

Perencanaan *Traffic Light* pada Simpang Tak Bersinyal Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti Kota Pekanbaru

Traffic Light Planning at The Signal-Free Intersection of Air Hitam Street and Garuda Sakti Street in Pekanbaru City

Azharul Aswad Perdana Putra¹, Fadrizal Lubis², Hendri Rahmat³

^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Lancang Kuning

Informasi Artikel

Dikirim, 28 April 2025
Direvisi, 12 Agustus 2025
Diterima, 14 Agustus 2025

Korespondensi Penulis:

Azharul Aswad Perdana Putra
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso No.KM. 8,
Umban Sari, Kec. Rumbai,
Kota Pekanbaru, Riau 28266
Email:
azharul.aswad31@gmail.com

ABSTRAK

Simpang Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti di Pekanbaru merupakan salah satu titik dengan volume lalu lintas tinggi yang sering mengalami konflik antar pengguna jalan, terutama pada jam sibuk. Tidak adanya Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) menyebabkan kemacetan dan meningkatkan risiko kecelakaan. Tujuan penelitian adalah untuk merencanakan sistem traffic light guna meningkatkan kelancaran, keselamatan, dan efisiensi lalu lintas di persimpangan tersebut. Analisis dilakukan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada Senin, 4 November 2024 pada jam 16.00-17.00 dengan total kendaraan 10683 kendaraan/jam. Perencanaan dengan pengaturan 2 fase didapatkan waktu siklus sebesar 55 detik, yang berada dalam batas waktu siklus layak, yaitu 40 - 80 detik. Derajat kejenuhan yang diperoleh adalah 0,80 ($<0,85$), menunjukkan bahwa arus lalu lintas belum mendekati arus jenuh. Selain itu, tundaan rata-rata yang dihasilkan adalah 19,74 detik/smp, yang menunjukkan tingkat pelayanan dikategorikan arus masih baik. Sementara itu, perhitungan dengan pengaturan 3 fase menunjukkan hasil yang tidak optimal, dengan waktu siklus sebesar 210 detik, jauh dari batas siklus layak. Hal ini menunjukkan bahwa sistem 3 fase tidak sesuai untuk diterapkan di persimpangan ini. Dengan demikian, hasil penelitian menyimpulkan bahwa pengaturan 2 fase merupakan solusi yang baik dalam meningkatkan kinerja lalu lintas di persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti. Sistem ini memberikan keseimbangan antara efisiensi waktu siklus, derajat kejenuhan yang terkendali, serta tundaan yang rendah.

Kata Kunci : Derajat kejenuhan, PKJI 2023, traffic light, waktu siklus

ABSTRACT

The intersection of Air Hitam Road and Garuda Sakti Road in Pekanbaru is one of the points with high traffic volume that often experiences conflicts between road users, especially during rush hour. The absence of Traffic Signal Devices (APILL) causes congestion and increases the risk of accidents. Therefore, this study aims to plan a traffic light system to improve the smoothness, safety, and efficiency of traffic at the intersection. The analysis was carried out based on the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI 2023). The results showed that the highest traffic volume occurred on Monday, November 4, 2024 at 16.00-17.00 with a total of 10683 vehicles/hour. Planning with a 2-phase arrangement obtained a cycle time of 55 seconds, which is within the feasible cycle time limit, which is 40 - 80 seconds. The degree of saturation obtained was 0,80 ($<0,85$), indicating that the traffic flow has not yet approached saturation flow. In addition, the average delay produced is 19,74 seconds/smp, which indicates that the service level is categorized as still good. Meanwhile, the calculation with 3-phase arrangement shows suboptimal results, with a cycle time of 210 seconds, far from the feasible cycle limit. This indicates that the 3-phase system is not suitable for application at this intersection. Thus, the results of the study conclude that 2-phase arrangement is a good solution in improving traffic performance at the intersection of Jalan Air Hitam and Jalan Garuda Sakti. This system provides a balance between cycle time efficiency, controlled saturation levels, and low delays.

Keyword : Degree of saturation, PKJI 2023, traffic light, cycle time

1. PENDAHULUAN

Pekanbaru sebagai pusat pertumbuhan ekonomi di Provinsi Riau, mencatatkan pertumbuhan ekonomi yang signifikan selama beberapa tahun terakhir. Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Pekanbaru mengalami kenaikan rata-rata 7% per tahun dalam periode lima tahun terakhir [1]. Pertumbuhan ini sejalan dengan peningkatan aktivitas ekonomi dan urbanisasi, yang pada gilirannya menempatkan tekanan tambahan pada infrastruktur kota.

Pekanbaru memiliki penduduk yang menggunakan moda kendaraan pribadi dalam melakukan perjalanan, sehingga angka kepemilikan kendaraan pribadi juga meningkat setiap tahunnya [2]. Kerawanan kemacetan banyak sekali ditemukan diruas jalan, khususnya pada jam-jam sibuk [3] seperti pada persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti. Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti merupakan simpang tak bersinyal yang menghubungkan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti [4]. Kondisi persimpangan tersebut berpotensi terjadinya kemacetan dikarenakan persimpangan tersebut tidak adanya *traffic light*, perilaku pengguna jalan yang tidak teratur dan kawasan persimpangan terletak pada kawasan perekonomian, pergudangan dan perdagangan [5]. Jumlah volume lalu lintas pada persimpangan tersebut akan terus bertambah nantinya, karena kawasan ini merupakan salah satu akses menuju Pusat Kota Pekanbaru.

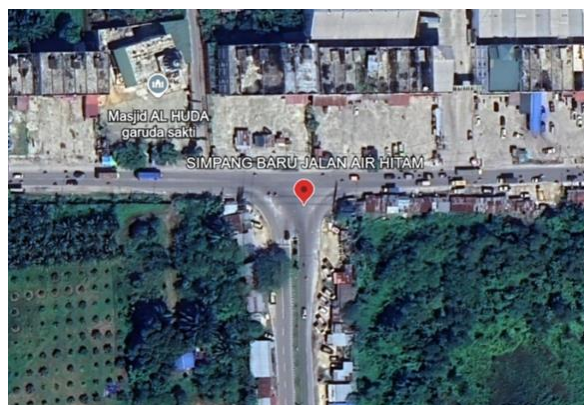
Banyaknya kendaraan ringan dan kendaraan berat yang melintasi persimpangan tersebut dapat menimbulkan permasalahan, salah satunya yaitu tundaan pada jam-jam tertentu seperti pagi, siang, sore maupun malam hari. Pengguna jalan banyak yang memanfaatkan bahu jalan untuk mencapai tujuannya dengan cepat tetapi hal tersebut membuat keadaan jalan semakin buruk dan susah dikendalikan, serta kurangnya kedisiplinan pengendara dalam berkendara dipersimpangan tersebut. Menurunnya kinerja persimpangan akan menimbulkan kerugian pada pengguna jalan dikarenakan terjadinya penurunan kecepatan, peningkatan tundaan dan antrian panjang. Hal ini menyebabkan kepadatan kendaraan sering terjadi akibat kesemrawutan pengendara, sempitnya badan jalan, serta tidak diterapkannya manajemen lalu lintas pada masing-masing ruas jalan sehingga mengakibatkan kemacetan pada persimpangan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan perencanaan ulang pengaturan fase alat pengatur lalu lintas pada persimpangan [6].

Berberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan seperti yang dilakukan oleh Royan [7] menekankan pentingnya desain siklus yang tepat untuk mengoptimalkan kinerja persimpangan. Tuda et al. [8] menganalisis perhitungan kapasitas menggunakan MKJI 1987 dan menghasilkan pengaturan fase yang efisien pada persimpangan dengan arus padat. Sementara itu, Wirianata et al. [9] menggarisbawahi perlunya penyesuaian desain sinyal lalu lintas dengan karakteristik lalu lintas setempat agar solusi yang diimplementasikan benar-benar efektif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat dilakukan penelitian agar operasional lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti dapat teratur dan terpenuhi. Maka dari itu pembuatan fasilitas transportasi seperti lampu lalu lintas (*traffic light*) berguna untuk mengatur arus lalu lintas pada persimpangan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti sebagaimana Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.1. Waktu Survey

Waktu Survei volume lalu lintas di Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti dilaksanakan selama 3 hari, yaitu hari Senin, Kamis dan Sabtu. Dimana hari Senin dan Kamis sudah mewakili jam kerja dan

hari Sabtu mewakili hari libur kerja. Pemilihan waktu survei dilakukan pada kondisi arus lalu lintas jam-jam sibuk seperti pagi hari yang dimulai pada pukul 06.00 wib s/d 10.00 wib, pada siang hari dimulai pada pukul 11.00 wib s/d 14.00 wib, dan sore hari dimulai pada pukul 16.00 wib s/d 19.00 wib.

2.2. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dari hasil survei yang telah dilakukan pada persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti Kota Pekanbaru. Adapun data yang akan diambil ialah:

1. Data lalu lintas: merujuk pada informasi yang terkait dengan pergerakan kendaraan atau orang di suatu wilayah atau jalan. Data ini bisa mencakup berbagai informasi, seperti jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik dalam periode waktu tertentu, kecepatan rata-rata kendaraan, jenis kendaraan yang melintas, pola lalu lintas sepanjang hari dan lain sebagainya.
2. Data geometrik jalan merujuk pada informasi yang terkait dengan karakteristik fisik dan geometris dari suatu jalan atau ruas jalan. Data ini mencakup berbagai elemen seperti lebar jalan, radius tikungan, elevasi jalan, perubahan elevasi, jarak antara persimpangan, jumlah lajur, dan lain sebagainya.

2.3. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi dari instansi pemerintah yang relevan dengan penelitian ini. Data sekunder digunakan untuk melengkapi kinerja data asli. Data sekunder yang dibutuhkan adalah data statistik penduduk Kota Pekanbaru yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru tahun 2024 [10].

2.4. Metode Penyusunan Data

Penyusunan data volume dilakukan berdasarkan periode waktu dengan interval 20 menit, masing-masing kendaraan dihitung jumlahnya sesuai dengan arah pergerakan lurus, belok kiri, dan kanan (sesuai dengan pembagian dalam satuan kendaraan sedang, mobil penumpang dan sepeda motor). Dari hasil analisa ini nantinya bisa di dapat kesimpulan dan solusi yang akan diambil untuk penanganan kemacetan pada persimpangan tersebut. Data-data yang diperlukan untuk menganalisa kapasitas dan tundaan pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti yaitu:

1. Data volume lalu lintas setiap lengan persimpangan pada jam sibuk.
2. Data geometri jalan (lebar dan jumlah lajur).
3. Data keadaan lingkungan dan tata guna lahan didaerah persimpangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan perhitungan analisis data, peneliti terlebih dahulu menyajikan data geometrik jalan dan data jumlah penduduk. Tujuan penyajian data ini adalah untuk memperoleh data yang dapat mendukung proses analisis lebih lanjut. Selanjutnya analisis perhitungan dilakukan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023) [11].

3.1. Data Geometri

Pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti, di mana Jalan Air Hitam memiliki 2 jalur dan 4 lajur serta adanya median pemisah ditengah jalan tersebut, sementara Jalan Garuda Sakti memiliki 2 jalur dan 2 lajur tanpa median. Berikut lebar jalan dan median pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti.

1. Jalan Air Hitam memiliki lebar jalan per lajur 3,86 meter dan median di Jalan Air hitam memiliki lebar 2,80 meter, jadi total lebar jalan pada Jalan Air Hitam dengan adanya median yaitu 18,24 meter.
2. Jalan Garuda Sakti dari arah Timur memiliki lebar jalan per lajur 3,92 meter, jadi total lebar Jalan Garuda Sakti dari arah Timur yaitu 7,84 meter.

Jalan Garuda Sakti dari arah Barat memiliki lebar jalan per lajur 3,92 meter, jadi total lebar Jalan Garuda Sakti dari arah Barat yaitu 7,84 meter.

3.2. Sub Section 2

Untuk menentukan faktor koreksi ukuran kota (Fuk), peneliti mengumpulkan data jumlah penduduk kota pekanbaru yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2024. Tabel data jumlah penduduk Kota Pekanbaru tahun 2024 dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tahun	Jumlah Penduduk
2020	983.182 Jiwa
2021	1.143.359 Jiwa

2022	994.585 jiwa
2023	1.007.540 jiwa
2024	1.020.308 jiwa

3.3. Analisa Data Lalu Lintas

Analisis dilakukan berdasarkan data volume lalu lintas maksimum yang tercatat pada hari Senin, 4 November 2024 16.00-17.00 dengan total kendaraan 10683 kendaraan/jam. Perencanaan dilaksanakan dengan metode 2 Fase dan 3 Fase untuk menentukan fase yang layak.

Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Dari Hasil Survei

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan(jam)	EMP untuk tipe terlawan	Qtotal (SMP/jam)
Mobil Penumpang (MP)	210	1	210
Kendaraan Sedang (KS)	30	1,3	39
Sepeda Motor (SM)	298	0,4	119,2

Tahap-tahap perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hitung volume lalu lintas total pada masing-masing pendekatan dari volume lalu lintas maksimum yang didapat:

$$\begin{aligned} Q_{total} S &= 648,1 \text{ smp/jam} \\ Q_{total} T &= 1061,8 \text{ smp/jam} \\ Q_{total} B &= 1024,2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Rasio kendaraan berbelok yang terjadi pada masing-masing pendekatan, rumus perhitungan yang digunakan berdasarkan persamaan 3.1 dan persamaan 3.2. Berikut perhitungan rasio kendaraan berbelok pada masing-masing pendekatan:

$$\begin{aligned} R_{BK_i} S &= \frac{Q_{BK_i/BK_iT}}{Q_{total}} = \frac{661,3}{648,1} = 1,02 \\ R_{BK_a} S &= \frac{Q_{BK_a}}{Q_{total}} = \frac{648,1}{648,1} = 1,00 \\ R_{BK_i} T &= \frac{Q_{BK_i/BK_iT}}{Q_{total}} = \frac{713,2}{1061,8} = 0,67 \\ R_{BK_a} T &= \frac{Q_{BK_a}}{Q_{total}} = \frac{1061,8}{1061,8} = 1,00 \\ R_{BK_i} B &= \frac{Q_{BK_i/BK_iT}}{Q_{total}} = \frac{637,9}{1024,2} = 0,62 \\ R_{BK_a} B &= \frac{Q_{BK_a}}{Q_{total}} = \frac{1024,2}{1024,2} = 1,00 \end{aligned}$$

3. Arus jenis dasar (J_0)

Nilai arus jenuh dasar (J_0) ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.3. Berikut perhitungan nilai arus jenuh dasar pada masing-masing pendekatan:

$$(J_0) = 600 \times L_E$$

4. Faktor koreksi belok kiri (F_{BK_i})

Faktor koreksi belok kiri ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri. Maka perhitungan faktor koreksi belok kiri ditentukan menggunakan persamaan 3.5 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{BK_i} &= 1,0 + R_{BK_i} \times 0,16 \\ F_{BK_i} S &= 1,0 + 1,02 \times 0,16 = 1,16 \\ F_{BK_i} T &= 1,0 + 0,67 \times 0,16 = 1,10 \\ F_{BK_i} B &= 1,0 + 0,62 \times 0,16 = 1,09 \end{aligned}$$

5. Faktor koreksi belok kanan (F_{BK_a})

Faktor koreksi belok kiri ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kanan. Maka perhitungan faktor koreksi belok kiri ditentukan menggunakan persamaan 3.6 dapat dihitung sebagai berikut:

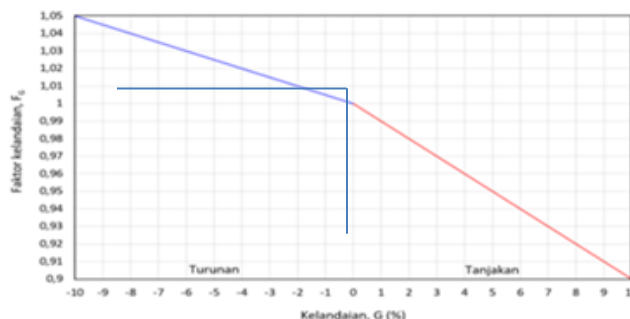
$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26$$

$$F_{BKa} S = 1,0 + 1,00 \times 0,26 = 1,26$$

$$F_{BKa} T = 1,0 + 1,00 \times 0,26 = 1,26$$

$$F_{BKa} B = 1,0 + 1,00 \times 0,26 = 1,26$$

6. Berdasarkan pengamatan dilapangan nilai faktor koreksi untuk kelandaian (F_G) dianggap 1 dikarenakan jalan dipersipangan datar. Berikut Grafik untuk faktor koreksi untuk kelandaian (F_G) bisa dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Faktor Koreksi untuk kelandaian

7. Dalam pengamatan dilapangan nilai frekuensi hambatan samping sebesar 253. Rasio kendaraan tak bermotor (R_{KTB}) pada persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti dapat dihitung berdasarkan persamaan 3.4. Maka rasio kendaraan tak bermotor dapat dihitung sebagai berikut:

$$(R_{KTB}) = Q_{KTB} / Q_{KB}$$

$$(R_{KTB}) = 87 / 166$$

$$(R_{KTB}) = 0,75$$

8. Hambatan samping (F_{HS})
Dikategorikan sedang pada tipe lingkungan komersial. Maka nilai F_{HS} didapat 0,75.

Tabel 3 Hambatan samping

Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	FHS untuk nilai RKTB		
		0,15	0,20	0,25
Komersial	Tinggi	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	0,85	0,80	0,75

9. Untuk nilai faktor koreksi ukuran kota (F_{UK}) didapat dari Tabel 2.11 yaitu berdasarkan jumlah penduduk pekanbaru sebanyak 1 juta jiwa tergolong besar karena jumlah penduduk diantara 1,0 – 3,0 penduduk (juta).
10. Arus jenuh (J)
Untuk menghitung nilai arus jenuh digunakan persamaan 3.7. Adapun contoh perhitungan arus jenuh pada setiap pendekatan sebagai berikut:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_{BKi} \times F_{BKa}$$

$$J_S = 2316 \times 0,75 \times 1,00 \times 1 \times 1,16 \times 1,26 = 2538,80 \text{ smp/jam}$$

$$J_T = 2352 \times 0,75 \times 1,00 \times 1 \times 1,10 \times 1,26 = 2444,90 \text{ smp/jam}$$

$$J_B = 2352 \times 0,75 \times 1,00 \times 1 \times 1,09 \times 1,26 = 2422,68 \text{ smp/jam}$$

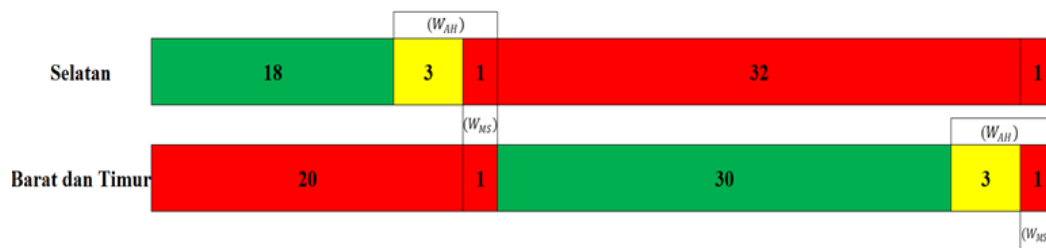
Setelah hasil perhitungan didapat, nilai Q_{total} dan arus jenuh (J) diatas akan digunakan dalam perhitungan 2 Fase dan 3 fase.

Tabel 4 Rasio arus simpang 2 fase

Pendekat	Volume (Q)	Arus Jenuh (J)	Rasio Arus Simpang $R_{Q/J}$	W_H	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)
S	648,1	2538,80	0,26	18	771,97	0,83
T	1061,8	2444,90	0,43	30	1333,58	0,79
B	1024,2	2422,68	0,42	30	1321,46	0,77
$\sum R_{Q/J} = 0,69$						

Tabel 5 Rekapitulasi perhitungan 2 fase

Pendekat	waktu hijau per fase (det)	Derajat Kejenuhan (Dj)	Panjang Antrian (PA)	Waktu Siklus penuh (det)
S	18	0,83	51,88	55
T	30	0,79	72,85	
B		0,77	70,10	



Gambar 3. Diagram waktu sinyal 2 fase

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan traffic light pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti di Kota Pekanbaru dengan menggunakan metode PKJI 2023. Berdasarkan hasil analisis, pengaturan dengan 2 fase lebih layak diterapkan di persimpangan ini. Hal ini dikarenakan waktu siklus yang diperoleh adalah 55 detik, yang berada dalam rentang waktu siklus layak yaitu 40 hingga 80 detik, serta memiliki derajat kejenuhan 0,80, yang masih berada di bawah batas maksimum 0,85. Dengan demikian, sistem 2 fase dinilai lebih efektif dalam mengatur arus lalu lintas dan meningkatkan kelancaran serta keselamatan pengguna jalan di persimpangan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggraini, M., Irawan, E., dan Winayati, W., 2021. Perencanaan Traffic Light Simpang Empat Jl. Hr Soebrantas Panam – Jl. Raya Pekanbaru – Jl. Kubang Raya – Jl. Garuda Sakti Kota Pekanbaru. Racic : Rab Construction Research, 6(1), 12–21. R. Arulmozhiyal and K. Baskaran, "Implementation of a Fuzzy PI Controller for Speed Control of Induction Motors Using FPGA," *Journal of Power Electronics*, vol. 10, pp. 65-71, 2010.
- [2] Anggraini, R. A., Sinaga, Y. E., Lestari, F., Pramita, G., dan Kastamto, K., 2022. Evaluasi Simpang Tak Bersinyal Dan Perencanaan Apill. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 3(02), 32.
- [3] Fazlurahman, I., 2019. Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Ir. H. Juanda – Raya Bogor). *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(1), 284–289.
- [4] Hutabarat, S., Lubis, F., dan Saleh, A., 2020. Perencanaan Traffic Light pada Persimpangan Jalan Garuda Sakti - Jalan Melati - Jalan Binawidya Kota Pekanbaru. *Jurnal Teknik*, 14(2), 193–202.
- [5] Kurniati, T., Latif, A., dan Putri, E. E., 2020. Evaluasi dan Perencanaan Lampu Lalu Lintas Pada Simpang Jalan Syekh Umar Khalil-Bypass Kota Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(1), 49.
- [6] Nasmirayanti, R., 2019. Perencanaan Ulang Pengaturan Fase Alat Pengatur Lalu Lintas Pada Persimpangan Bersinyal Di Persimpangan Jl. Jend. Sudirman – Kis Mangun Sarkoro. *Rang Teknik Journal*, 2(1).
- [7] PKJI, 2023., Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Kementerian PUPR, 2(21), 352.
- [8] Royan, N., 2015. Analisa Perencanaan Traffic Light di Persimpangan Bandara SMB II Palembang. *Jurnal Berkala Teknik*, 5(2), 837–855.
- [9] Tuda, F. A., Timboeleng, J. A., dan Palenewen, S. C. N., 2018. Perencanaan Lampu Pengatur Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Maramis dan Jalan Ring-Road Ii Menggunakan Metode Mjki 1997. 6(10), 759–770.
- [10] Wirianata, A. D., AS, S., dan Sumiyattinah., 2015. Perencanaan Traffic Light Pada Simpang Jalan. 1–10.