



# Optimasi Waktu Tunggu Lalu Lintas: Upaya Efektif untuk Mengatasi Kemacetan Di Persimpangan Gede Ngurah Cakranegara

*(Traffic Waiting Time Optimization: An Effective Effort to Overcome Congestion at Gede Ngurah Cakranegara Intersection )*

**Setiawati<sup>a\*</sup>, Dhea Wasila Rahmi<sup>b</sup>, Shofiyurrahman Syauqi<sup>c</sup>, Dara Purnamasari<sup>d</sup>**

- Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Indonesia. Email: [setiaawati24@gmail.com](mailto:setiaawati24@gmail.com)
- Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Indonesia. Email: [dheawslrh@gmail.com](mailto:dheawslrh@gmail.com)
- Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Indonesia. Email: [opikzubaroza@gmail.com](mailto:opikzubaroza@gmail.com)
- Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Indonesia. Email: [purnamadara@gmail.com](mailto:purnamadara@gmail.com)

## ABSTRACT

Intersections are places that are prone to traffic congestion. This is due to the location and function of the intersection, which if left unchecked will lead to accidents. To overcome this problem, traffic lights are made to regulate traffic flow conditions. Gede Ngurah Cakranegara Intersection is an intersection that has high congestion conditions, this is due to its location in the city center and its function as a main road. In addition, the trigger for congestion at the Gede Ngurah Cakranegara intersection is the waiting time which is still not optimal and the lack of orderly drivers in obeying the traffic lights. Thus, the purpose of this study is to optimize the total waiting time at the Gede Ngurah Cakranegara intersection. Total waiting time optimization is done using compatible graph. The compatible graph in this case will describe the condition of traffic flows that will run simultaneously without interfering with each other, so that they are safe and do not collide with each other. This study uses primary data obtained from field observations conducted in the morning, afternoon and evening. After optimization, the total waiting time at the Gede Ngurah Cakranegara intersection following the light signal is 180 seconds and the total waiting time for those who do not follow the light signal is 120 seconds. Compared to the previous waiting time of 538 seconds, a more optimal time was obtained.

**Keywords:** compatible graph; gede ngurah cakranegara insection; waiting time optimization

## ABSTRAK

Persimpangan merupakan tempat yang rawan terjadinya kemacetan lalu lintas. Hal ini disebabkan karena letak dan fungsi dari persimpangan, jika terus dibiarkan akan memicu terjadinya kecelakaan. Untuk mengatasi permasalahan ini, dibuatlah lampu lalu lintas yang bertujuan mengatur kondisi arus lalu lintas. Persimpangan Gede Ngurah Cakranegara adalah persimpangan yang memiliki kondisi kemacetan yang tinggi, ini diakibatkan oleh letaknya yang berada di pusat kota dan fungsinya yang merupakan jalan utama. Selain itu, pemicu terjadinya kemacetan di persimpangan Gede Ngurah Cakranegara adalah waktu tunggu yang masih kurang optimal serta kurang tertibnya para pengendara dalam mematuhi lampu lalu lintas. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan waktu tunggu total di persimpangan Gede Ngurah Cakranegara. Pengoptimalan waktu tunggu total di dilakukan menggunakan graf kompatibel. Graf kompatibel dalam hal ini akan

\* Corresponding author  
e-mail: [setiaawati24@gmail.com](mailto:setiaawati24@gmail.com)



---

menggambarkan kondisi arus lintas yang akan berjalan secara bersamaan tanpa saling mengganggu, sehingga aman dan tidak saling bertabrakan. Penelitian ini menggunakan data primer yang yang didapatkan dari pengamatan di lapangan yang dilakukan pada pagi, siang dan sore. Setelah dilakukan pengoptimalan didapatkan hasil tunggu total di persimpangan Gede Ngurah Cakranegara mengikuti isyarat lampu 180 detik dan waktu tunggu total untuk yang tidak mengikuti isyarat lampu 120 detik. Dibandingkan dengan waktu tunggu sebelumnya sebesar 538 detik, didapatkan waktu yang lebih optimal.

**Keywords:** graf kompatibel; optimasi waktu tunggu; persimpangan gede ngurah cakranegara

---

Diterima: 28-03-2024;

Doi: <https://doi.org/10.29303/semeton.v1i1.206>

Disetujui: 30-04-2024;

## 1. Pendahuluan

Kemacetan kota bukan lagi suatu hal aneh yang bisa terjadi di jalan atau persimpangan. Persimpangan selain menjadi tempat yang sering terjadinya kemacetan, juga merupakan tempat yang banyak terjadi kecelakaan, ini disebabkan oleh arus berlawanan yang datang dari setiap arah persimpangan. Oleh karena itu, untuk mengatasi kemacetan dan kecelakaan, langkah yang dapat diambil adalah pemasangan lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas dipasang untuk mengendalikan arus lalu lintas pada persimpangan. Pengaturan arus lalu lintas bertujuan utama mengatur kendaraan agar dapat bergerak tanpa mengganggu kendaraan yang lain. Jenis pengaturan lampu lalu lintas yang dapat digunakan tergantung pada situasi dan kondisi persimpangan [1].

Persimpangan Gede Ngurah Cakranegara merupakan persimpangan dengan kondisi kemacetan yang tinggi. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya letak persimpangan yang berada di sekitar pertokoan, pemukiman dan merupakan akses jalan bagi mahasiswa dan civitas akademik karena berada disekitar sekolah dan universitas. Selain itu, persimpangan Gede Ngurah Cakranegara juga menghubungkan ke arah rumah sakit provinsi sehingga banyaknya aktivitas yang terjadi menyebabkan kepadatan lalu lintas. Kemudian kurang tertibnya pengendara dalam mematuhi lampu lalu lintas. Ketidaksiplinan pengendara dalam mematuhi lampu lalu lintas akibat adanya waktu tunggu yang tidak sama disetiap jalur rentan mengakibatkan terjadinya penumpukan kendaraan. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimalisasi pergerakan kendaraan atau arus lalu lintas untuk mengatasi permasalahan tersebut [2].

Graf kompatibel merupakan kajian yang banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan penyusunan data dalam urutan [3]. Graf kompatibel adalah sebuah graf yang mempunyai dua buah himpunan dimana titik-titiknysa akan diatur dengan sisi-sisi dan menunjukkan kesuaian [4]. Penerapan graf kompatibel adalah salah satu tindakan yang bisa diambil untuk meminimalisasi kemacetan dan waktu tunggu pada lampu lalu. Apabila dua arus lampu lalu lintas dapat berjalan bersamaan tanpa saling mengganggu lalu lintas dikatakan kompatibel, sehingga aman dan tidak berpotongan [5]. Teori graf dapat merepresentasikan persimpangan. Simpul pada graf mewakili jalur dalam suatu persimpangan. Sisi-sisi pada graf menyatakan hubungan antara dua simpul yang berpotongan atau berhadapan [6].

Banyaknya peneliti yang sudah menerapkan graf kompatibel dalam penelitiannya membuktikan bahwa graf kompatibel dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Niza & Muzdalifah yang menerapkan graf kompatibel sebagai solusi untuk optimasi waktu tunggu lalu lintas agar mengurangi kemacetan. Pada penelitiannya mereka berhasil melakukan pengoptimalan waktu tunggu lampu lalu lintas di persimpangan Karangwaru yang sebelumnya 506 detik menjadi 150 detik setelah dioptimalka [7]. Selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Syechah dan kawan-kawan, pada penelitiannya mereka berhasil untuk membuat model graf kompatibel pada arus lalu lintas di persimpangan Islamic Center (IC) dan mengoptimalkan waktu tunggu total yang sebelumnya 291 detik menjadi 100 detik [8]. Selain itu Monalisa dan kawan-kawan juga melakukan penelitian yang serupa, mereka berhasil mengoptimalkan waktu tunggu dengan graf kompatibel di simpang Andalas Kota Padang yang sebelumnya berdurasi 578 detik menjadi 114 detik [9].

Berdasarkan uraian permasalahan di atas dan banyaknya peneliti yang sudah pengimplementasikan graf kompatibel dalam menentukan waktu tunggu optimal lampu lalu

lintas, maka dalam penelitian ini kami akan melakukan pengkajian dengan menggunakan graf kompatibel untuk memodelkan arus lalu lintas di persimpangan Gede Ngurah Cakranegara. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan waktu tunggu di persimpangan Gede Ngurah Cakranegara, sehingga dapat mengurangi kemacetan dan kecelakaan lalu lintas.

## 2. Metode

Berikut adalah langkah-langkah penelitian yang diterapkan untuk mencapai tujuan penelitian.

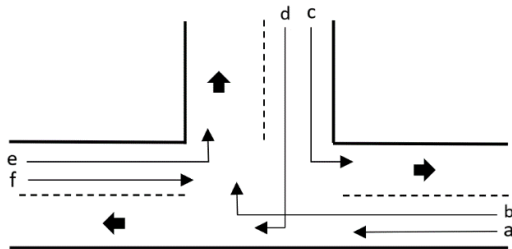
### 2.1. Mengumpulkan data

Data penelitian dikumpulkan melalui pengamatan yang mencakup arus lalu lintas mengikuti isyarat lampu dan yang tidak, jumlah ruas jalan, serta durasi lampu lalu lintas yang menyala di simpang Gede Ngurah Cakranegara. Pengumpulan data dilakukan pada beberapa periode waktu, termasuk pagi (06.30-08.00 WITA), siang (12.30-14.00 WITA), dan sore (16.30-18.00 WITA). Hal ini diasumsikan bahwa variasi waktu aktivitas individu akan mempengaruhi volume lalu lintas pada setiap periode waktu.

### 2.2. Mengolah data

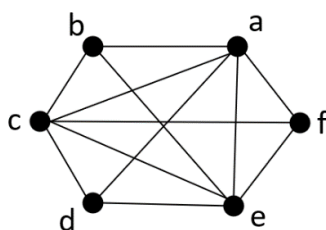
Berikut adalah langkah-langkah untuk mengolah data dalam penelitian ini:

1. Menggambar graf kompatibel



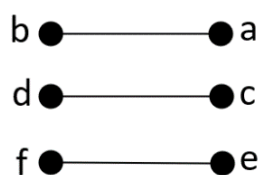
**Gambar 1.** Contoh persimpangan jalan

Dalam gambar tersebut, titik-titik menyatakan arus lalu lintas yang diatur, sedangkan sisi-sisinya menyatakan kekompatibelan antara objek-objek tersebut. Arus lalu lintas tersebut adalah contoh dari arus yang kompatibel, dengan arus a kompatibel dengan semua arus dan seterusnya untuk arus-arus yang lain. Kekompatibelan antar arus lalu lintas tersebut direpresentasikan dalam sebuah graf kompatibel berikut.



**Gambar 2.** Graf kompatibel

2. Menentukan subgraf lengkap



**Gambar 3.** Subgraf lengkap

Dalam hal ini, ketika arus lalu lintas pada suatu jalur kompatibel terhadap arus lalu lintas pada jalur lain dalam subgraf tersebut maka subgrafnya dikatakan lengkap.

### 3. Menetapkan durasi siklus untuk setiap arus.

Subgraf yang lengkap dapat digunakan untuk menetapkan durasi siklus untuk setiap arus lalu lintas dengan membagi periode waktu tertentu dengan jumlah subgraf lengkap terbanyak, kemudian menetapkan waktu siklus untuk setiap jalur. Diagram waktu merupakan salah satu metode untuk mengatur lampu lalu lintas yang kompatibel.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Sistem Arus Lalu Lintas di Persimpangan Gede Ngurah Cakranegara

Data mengenai waktu tunggu lampu lalu lintas di persimpangan gede ngurah cakranegara telah diperoleh melalui pengamatan lapangan, dan disajikan dalam tabel berikut.

**Tabel 1.** Lama siklus waktu (pukul 06.30-08.00 WITA)

Jalan	Lampu		
	Merah(detik)	Kuning(detik)	Hijau(detik)
Jalan Gede Ngurah I	106	3	26
Jalan Sriwijaya	109	3	22
Jalan Gede Ngurah II	96	3	35
Jalan Brawijaya	106	3	26
Jumlah waktu tunggu	417	12	109

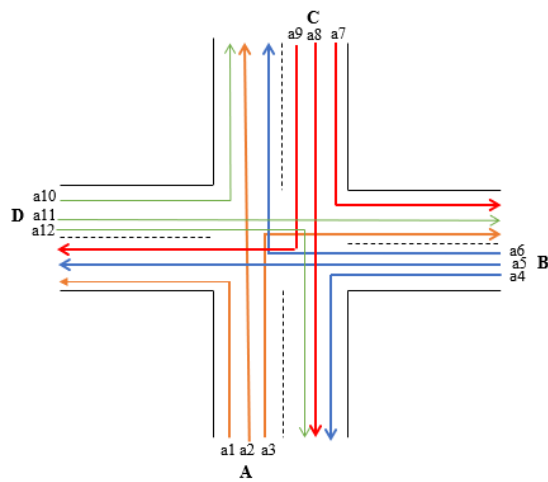
**Tabel 2.** Lama siklus waktu (pukul 12.30-14.00 WITA)

Jalan	Lampu		
	Merah(detik)	Kuning(detik)	Hijau(detik)
Jalan Gede Ngurah I	106	3	26
Jalan Sriwijaya	109	3	22
Jalan Gede Ngurah II	96	3	35
Jalan Brawijaya	106	3	26
Jumlah waktu tunggu	417	12	109

**Tabel 3.** Lama siklus waktu (pukul 16.30-18.00 WITA)

Jalan	Lampu		
	Merah(detik)	Kuning(detik)	Hijau(detik)
Jalan Gede Ngurah I	106	3	26
Jalan Sriwijaya	109	3	22
Jalan Gede Ngurah II	96	3	35
Jalan Brawijaya	106	3	26
Jumlah waktu tunggu	417	12	109

Hasil pengamatan pada tiga waktu di atas menyatakan bahwa siklus lampu lalu lintas di simpang gede ngurah cakranegara tetap sama pada setiap waktunya. Namun, perbedaan dalam jumlah kendaraan yang melintas pada waktu-waktu tersebut menunjukkan ketidak-efisienan sistem. Selain itu, terdapat ketidakseimbangan dalam waktu tunggu di setiap jalan yang mengakibatkan kemacetan lalu lintas. Berikut adalah sistem lalu lintas yang diterapkan di simpang Gede Ngurah Cakranegara.



**Gambar 4.** Sistem lalu lintas persimpangan gede ngurah cakranegara

Keterangan gambar:

A : Jalan Gede Ngurah I

B : Jalan Sriwijaya

C : Jalan Gede Ngurah II

D : Jalan Brawijaya

Di mana jalan menandai jalur lintasan di persimpangan itu. Kemudian  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}$  dan  $a_{12}$  menunjukkan arah arus lalu lintas dari jalur.

### 3.2. Pemodelan graf kompatibel pada arus lalu lintas di persimpangan gede ngurah cakranegara

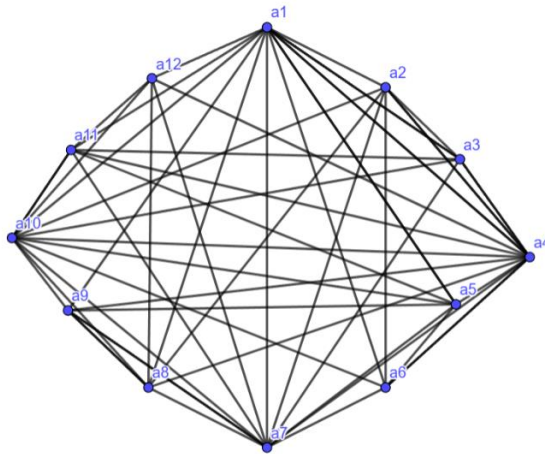
a. Asumsi mengikuti isyarat lampu

Berdasarkan Gambar 4. Terdapat 12 jalur yang mengikuti isyarat lampu di simpang gede ngurah cakranegara, masing-masing diberi nama  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}$  dan  $a_{12}$ . Dari jalur tersebut akan dibuat graf kompatibel. Untuk memudahkan dalam pembuatan graf kompatibel, akan dilakukan pengelompokan arus yang kompatibel. Berikut ini adalah arus lalu lintas yang mengikuti isyarat lampu di simpang gede ngurah cakranegara yang kompatibel.

**Tabel 4.** Graf kompatibel mengikuti isyarat lampu

Arus	Kompatibel
$a_1$	$a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}$
$a_2$	$a_1, a_3, a_4, a_6, a_7, a_8, a_{10}$
$a_3$	$a_1, a_2, a_4, a_7, a_{10}, a_{11}$
$a_4$	$a_1, a_2, a_3, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}$
$a_5$	$a_1, a_4, a_5, a_6, a_7, a_9, a_{10}, a_{11}$
$a_6$	$a_1, a_2, a_4, a_5, a_7, a_{10}$
$a_7$	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}$
$a_8$	$a_1, a_2, a_4, a_7, a_9, a_{10}, a_{12}$
$a_9$	$a_1, a_4, a_5, a_7, a_8, a_{10}$
$a_{10}$	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{11}, a_{12}$
$a_{11}$	$a_1, a_3, a_4, a_5, a_7, a_{10}, a_{12}$
$a_{12}$	$a_1, a_4, a_7, a_8, a_{10}, a_{11}$

Berdasarkan tabel kompatibel pada persimpangan gede ngurah cakranegara yang mengikuti isyarat lampu di atas, diperoleh graf kompatibel berikut.

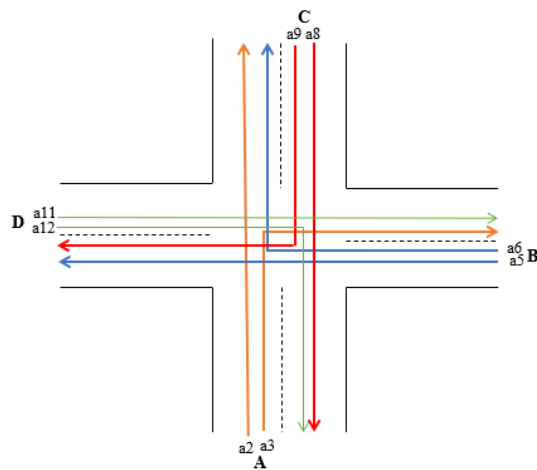


**Gambar 5.** Bentuk graf kompatibel mengikuti isyarat lampu

Dalam Gambar 5, graf yang kompatibel menunjukkan arus lalu lintas di titik-titik  $a_1, a_2, a_3$  dan seterusnya hingga  $a_{12}$ .

b. Asumsi mengikuti isyarat lampu

Di bawah ini adalah sistem aliran lalu lintas yang tidak mengikuti isyarat lampu lalu lintas di simpang gede ngurah cakranegara.



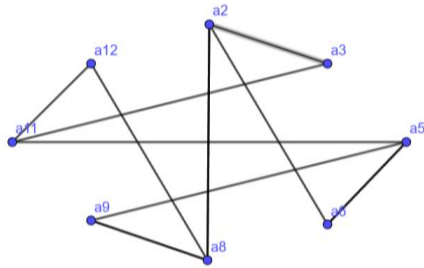
**Gambar 6.** Arus lalu lintas tidak mengikuti isyarat lampu

Selanjutnya akan dibuat graf kompatibel, untuk memudahkan dalam pembuatan graf kompatibel akan dilakukan pengelompokan arus kompatibel. Berikut ini adalah arus lalu lintas yang tidak mengikuti isyarat lampu di simpang gede ngurah cakranegara yang kompatibel.

**Tabel 4.** Graf kompatibel mengikuti isyarat lampu

Arus	Kompatibel
$a_2$	$a_3, a_6, a_8$
$a_3$	$a_2, a_{11}$
$a_5$	$a_6, a_9, a_{11}$
$a_6$	$a_2, a_5$
$a_8$	$a_2, a_9, a_{12}$
$a_9$	$a_5, a_8$
$a_{11}$	$a_3, a_5, a_{12}$
$a_{12}$	$a_8, a_{11}$

Berdasarkan tabel pengelompokan kompatibel di atas digambarkan graf kompatibel berikut.



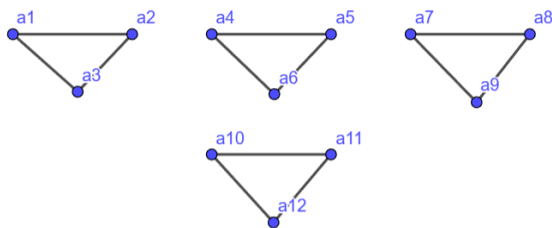
**Gambar 7.** Graf kompatibel tidak mengikuti isyarat lampu

Dalam Gambar 7, graf yang kompatibel menyatakan arus lalu lintas pada titik-titik  $a_2, a_3, a_5, a_6, a_8, a_9, a_{10}, a_{11},$  dan  $a_{12}$ .

**3.2. Penerapan graf kompatibel untuk menentukan waktu tunggu pada arus lalu lintas di persimpangan gede ngurah cakranegara**

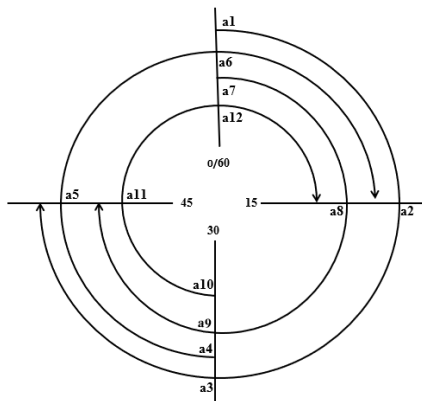
a. Asumsi mengikuti isyarat lampu

Menemukan waktu tunggu yang optimal di persimpangan gede ngurah cakranegara mengikuti isyarat lampu dapat dilakukan dengan mencari subgraf lengkapnya terlebih dahulu.



**Gambar 8.** Subgraf lengkap mengikuti isyarat lampu

Dari Gambar 8 di atas, terdapat empat subgraf lengkap, masing-masing terdiri dari tiga titik. Asumsikan lampu lalu lintas berjalan selama 60 detik setiap putaran, maka setiap titik akan berjalan selama 15 detik pada setiap periode, karena terdapat empat subgraf lengkap. Untuk mempermudah, visualisasi dibuat dengan bentuk diagram jam.

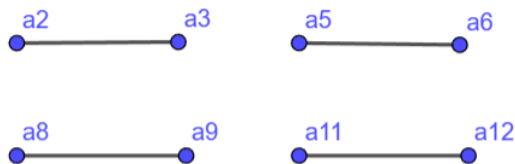


**Gambar 9.** Diagram jarum arus mengikuti isyarat lampu

Dalam subgraf lengkap tersebut diperoleh 3 titik dengan periode waktu 60 detik, pada setiap jalur arus berjalan selama  $3 \times 15$  detik, yang sama dengan 45 detik. Terdapat 12 titik dalam subgraf lengkap tersebut, maka waktu tunggu optimal yang diperoleh dengan mengikuti isyarat lampu adalah  $12 \times 15 = 180$  detik, dibandingkan dengan waktu tunggu sebelumnya sebesar 538 detik sebelum dioptimalkan.

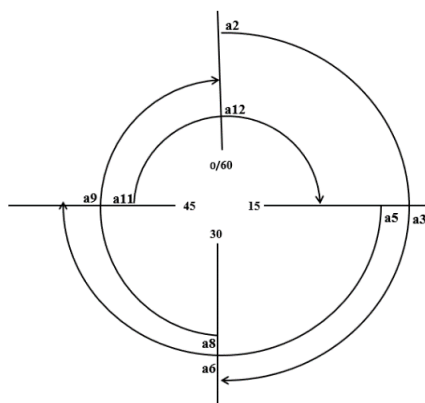
b. Asumsi tidak mengikuti isyarat lampu

Menentukan waktu tunggu yang optimal di persimpangan gede ngurah cakranegara tidak mengikuti isyarat lampu dapat dilakukan dengan mencari subgraf lengkapnya terlebih dahulu.



**Gambar 10.** Subgraf lengkap tidak mengikuti isyarat lampu

Dari Gambar di atas, terdapat empat subgraf lengkap, masing-masing terdiri dari dua titik. Asumsikan lampu lalu lintas berjalan selama 60 detik setiap putaran, maka setiap titik akan berjalan selama 15 detik pada setiap periode, karena terdapat empat subgraf lengkap. Untuk mempermudah, visualisasi dibuat dengan bentuk diagram jam.



**Gambar 11.** Diagram jarum arus tidak mengikuti isyarat lampu

Dalam subgraf lengkap tersebut diperoleh 2 titik dengan periode waktu 60 detik, pada setiap jalur arus berjalan selama  $2 \times 15$  detik, yang sama dengan 30 detik. Terdapat 8 titik dalam subgraf lengkap tersebut, maka waktu tunggu optimal yang diperoleh dengan tidak mengikuti isyarat lampu adalah  $8 \times 15 = 120$  detik, dibandingkan dengan waktu tunggu sebelumnya sebesar 538 detik sebelum dioptimalkan.

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan pengoptimalan yang dilakukan untuk menentukan waktu tunggu menggunakan graf kompatibel di persimpangan gede ngurah cakranegara, dengan dua kondisi, yakni mengikuti isyarat lampu dan tidak mengikuti isyarat lampu, menghasilkan masing-masing sebesar 180 detik dan 120 detik. Sebaliknya, pengaturan lampu lalu lintas yang telah diterapkan di persimpangan gede ngurah cakranegara adalah sebesar 538 detik, seperti yang tercatat dalam Tabel 1, 2, dan 3. Waktu tunggu lalu lintas di persimpangan gede ngurah cakranegara berbeda



setelah dilakukan pengoptimalan dengan graf kompatibel dimana dihasilkan waktu tunggu total yang lebih optimal. Jika dibandingkan hasil dari dua kondisi yaitu mengikuti isyarat lampu dan tidak mengikuti isyarat lampu diperoleh bahwa waktu tunggu total yang optimal diantara keduanya adalah saat kondisi tidak mengikuti isyarat lampu.

### Ucapan Terima Kasih

Kepada semua pihak yang telah berkontribusi terhadap terselesaikannya penelitian, kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dan perannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. D. Hardiantil and R. Arifudin, "Penerapan Graf Kompatibel Pada Penentuan Waktu Tunggu Total Optimal Di Persimpangan Jalan Kaligarang Kota Semarang," *Unnes J. Math.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2013.
- [2] E. S. Sendow, M. Sulistyarningsih, and J. F. Monoarfa, "Optimasi Waktu Tunggu Lampu Lalu Lintas dengan Mengaplikasikan Teori Graf dan Metode Webster," *J. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 2272–2284, 2023, doi: 10.31004/joe.v6i1.3240.
- [3] A. Fanani, "Optimasi Waktu Tunggu Lalu Lintas Dengan Menggunakan Graf Kompatibel Sebagai Upaya Mengurangi Kemacetan," *MathVision J. Mat.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2021, doi: 10.55719/mv.v3i1.240.
- [4] I. Poernamasari, R. Tumilaar, and C. E. J. C. Montolalu, "Optimasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas dengan menggunakan Metode Webster (Studi Kasus Persimpangan Jalan Babe Palar)," *d'CARTESIAN*, vol. 8, no. 1, p. 27, 2019, doi: 10.35799/dc.8.1.2019.24590.
- [5] Y. Farida, A. Fanani, I. Purwanti, L. Wulandari, and N. J. Zaen, "Pemodelan Arus Lalu Lintas Dan Waktu Tunggu Total Optimal Di Persimpangan Jl. Jemur Andayani – Ahmad Yani Sebagai Upaya Mengurai Kemacetan," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 14, no. 3, pp. 389–398, 2020, doi: 10.30598/barekengvol14iss3pp389-398.
- [6] W. D. Utami, A. N. DS, and P. K. Intan, "Optimasi Waktu Tunggu Lampu Lalu Lintas Pada Simpang Lima Krian-Sidoarjo Menggunakan Algoritma Welch-Powell," *MathVisioN*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [7] L. M. Ayuk Khoirotun Nisa, "Optimasi Waktu Tunggu Lalu Lintas Dengan Menggunakan Graf Kompatibel Sebagai Upaya Mengurangi Kemacetan," vol. 03, no. 01, pp. 1–5, 2021.
- [8] B. N. Syechah, D. Z. Hairunnisa, M. Fadila, and D. P. Anggraeni, "Model graf kompatibel di persimpangan islamic center (ic) mataram lombok," *Evolusi J. Math. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2023.
- [9] Monalisa, N. Algusduri, and F. B. Castama, "Penerapan Graf Kompatibel Pada Durasi Lampu Lalu Lintas Di Simpang Empat Andalas Kota Padang," *IJESPG J.*, vol. 1, no. 4, pp. 72–80, 2023.