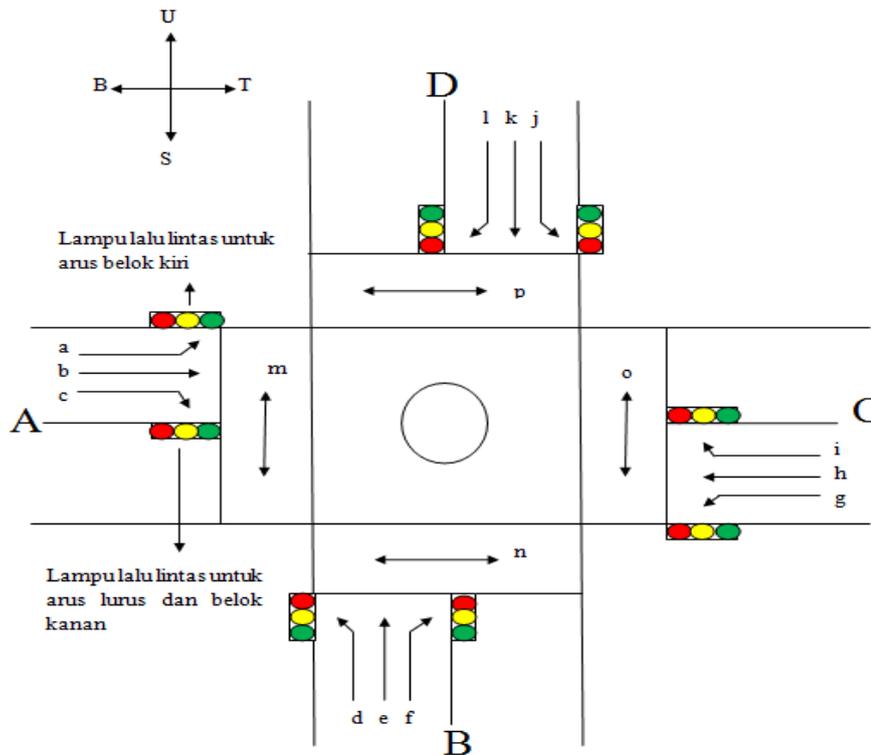


Gambar 1. Indikasi Lampu Lalu lintas

Setiap indikasi warna lampu lalu lintas di perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta masing-masing memiliki durasi waktu. Durasi waktu dari ketiga warna diatas diperoleh dari pengambilan data secara langsung dilapangan. Pengambilan data dilakukan selama tujuh hari dengan tiga waktu yang berbeda yaitu pagi, siang dan sore. Perbedaan waktu tersebut menghasilkan perhitungan yang sama yaitu :

Tabel 1. Siklus Waktu Lampu Lalu Lintas pada Persimpangan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta

Nama Jalan	Arah Jalan	Warna Lampu		
		Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau (detik)
Tuanku Tambusai	Barat	173	5	45
	Timur	154	5	41
Soekarno Hatta	Utara	172	5	47
	Selatan	171	5	45



Gambar 2. Sistem Arus Lalu Lintas di Perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta

Keterangan Gambar 2:

- A : Jalan Tuanku Tambusai arah Barat
- B : Jalan Soekarno Hatta arah Selatan

C : Jalan Tuanku Tambusai arah Timur
 D : Jalan Soekarno Hatta arah Utara

Lintasan-lintasan yang terdapat pada Gambar 2 yaitu :

(1) Lintasan arus kendaraan

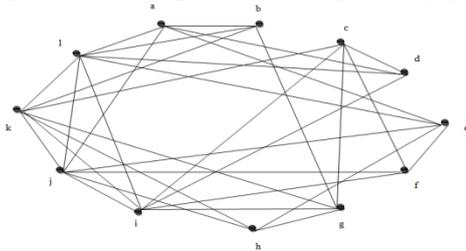
- Lintasan AB : Jalan Tuanku Tambusai arah barat ke Jalan Soekarno Hatta arah Selatan
- Lintasan AC : Jalan Tuanku Tambusai arah barat ke Jalan Tuanku Tambusai arah Timur
- Lintasan AD : Jalan Tuanku Tambusai arah barat ke Jalan Soekarno Hatta arah Utara
- Lintasan BA : Jalan Soekarno Hatta arah Selatan ke Jalan Tuanku Tambusai arah barat
- Lintasan BC : Jalan Soekarno Hatta arah Selatan ke Jalan Tuanku Tambusai arah Timur
- Lintasan BD : Jalan Soekarno Hatta arah Selatan ke Jalan Soekarno Hatta arah Utara
- Lintasan CA : Jalan Tuanku Tambusai arah Timur ke Jalan Tuanku Tambusai arah barat
- Lintasan CB : Jalan Tuanku Tambusai arah Timur ke Jalan Soekarno Hatta arah Selatan
- Lintasan CD : Jalan Tuanku Tambusai arah Timur ke Jalan Soekarno Hatta arah Utara
- Lintasan DA : Jalan Soekarno Hatta arah Utara ke Jalan Tuanku Tambusai arah barat
- Lintasan DB : Jalan Soekarno Hatta arah Utara ke Jalan Soekarno Hatta arah Selatan
- Lintasan DC : Jalan Soekarno Hatta arah Utara ke Jalan Tuanku Tambusai arah Timur

(2) Lintasan arus pejalan kaki

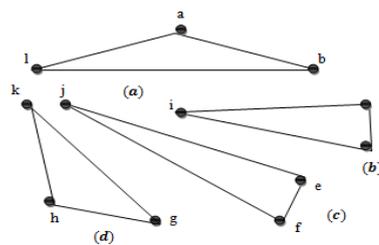
- Lintasan m : pejalan kaki yang melintas/menyeberang pada Jalan Tuanku Tambusai arah Barat
- Lintasan n : pejalan kaki yang melintas/menyeberang pada Jalan Soekarno Hatta arah Selatan
- Lintasan o : pejalan kaki yang melintas/menyeberang pada Jalan Tuanku Tambusai arah Timur
- Lintasan p : pejalan kaki yang melintas/menyeberang pada Jalan Soekarno Hatta arah Utara.

Penggambaran graf kompatibel berdasarkan pada asumsi penggambaran arus lalu lintas. Hal ini menyebabkan bentuk graf kompatibel dapat berubah sesuai dengan asumsi arus yang diberikan. Asumsi-asumsi arus yang diambil pada simpang empat Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta adalah (1) asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu (2) asumsi arus saat belok kiri mengikuti lampu (3) asumsi arus d tidak mengikuti lampu. Arus d pada asumsi ini merupakan arus belok kiri pada Jalan Soekarno Hatta dari arah Selatan (4) asumsi saat suatu jalur berjalan, arus belok kiri yang berjalan hanya dari arah sebelah kanannya.

Asumsi pertama melibatkan 12 arus yang mana, 8 arus untuk arus kendaraan dan 4 arus untuk pejalan kaki. Arus-arus tersebut adalah arus $b, c, e, f, h, i, k, l, m, n, o$, dan p seperti terlihat pada Gambar 2. Graf kompatibel untuk sistem arus lalu lintas saat belok kiri tidak mengikuti lampu terlihat pada Gambar 3. Sedangkan Subgrafnyanya dapat dilihat pada Gambar 4 dengan himpunannya yaitu $S_1 = \{a, b, l\}$, $S_2 = \{c, d, i\}$, $S_3 = \{e, f, j\}$ dan $S_4 = \{g, h, k\}$.

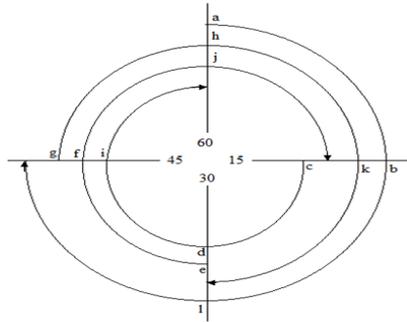


Gambar 3. Graf Kompatibel Sistem Arus Lalu Lintas Saat Belok Kiri

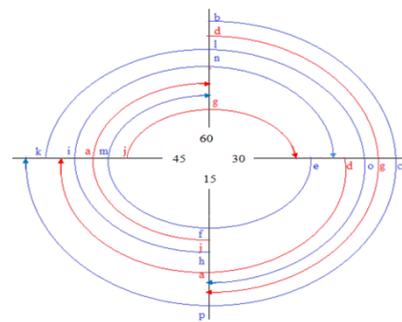


Gambar 4. (a) Subgraf S_1 , (b) Subgraf S_2 , (c) Subgraf S_3 , (d) Subgraf S_4

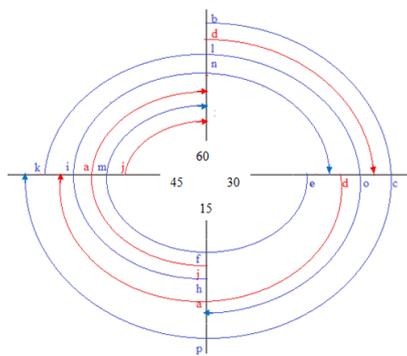
Salah satu pengaturan yang dapat diperoleh dari subgraf lengkap di atas adalah dengan arus lalu lintas yang kompatibel berjalan bersama. Masing-masing asumsi memiliki subgraf yang berbeda-beda sehingga, menghasilkan pengaturan waktu tunggu yang berbeda pula. Pengaturan waktu tunggu optimal dijelaskan dalam diagram jam pada Gambar 5 untuk asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu, Gambar 6 untuk asumsi arus saat belok kiri mengikuti lampu, Gambar 7 untuk asumsi arus d tidak mengikuti lampu dan asumsi saat suatu jalur berjalan, arus belok kiri yang berjalan hanya dari arah sebelah kanannya pada Gambar 8.



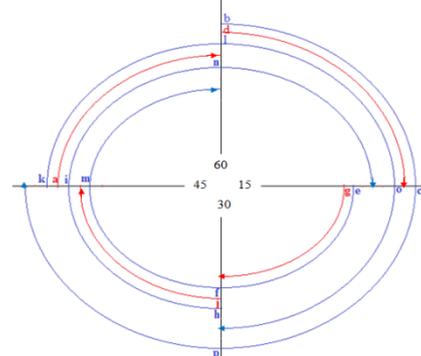
Gambar 5. Diagram Jam asumsi 1



Gambar 6. Diagram Jam Asumsi 2



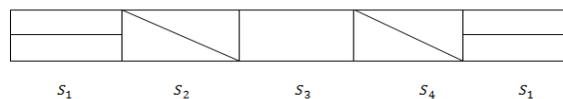
Gambar 7. Diagram Jam Asumsi 3



Gambar 8. Diagram Jam Asumsi 4

Gambar 5 menjelaskan bahwa masing-masing S_i terdiri dari 3 arus yang dapat berjalan bersama. Jelas terlihat pada diagram jam di atas bahwa setiap perputaran 60 detik terdapat 3 simpul yang berjalan. Hal ini menghasilkan waktu tunggu sebesar 15 detik untuk masing-masing simpul. Jumlah keseluruhan simpul yaitu $3 \times 4(S_i) = 12$ simpul. Oleh karena itu, waktu tunggu totalnya adalah 12×15 detik = 180 detik. Berdasarkan Gambar 6, waktu tunggu yang dihasilkan waktu tunggu sebesar 300 detik. Begitu pula Gambar 7 dan Gambar 8 menghasilkan 270 detik dan 360 detik.

Setelah mendapatkan waktu tunggu optimalnya, graf kompatibel juga digunakan untuk mendapatkan pengaturan warna lampu lalu lintas di perempatan jalan tersebut. Pengaturan lampu lalu lintas ini diperoleh dengan mengalokasikan subgraf lengkap (S_1, S_2, S_3, S_4) terhadap siklus warna lampu lalu lintas. Siklus warna lampu lalu lintas yang tepat untuk perempatan jalan dengan asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 9 Siklus Lampu Lalu Lintas di Perempatan Jalan Gambar 2

Siklus lampu lalu lintas pada Gambar 9 berlaku untuk di perempatan jalan Gambar 2 yang melibatkan arus kendaraan dan pejalan kaki. Telah diketahui sebelumnya bahwa siklus lampu lalu

lintas pada pejalan kaki hanya mengindikasikan warna merah dan hijau tanpa warna kuning, maka pada siklus ini berlaku bahwa warna kuning sama dengan warna merah. Sehingga durasi lampu kuning berjumlah 15 detik. Masing-masing indikasi warna lampu di atas berdurasi 15 detik. Setiap satu siklus dalam satu subgraf terdapat satu indikasi warna hijau yang artinya dalam satu siklus hanya terdapat satu jalur arus yang dapat berjalan. Tiga subgraf yang tersisa merupakan himpunan arus yang berhenti dengan indikasi warna lampu kuning dan merah. Pengaturan warna lampu lalu lintas di atas dapat dipilih secara acak untuk S_i dengan urutan/siklus warna lampu yang sama. Masing-masing asumsi yang diambil dari penerapan graf kompatibel pada perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta menghasilkan waktu tunggu dan durasi lampu merah yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Tunggu dan Durasi Lampu Merah

NO	Asumsi	Waktu Tunggu Total (detik)	Durasi Lampu Merah (detik)
1	Asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu	180	45
2	Asumsi arus saat belok kiri mengikuti lampu	300	75
3	Asumsi arus d tidak mengikuti lampu	270	75
4	Asumsi saat suatu jalur berjalan, arus belok kiri yang berjalan hanya dari arah sebelah kanannya	360	90

Terlihat jelas pada tabel di atas bahwa waktu tunggu total dan durasi lampu merah terkecil terdapat pada asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu. Sedangkan waktu tunggu total dan durasi lampu merah terbesar adalah asumsi saat suatu jalur berjalan, arus belok kiri yang berjalan hanya dari arah sebelah kanannya. Tujuan dari optimasi adalah memperoleh nilai minimum atau maksimum. Sebelumnya telah dibahas bahwa optimasi waktu tunggu diperoleh dari nilai minimum atau nilai terkecil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu memiliki waktu tunggu optimal dibandingkan dengan tiga asumsi lainnya.

Kesimpulan

Hasil perhitungan waktu tunggu total dengan menggunakan graf kompatibel yang paling optimal yaitu sebesar 180 detik dengan asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu. Waktu tunggu total dari asumsi ini juga lebih optimal dibandingkan dengan waktu tunggu total yang diperoleh dari data pengamatan yaitu sebesar 670 detik. Siklus warna lampu dari masing-masing asumsi adalah sama, namun himpunan arus dari setiap indikasi warna dalam masing-masing asumsi berbeda. Sistem arus lalu lintas yang diterapkan pada perempatan Jalan Tuanku Tambusai-Soekarno Hatta sesuai dengan asumsi arus saat belok kiri tidak mengikuti lampu. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan penambahan asumsi-asumsi dan variabel-variabel yang digunakan serta simulasi perancangan program komputer dalam menyelesaikan pola pengaturan lalu lintas, sehingga dapat diperoleh model yang lebih mendekati situasi sebenarnya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Polisi Lalu lintas dan Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru atas kerjasamanya selama pengambilan data penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Amir, Zubaidah MZ. "*Matematika Diskrit.*" Penerbit Zanafa Publishing, Pekanbaru. 2010.
- [2] Baruah, A. K. and Baruah, N. "Clique Matrix of a Graph in Traffic Control Problems." *Journal Advanced Networking and Applications Dibrugarh University, India.* 2012.
- [3] Baruah, A. K. and Baruah, N. "Signal Group of Compatible Graph in Traffic Control Problems." *Journal Advanced Networking and Applications Dibrugarh University, India.* 2012.
- [4] Baruah, A. K. and Baruah, N. "Intersection Graph in Traffic Control Problems." *Journal Advanced Networking and Applications Dibrugarh University, India,* 2013.
- [5] Glencoe. "*Advanced Mathematical Concepts.*" McGraw-Hill, New York. 1999.
- [6] Hardianti, Dwi Ririn. "Penerapan Graf Kompatibel pada Penetapan Waktu Tunggu Total Optimal Lampu Lalu Lintas di Persimpangan Jalan." *Jurnal Matematika Universitas Negeri Semarang, Semarang.* 2013.
- [7] Lipschutz, Seymour, dan Lipson Marc. "*Matematika Diskrit* Terjemahan Tim Editor Penerbit Salemba Teknik." Salemba Teknik, Jakarta. 2002.
- [8] Lipschutz, Seymour, dan Lipson Marc. "*Matematika Diskret* Terjemahan Thombi Layukallo." Erlangga, Jakarta. 2007.
- [9] Manongga, Danny dan Nataliani Yessica. "*Matematika Diskrit.*" Kencana Prenada Media Group, Jakarta. 2013.
- [10] Moengin, Parwadi. "*Metode optimasi.*" Muara Indah, Bandung. 2011.
- [11] Munir, Rinaldi. "*Matematika Diskrit.*" Informatika, Bandung. 2005.
- [12] Siang, Jong Jek. "Matemetika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer." Penerbit Andi, Yogyakarta. 2006.
- [13] Wibisono, Samuel. "*Matematika Diskrit.*" Graha Ilmu, Jakarta. 2008.