

IMPLEMENTASI GRAF KOMPATIBEL DALAM MENGURAI KEMACETAN DI PERSIMPANGAN TERPARAH DI PEKANBARU**Sarbaini^{1*}, Windylia Saputri**Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Riau, Indonesia¹Alamat email: sarbaini@uin-suska.ac.id *

ABSTRAK. Terdapat satu simpang dengan kepadatan lalu lintas tinggi di Kota Pekanbaru yaitu simpang Jalan Garuda Sakti-Kubang. Manajemen lalu lintas diperlukan untuk mengurangi kemacetan, hal ini juga menjadi tujuan penelitian ini. Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah Graf Kompatibel dan metode Webster. Graf kompatibel terdiri dari dua himpunan sisi yang menunjukkan objek yang akan diatur dan pasangan objek yang kompatibel (sesuai). Penelitian ini menggunakan data primer yang menjadi objek penelitiannya ialah banyaknya kendaraan dan jumlah lajur di persimpangan Jalan Garuda Sakti-Kubang. Dengan penggunaan teori graf kompatibel didapat hasil durasi lampu lalu lintas yang optimal, yaitu untuk Jalan Garuda Sakti (utara), lampu merah berdurasi 48 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 11 detik, untuk Jalan Raya Pekan (timur), lampu merah berdurasi 48 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 11 detik, untuk Jalan Kubang Raya (selatan), lampu merah berdurasi 45 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 14 detik, terakhir untuk Jalan Raya Pekanbaru-Sungai Pagar (barat), lampu merah berdurasi 33 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 26 detik.

Kata Kunci: Graf Kompatibel, Lampu lalu lintas, Metode Webster

ABSTRACT. In Pekanbaru City, there is an intersection with high traffic density, namely the Jalan Garuda Sakti-Kubang intersection. Traffic management is needed in order to reduce congestion, which is also the aim of this research, one of the methods that can be used is the Compatible Graph and the Webster method. A compatible graph consists of two sets of edges indicating the objects to be arranged and pairs of compatible (corresponding) objects. This research uses primary data, and the object of research is the number of vehicles and the number of lanes at the intersection of Jalan Garuda Sakti-Kubang. By using compatible graph theory, optimal traffic light duration results are obtained, namely for Jalan Garuda Sakti (north), the red light lasts 48 seconds, the yellow light lasts 3 seconds, the green light lasts 11 seconds, for Jalan Raya Pekan (east), the red light lasts 48 seconds, yellow light lasts 3 seconds, green light lasts 11 seconds, for Jalan Kubang Raya (south), red light lasts 45 seconds, yellow light lasts 3 seconds, green light lasts 14 seconds, finally for Jalan Raya Pekanbaru-Sungai Fence (west), red light lasts 33 seconds, yellow light lasts 3 seconds, green light lasts 26 seconds

Keyword: Compatible Graphs, Traffic lights, Webster's Method

I. PENDAHULUAN

Kepadatan penduduk dapat memengaruhi mobilitas suatu wilayah. Mobilitas sering kali lebih terbatas di daerah dengan populasi besar karena lalu lintas yang padat, kemacetan, dan keterbatasan ruang untuk fasilitas transportasi tambahan. Hal ini dapat menyebabkan waktu perjalanan lebih lama dan kesulitan untuk

bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Di Indonesia, dengan jumlah penduduk terbesar, mobilitas masyarakat sangat tinggi sehingga penggunaan kendaraan sebagai sarana transportasi juga meningkat. Kemacetan adalah hal yang umum ditemui di berbagai wilayah di Indonesia, termasuk di daerah Riau.



Jumlah penduduk di Riau selalu meningkat selama 3 tahun terakhir dengan kota Pekanbaru tercatat sebagai kota yang jumlah penduduknya terbanyak diantara Kabupaten/Kota di wilayah Riau (Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, 2023). Hal tersebut tentunya berpengaruh pada tingkat mobilitas di Pekanbaru. Sebagian besar masyarakat pekanbaru berpergian menggunakan kendaraan pribadi belum lagi untuk kendaraan logistik sehingga volume kendaraan meningkat dan pastinya menyebabkan kemacetan pada lalu lintas sehari-hari. Kemacetan sendiri terjadi karena meningkatnya volume kendaraan yang tidak seimbang dengan infrastruktur yang ada. Salah satu infrastruktur tersebut dapat berbentuk lampu lalu lintas, lalu lintas dapat terhambat oleh pengaturan lalu lintas yang tidak efisien serta kurangnya koordinasi antara lembaga terkait. (Setiawati et al., 2023; Shulhany et al., 2021; Widyastiti & Sumarsa, 2023)

Lampu lalu lintas (menurut UU no. 22/2009 tentang lalu lintas dan Angkutan Jalan: pemberi isyarat lalu lintas atau APILL) adalah lampu yang mengatur arus lalu lintas di persimpangan jalan, tempat penyebrangan pejalan kaki, serta lalu lintas lainnya. Lampu lalu lintas ini menyala setiap warna secara bergantian selama operasinya. Sistem yang sinkron dan adaptif diperlukan untuk mengoptimalkan tujuan adanya lampu lalu lintas ini. Saat lampu merah dan lampu hijau dihidupkan, waktu tunggu harus disesuaikan dengan volume lalu lintas, jenis kendaraan yang lewat, dan bentuk persimpangan. (Sendow et al., 2023)

Salah satu area yang paling rentan terhadap kecelakaan adalah persimpangan jalan. Untuk mengatasi masalah ini, lampu lalu lintas dipasang di setiap persimpangan untuk mengatur pergerakan kendaraan. Situasi dan kondisi di persimpangan harus dipertimbangkan oleh sumber pengendali jalan. Dibutuhkan

penyelesaian model arus lalu lintas dengan waktu tunggu yang lebih sesuai dengan situasi dan kondisi di persimpangan tertentu. Karena waktu tunggu yang tidak seimbang di persimpangan menyebabkan penumpukan kendaraan di jalur tertentu serta pengendara yang tidak tertib dengan aturan yang telah diberlakukan. (Farida et al., 2020)

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan graf kompatibel, seperti yang diuraikan dalam beberapa studi ilmiah (Sarbaini, 2022a, 2022b). Ketika dua arus lalu lintas dapat bergerak tanpa saling berpotongan, arus tersebut dianggap kompatibel. Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai pengaturan lalu lintas dengan memanfaatkan kekompatibelan graf, seperti penelitian oleh Ezra Shalom Sendow, Murni Sulistyarningsih, dan Jorry F. Monoarfa yang berjudul "Optimasi Waktu Tunggu Lampu Lalu Lintas dengan Mengaplikasikan Teori Graf dan Metode Webster" (Sendow et al., 2023). Penelitian lain oleh Chairani, Indra Jaya, dan Hendra Cipta berjudul "Optimasi Waktu Tunggu Total dengan Metode Webster dalam Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas di Persimpangan Jalan Kolonel Yos Sudarso" (Chairani et al., 2021). Selain itu, penelitian oleh Yuniar Farida dan rekan-rekannya yang berjudul "Pemodelan Arus Lalu Lintas dan Waktu Tunggu Total Optimal di Persimpangan Jl. Jemur Andayani Ahmad Yani sebagai Upaya Mengurangi Kemacetan" (Farida et al., 2020). Penelitian lainnya dilakukan oleh Aqil Anshari Asri dengan judul "Optimasi Waktu Tunggu Lampu Lalu Lintas Menggunakan Metode Graf Kompatibel untuk Mengurangi Kemacetan di Simpang Empat Jalan Semplak, Bogor" (Anshari, 2021).

Persimpangan Jalan Garuda Sakti-Kubang Raya merupakan jalur yang sering dilalui banyak kendaraan, terutama kendaraan logistik, karena jalan ini menghubungkan ke sekolah, kampus,

dan tempat kerja. Kemacetan sering terjadi di persimpangan ini, terutama pada pagi hari sekitar pukul 07:00 dan sore hari sekitar pukul 16:00. Untuk mengatasi masalah tersebut, Penulis akan mencoba memberikan alternatif pengaturan lalu lintas melalui penggunaan graf yang sesuai dalam karya ilmiah ini.

II. METODE PENELITIAN

Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data primer. Data yang diperoleh secara langsung disebut data primer. Data yang diambil sedemikian rupa sehingga setiap objek-objek penelitian dari populasi berkesempatan untuk dipilih. Objek utama pada penelitian ini ialah jumlah kendaraan dan jumlah jalur yang ada di persimpangan Jl. Garuda Sakti, Jl. Raya Pekan, Jl. Kubang Raya, dan Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar. Data penelitian ini dilakukan secara langsung di lokasi Persimpangan Jl. Garuda Sakti, Jl. Raya Pekan, Jl. Kubang Raya, dan Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar yang dilakukan di bulan Juni 2023.

Prosedur Penelitian

Agar tercapainya tujuan penelitian ini, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Pengumpulan data:
 - a. Data geometri, yaitu data keterangan jalan serta lebar bahu jalan.
 - b. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati titik tertentu di suatu ruas jalan dalam satu satuan waktu tertentu, biasanya ditunjukkan dalam satuan kendaraan/jam atau kendaraan perhari. Volume lalu lintas dihitung setiap lima belas menit selama satu jam, atau jam puncak. Selanjutnya, satuan jam digunakan untuk mengubah data. Berikut pergerakan lalu lintas yang melewati empat lengan persimpangan diberikan.

- i. *Light vehicle* (LV) merupakan kendaraan ringan yang beroda 4, yaitu seperti minibus, *pick up*, oplet, serta kendaraan penumpang.
- ii. *Heavy vehicle* (HV) merupakan kendaraan beroda lebih dari 4 atau dapat disebut kendaraan berat.
- iii. *Motor cycle* (MC) merupakan kendaraan beroda 2 atau 3 seperti, sepeda motor atau becak.

Berikut tiga periode waktu saat pengambilan data:

- i. Pagi hari, dimulai pukul 07:00 sampai dengan 08:00 WIB yang diasumsikan banyak pekerja dan pelajar yang pada jam itu berangkat.
 - ii. Siang hari, dimulai pukul 12:30 sampai dengan 13:30 WIB yang diasumsikan saat jam itu banyak pelajar pulang sekolah serta aktivitas lain.
 - iii. Sore hari, dimulai pukul 16:30 sampai dengan 17:30 WIB yang di asumsikan pada saat jam tersebut banyak pekerja pulang bekerja dan aktivitas yang lainnya.
2. Menggambar bentuk persimpangan
 3. Bentuk persimpangan diubah ke bentuk graf kompatibel dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Dibuat titik-titik yang mana titik-titik tersebut representasi dari arus.
 - b. Menentukan sisi untuk menghubungkan dua titik yang berseberangan atau melintas. Pasangan objek yang kompatibel (mampu bergerak dan bekerja dengan keserasian, kesesuaian) ditunjukkan di sisi.
 4. Penyederhanaan Graf Kompatibel
 5. Graf kompatibel diubah menjadi graf ganda berarah berbobot yang ketentuannya sebagai berikut (Anshari, 2021):
 - a. Jalan di bawah 6 meter di beri nilai 4
 - b. Antara 6 – 7 meter di beri nilai 3
 - c. Lebih dari 7 sampai 8 meter di beri nilai 2
 - d. Lebih dari 8 meter di beri nilai 1

Volume kendaraan

- Lebih dari 3000 kend/jam, nilai 7
- 2500 – 2999 kend/jam, nilai 6
- 2000 – 2499 kend/jam, nilai 5
- 1500 – 1999 kend/jam, nilai 4
- 999 – 1499 kend/jam, nilai 3
- 500 – 998 kend/jam, nilai 2
- 0 – 499 kend/jam, nilai 1

Pengasumsian pada pembobotan ini telah digunakan pada penelitian sebelumnya yakni oleh Aqil Anshari (Anshari, 2021).

- Menentukan waktu siklus optimum

$$C_0 = \frac{1,5 \times Lt + 5}{1 - Y}$$

- Menentukan jumlah siklus waktu hijau maksimum

$$\text{Jumlah siklus waktu hijau} = C_0 - L$$

- Menentukan waktu hijau (dapat berjalan) untuk fase 1, 2, dan 3

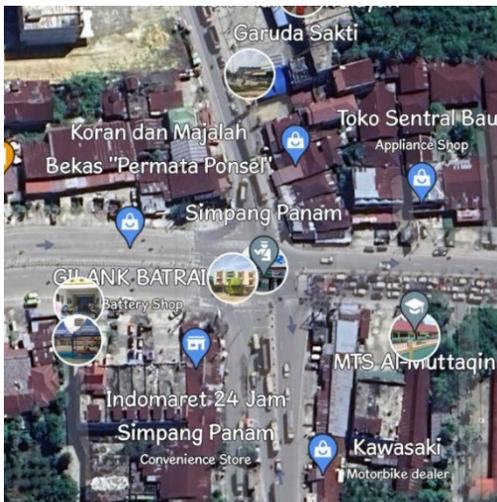
$$f_{ase_n} = \frac{y_{max} \times n \times \text{jumlah siklus waktu hijau maksimum}}{Y}$$

- Waktu merah (berhenti) untuk fase 1, 2, dan 3

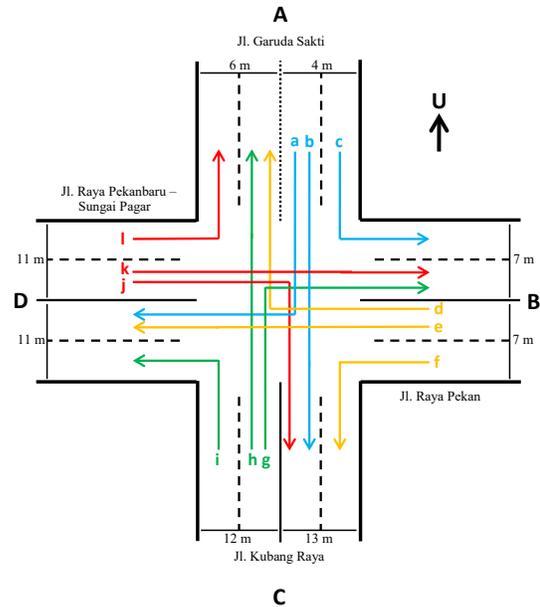
$$f_{ase_n} = C_0 - \text{waktu hijau} - \text{waktu kuning}$$

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data Geometri



Gambar 1. Simpang objek penelitian



Gambar 2. Data Geometri Persimpangan Jalan Garuda Sakti-Kubang Raya

Penelitian ini berlokasi di Kota Pekanbaru yang tepatnya di persimpangan Jl. Garuda Sakti, Jl. Raya Pekan, Jl. Kubang Raya, dan Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar.

- Sebelah utara adalah Jalan Garuda Sakti, jalan ini memiliki 2 jalur yang lebarnya lebih kecil dari jalan lainnya.
- Sebelah Timur adalah Jalan Raya Pekan.
- Sebelah Selatan adalah Jalan Kubang Raya, jalan ini memiliki 2 jalur yang lebarnya lebih besar dari jalan lainnya.
- Sebelah Barat adalah Jalan Raya Pekanbaru-Sungai Pagar.

Tabel 1. Siklus Lampu Lalu Lintas

Ruas Jalan	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau (detik)
Jl. Garuda Sakti (A)	131	4	46
Jl. Raya Pekan (B)	136	4	41
Jl. Kubang Raya (C)	157	4	19
Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar	139	4	38

Pengumpulan data volume lalu lintas diperoleh dengan melakukan survei untuk semua jenis kendaraan pada setiap jamnya yang melewati simpang empat tersebut. Survei ini mencatat volume lalu lintas selama 15 menit per jam dan kemudian dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam. Data arus lalu lintas

dikumpulkan selama dua hari, yaitu pada hari Minggu (25 Juni 2023), dan hari Senin (26 Juni 2023).

Tabel 1. Volume Lalu Lintas pada Bagian Utara (Jl. Garuda Sakti)

Waktu	MC		LV		HV		Jumlah	
	emp=0.2		emp=1.0		emp=1.3		Kend/jam	Smp/jam
	Kend	Smp	Kend	Smp	Kend	Smp		
07.00-08.00	1160	232	672	672	54	70,2	1886	974,2
12.30-13.30	1348	269,6	768	768	45	58,5	2161	1096,1
16.30-17.30	1566	313,2	632	632	41	53,3	2239	998,5

Tabel 2. Volume Lalu Lintas pada Bagian Timur (Jl. Raya Pekan)

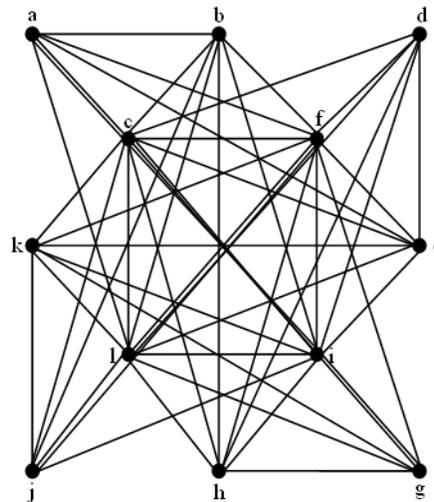
Waktu	MC		LV		HV		Jumlah	
	emp=0.2		emp=1.0		emp=1.3		Kend/jam	Smp/jam
	Kend	Smp	Kend	Smp	Kend	Smp		
07.00-08.00	1316	263,2	984	984	18	23,4	2318	1270,6
12.30-13.30	1356	271,2	828	828	9	11,7	2193	1110,9
16.30-17.30	2040	408	1112	1112	13	16,9	3165	1536,9

Tabel 3. Volume Lalu Lintas pada Bagian Selatan (Jl. Kubang Raya)

Waktu	MC		LV		HV		Jumlah	
	emp=0.2		emp=1.0		emp=1.3		Kend/jam	Smp/jam
	Kend	Smp	Kend	Smp	Kend	Smp		
07.00-08.00	1252	250,4	816	816	74	96,2	2142	1162,6
12.30-13.30	1144	228,8	656	656	71	92,3	1871	977,1
16.30-17.30	1116	223,2	388	388	68	88,4	1572	699,6

Tabel 4. Volume Lalu Lintas pada Bagian Barat (Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar)

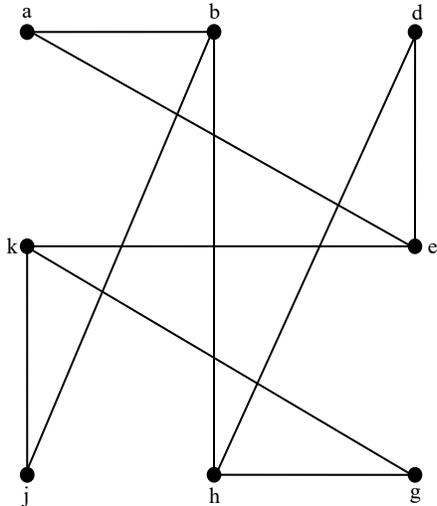
Waktu	MC		LV		HV		Jumlah	
	emp=0.2		emp=1.0		emp=1.3			
	Kend	Smp	Kend	Smp	Kend	Smp	Kend/jam	Smp/jam
07.00-08.00	1932	386,4	1448	1448	57	74,1	3437	1908,5
12.30-13.30	1480	296	736	736	52	67,6	2268	1099,6
16.30-17.30	2152	430,4	1212	1212	60	78	3424	1693,4



Gambar 3. Graf Kompatibel

Tabel 5. Arus yang Kompatibel dan Arus yang Tidak Kompatibel

Arus Lalu Lintas	Kompatibel	Tidak Kompatibel
<i>a</i>	<i>b, c, e, f, i, l</i>	<i>d, g, h, j, k</i>
<i>b</i>	<i>a, c, f, h, i, j, l</i>	<i>d, e, g, k</i>
<i>c</i>	<i>a, b, d, e, f, g, h, i, j, k, l</i>	—
<i>d</i>	<i>c, e, f, h, i, l</i>	<i>a, b, g, j, k</i>
<i>e</i>	<i>a, c, d, f, i, k, l</i>	<i>b, g, h, j</i>
<i>f</i>	<i>a, b, c, d, e, g, h, i, j, k, l</i>	—
<i>g</i>	<i>c, f, h, i, k, l</i>	<i>a, b, d, e, j</i>
<i>h</i>	<i>b, c, d, f, g, i, l</i>	<i>a, e, j, k</i>
<i>i</i>	<i>a, b, c, d, e, f, g, h, j, k, l</i>	—
<i>j</i>	<i>b, c, f, i, k, l</i>	<i>a, e, d, g, h</i>
<i>k</i>	<i>c, e, f, g, i, j, l</i>	<i>a, b, d, h</i>
<i>l</i>	<i>a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k</i>	—



Gambar 4. Hasil Penyederhanaan Graf Kompatibel

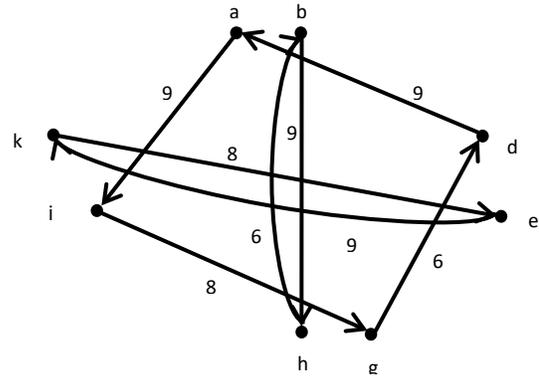
Pada titik a dan b mempunyai lebar jalan sebesar 4 meter dan volume terpadat terjadi saat sore hari pada jam 16.30-17.30, dimana jumlah dari seluruh kendaraan adalah sebesar 2239 kend/jam. Nilai dari lebar jalan adalah sebesar 4 dan untuk nilai dari total kendaraan adalah 5. Sehingga bobot dari titik a dan b adalah sebesar 9.

Pada titik d dan e mempunyai lebar jalan sebesar 7 meter dan volume terpadat terjadi saat sore hari pada jam 16.30-17.30, dimana jumlah dari seluruh kendaraan adalah sebesar 3145 kend/jam. Nilai dari lebar jalan adalah sebesar 2 dan untuk nilai dari total kendaraan adalah 7. Sehingga bobot dari titik d dan e adalah sebesar 9.

Pada titik h dan g mempunyai lebar jalan sebesar 12-meter dan volume terpadat terjadi saat pagi hari pada jam 07.00-08.00, dimana jumlah dari seluruh kendaraan adalah sebesar 2142 kend/jam. Nilai dari lebar jalan adalah sebesar 1 dan untuk nilai dari total kendaraan adalah 5. Sehingga bobot dari titik h dan g adalah sebesar 6.

Pada titik j dan k mempunyai lebar jalan sebesar 11-meter dan volume terpadat terjadi saat pagi hari pada saat jam 07.00-08.00, dimana jumlah dari seluruh kendaraan adalah sebesar 3437 kend/jam. Nilai dari lebar jalan adalah sebesar 1 dan untuk nilai dari total kendaraan adalah 7.

Sehingga bobot dari titik j dan k adalah sebesar 8.



Gambar 5. Graf Ganda Berarah Berbobot

Berdasarkan Gambar 6, titik a dan b merupakan arus lalu lintas pada Jalan Garuda Sakti (Utara) yang mempunyai bobot 18, untuk titik d dan e merupakan arus lalu lintas pada Jalan Raya Pekan (Timur) yang mempunyai bobot 18, untuk g dan h merupakan arus lalu lintas pada Jalan Kubang Raya (Selatan) yang mempunyai bobot 12, serta titik j dan k merupakan arus lalu lintas pada Jalan Raya Pekanbaru-Sungai Pagar (Barat) yang mempunyai bobot 16. Karena pada Jalan Garuda Sakti dan Jalan Raya Pekan mempunyai bobot yang sama, maka jumlah fase pada persimpangan yang akan dicari yaitu sebanyak tiga fase.

Penentuan Waktu Lampu Lalu Lintas yang Optimal

1. Pengoptimalan waktu untuk siklus lampu lalu lintas
 - a. Waktu hilang (R)

Untuk nilai (R) telah ditetapkan sebesar 5 detik, dengan ketentuan sebesar 2 detik adalah rata-rata dari waktu hilang per fase yang diakibatkan oleh antrian serta 3 detik adalah waktu kuning, yang mana waktu kuning (*amber time*) ditetapkan sebesar 3 detik.

- b. Arus jenuh tiap persimpangan
 Arus arah Utara (Jl. Garuda Sakti)
 $= 4 \times 1975 = 7900$
- Arus arah Timur (Jl. Raya Pekan)
 $= 7 \times 525 = 3675$
- Arus arah Selatan (Jl. Kubang Raya)
 $= 12 \times 525 = 6300$
- Arus arah Barat (Jl. Raya Pekanbaru-
 Sungai Pagar) $= 11 \times$
 $525 = 5775$

- c. $y_u, y_t, y_s,$ dan y_b
 $y_u = \frac{\text{jumlah}^{\text{sm}}_{\text{jam}} \text{ di waktu ramai}}{\text{ arus}} =$
 $\frac{1096,1}{7900} = 0,1387$
- $y_t = \frac{\text{jumlah}^{\text{sm}}_{\text{jam}} \text{ di waktu ramai}}{\text{ arus}} =$
 $\frac{1536,9}{3675} = 0,4182$
- $y_s = \frac{\text{jumlah}^{\text{sm}}_{\text{jam}} \text{ di waktu ramai}}{\text{ arus}} =$
 $\frac{1162,6}{6300} = 0,1845$
- $y_b = \frac{\text{jumlah}^{\text{sm}}_{\text{jam}} \text{ di waktu ramai}}{\text{ arus}} =$
 $\frac{1908,5}{5775} = 0,3305$

$Y = \sum y_{max}$
 $= y_u + y_s + y_b$ (Karena tiga fase)
 $= 0,1387 + 0,1845 + 0,3305$
 $= 0,6537$

- d. Waktu hilang (L_t)
 $L_t = 2n + R$
 $= 2(3) + 5$
 $= 11$

Waktu siklus optimum (C_0)

$$C_0 = \frac{(1,5 \cdot L_t) + 5}{1 - Y}$$

$$= \frac{(1,5 \cdot 11) + 5}{1 - 0,6537}$$

$$= \frac{21,5}{0,3463}$$

$$= 62,0849 \approx 62 \text{ detik}$$

- Siklus waktu hijau maksimum
 Jumlah siklus waktu hijau optimum =
 $C_0 - L_t = 62 - 11 = 51$ detik
- Waktu hijau efektif pada masing-masing fase
 $Fase 1 = 48 \text{ detik}$
 $Fase 2 = 45 \text{ detik}$
 $Fase 3 = 33 \text{ detik}$
- Waktu merah efektif pada masing-masing fase
 $Fase 1 = 48 \text{ detik}$
 $Fase 2 = 45 \text{ detik}$
 $Fase 3 = 33 \text{ detik}$

Tabel 7. Siklus Lampu Lalu Lintas Baru

Ruas Jalan	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau (detik)
Jl. Garuda Sakti (A)	48	3	11
Jl. Raya Pekan (B)	48	3	11
Jl. Kubang Raya (C)	45	3	14
Jl. Raya Pekanbaru- Sungai Pagar (D)	33	3	26

Pada Tabel 7 di atas, dapat dilihat bahwa siklus waktu lampu lalu lintas berwarna hijau untuk Jl. Garuda Sakti dan Jl. Pekan Raya adalah sebesar

11 detik, sedangkan waktu lampu berwarna hijau pada saat di lapangan sebesar 46 detik untuk Jl. Garuda Sakti dan 41 detik untuk Jl. Pekan Raya. Siklus waktu lampu lalu lintas berwarna hijau untuk Jl. Kubang Raya adalah sebesar 14 detik, sedangkan waktu lampu berwarna hijau di lapangan adalah sebesar 19 detik. Untuk siklus waktu lampu lalu lintas berwarna hijau di Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar adalah sebesar 26 detik, sedangkan waktu lampu hijau di lapangan sebesar 38 detik. Siklus waktu lampu lalu lintas berwarna merah untuk Jl. Garuda Sakti dan Jl. Pekan Raya adalah sebesar 48 detik, sedangkan waktu lampu berwarna merah pada saat di lapangan sebesar 131 detik untuk Jl. Garuda Sakti dan 136 detik untuk Jl. Pekan Raya. Siklus waktu lampu lalu lintas berwarna merah untuk Jl. Kubang Raya adalah sebesar 45 detik, sedangkan waktu lampu berwarna merah di lapangan adalah sebesar 157 detik. Untuk siklus waktu lampu lalu lintas berwarna merah di Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar adalah sebesar 33 detik, sedangkan waktu lampu merah di lapangan sebesar 139 detik.

IV. SIMPULAN

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan teori graf kompatibel dan metode Webster, didapat durasi lampu lalu lintas yang optimal yaitu untuk Jalan Garuda Sakti (utara), lampu merah berdurasi 48 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 11 detik, untuk Jalan Raya Pekan (timur), lampu merah berdurasi 48 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 11 detik, untuk Jalan Kubang Raya (selatan), lampu merah berdurasi 45 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 14 detik, terakhir untuk Jalan Raya Pekanbaru-Sungai Pagar (barat), lampu merah berdurasi 33 detik, lampu kuning berdurasi 3 detik, lampu hijau berdurasi 26 detik.

ACKNOWLEDGMENT

Terima kasih kepada BOPTN Tahun 2023 LPPM Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari, A. A. (2021). *Optimasi Waktu Tunggu Lampu Lalu Lintas Menggunakan Metode Graf Kompatibel untuk Mengurangi Kemacetan di Simpang Empat Jalan Semplak, Bogor*.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. (2023). *Jumlah Penduduk Menurut Kabupaten/Kota (Jiwa), 2021-2023*. <https://riau.bps.go.id/indicator/12/32/1/penduduk-kabupaten-kota.html>
- Chairani, C., Jaya, I., & Cipta, H. (2021). Optimasi Waktu Tunggu Total Dengan Metode Webster dalam Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas Persimpangan Jalan Kolonel Yos Sudarso. *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 4(2), 175–180.
- Farida, Y., Fanani, A., Purwanti, I., Wulandari, L., & Zaen, N. J. (2020). Pemodelan Arus Lalu Lintas Dan Waktu Tunggu Total Optimal Di Persimpangan Jl. Jemur Andayani Ahmad Yani Sebagai Upaya Mengurai Kemacetan. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 14(3), 389–398.
- Sarbaini, S. (2022a). Modeling of Traffic Flow Schemes at Road Intersections in Pekanbaru City Using Compatible Graphs. *Eduma: Mathematics Education Learning and Teaching*, 11(2), 213–222.
- Sarbaini, S. (2022b). Perbandingan Penerapan Graf Kompatibel Dengan Realita Dilapangan Dalam Pengaturan Lampu Lalu Lintas Persimpangan Bandara Pekanbaru. *MAp (Mathematics and Applications) Journal*, 4(2), 85–93.
- Sendow, E. S., Sulistyaniingsih, M., & Monoarfa, J. F. (2023). Optimasi Waktu Tunggu Lampu Lalu Lintas dengan Mengaplikasikan Teori Graf dan Metode Webster. *Journal on Education*, 6(1), 2272–2284.

- Setiawati, D., Safira, D., & Kartika, Y. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Teams Games Tournament Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Asimetris: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 4(1), 51–58.
- Shulhany, A., Agusutrisno, A., & Fardillah, F. (2021). Dimensi Metrik Pada Graf Calendula ($Cl_n(3, n)$). *Asimetris: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 2(1), 7–9.
- Widyastiti, M., & Sumarsa, A. (2023). Implementasi Simultaneous Pick Up and Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows Menggunakan Integer Non-Linier Programming. *Asimetris: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 4(2), 84–93.