

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS WAKTU *FIXED-TIME TRAFFIC CONTROL* DAN *ACTUATED TRAFFIC CONTROL* DALAM PENGURAIAN KEMACETAN

Rizky Pradana¹⁾, Indah Puspasari Handayani²⁾

^{1,2} Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jl. Ciledug Raya – DKI Jakarta
Co Responden Email: indah.puspasari@budiluhur.ac.id

Abstract

Article history

Received 06 Aug 2023

Revised 18 Aug 2023

Accepted 11 Sep 2023

Available online 22 Nov 2023

Keywords

Traffic,
ATC,
FTC,
FMCDM

Problems from time to time have always been the focus of the government to always find a way out for traffic jams in DKI Jakarta, especially in urban areas. Even though the government has improved public transportation modes, it seems that people still feel comfortable and safe using their private vehicles. There are many factors that cause congestion, for example incorrect procedures and time limits contained in traffic lights. Therefore, the purpose of this research is to determine the best way to reduce congestion that can affect the economy due to the increase in transportation costs. This problem can be overcome by installing traffic lights which are input using the FTC (Fixed-time Traffic Control) method with a consistent timing pattern or the ATC (Actuated Traffic Control) method which has the correct procedure pattern and time limits. By comparing the effectiveness and efficiency values of the two methods of implementing traffic models, namely the FTC (Fixed-time Traffic Control) or ATC (Actuated Traffic Control) models, the results of testing the effectiveness of the FTC were 39% and ATC were 61%, as well as from the survey results using a questionnaire using the FMCDM (Fuzzy Multi Criteria Decision Making) method which was distributed to 54 samples, ATC has a value of 43.4% higher than FTC. So, from this comparison it can be concluded that ATC is superior to FTC in solving congestion.

Abstrak

Riwayat

Diterima 06 Agu 2023

Revisi 18 Agu 2023

Disetujui 11 Sep 2023

Terbit online 22 Nov 2023

Kata Kunci

Lalu lintas,
ATC,
FTC,
FMCDM

Permasalahan dari masa ke masa yang selalu menjadi fokus pemerintah untuk selalu mencari jalan keluar untuk kemacetan di DKI Jakarta, terutama di daerah perkotaan. Meskipun pemerintah sudah memperbaiki moda transportasi umum, nampaknya masyarakat masih merasa nyaman dan aman dengan menggunakan kendaraan pribadi yang mereka miliki. Banyak sekali faktor yang menyebabkan kemacetan, misalnya *incorrect procedure* dan *time limit* yang terdapat pada lampu lalu lintas. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah menentukan cara terbaik untuk mengurangi kemacetan yang dapat mempengaruhi perekonomian karena lonjakan kenaikan biaya transportasi. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemasangan lampu lalu lintas yang di *input* metode FTC (*Fixed-time Traffic Control*) dengan pola *consistent timing* atau metode ATC (*Actuated Traffic Control*) yang memiliki pola *correct procedure* dan *time limit*. Dengan membandingkan nilai efektifitas dan efisiensi terhadap dua metode penerapan model lalu lintas yaitu model FTC (*Fixed-time Traffic Control*) atau ATC (*Actuated Traffic Control*), hasil pengujian efektifitas FTC mendapatkan 39% dan ATC sebesar 61%, serta dari hasil *survey* menggunakan kuesioner dengan metode FMCDM (*Fuzzy Multi Criteria Decision Making*) yang disebar ke 54 *sample* adalah ATC mempunyai nilai 43,4% lebih tinggi dibandingkan FTC. Maka, dari perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa ATC lebih unggul dari pada FTC dalam penguraian kemacetan.

PENDAHULUAN

DKI Jakarta yang merupakan ibukota dari negara Indonesia dengan luas 661,5 km²

memiliki kepadatan penduduk melebihi 10,67 juta jiwa (Ratnaningtyas et al., 2021). Jumlah penduduk ini akan terus bertambah dari masa ke masa, mengingat DKI Jakarta memiliki

JIKA | 440

aktivitas perekonomian yang tinggi, pemerintahan, politik, pendidikan, kebudayaan dan juga memiliki sarana kesehatan yang terbilang paling baik di Indonesia (Sulastio et al., 2021). Tentu saja dibutuhkan *derived demand* yang dapat mendukung aktivitas-aktivitas tersebut, berupa transportasi sebagai sarana perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat tujuan (Ali & Abidin, 2019). Namun dengan meningkatnya mobilitas transportasi, kepadatan pada area lalu lintas juga menjadi masalah yang berkelanjutan bagi pemerintah, bahkan belum dapat ditemukannya solusi yang bisa menjawab keluhan-keluhan masyarakat secara menyeluruh sampai saat ini dan diakui sebagai masalah klasik terbesar untuk mewujudkan kota *modern* yang nyaman, aman dan makmur (Prisgunanto, 2019).

Kemacetan merupakan masalah umum yang sering timbul di beberapa wilayah yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, terlebih dengan adanya penempatan perkantoran, industri dan, perdagangan dan jasa komersial yang terpusat seperti pada wilayah DKI Jakarta. Faktor dari terciptanya kemacetan meliputi melampaui kapasitas jalan, kecelakaan, perbaikan jalan, bencana alam (banjir dan longsor), *panic attack* (menghadapi sirene tsunami), pelanggaran lalu lintas (parkir liar dan pemakai jalan tidak mentaati peraturan lalu lintas), pasar tumpah dan peraturan lampu lalu lintas yang tidak mengikuti tinggi rendahnya arus lalu lintas (Haryono et al., 2018). Sangat disayangkan karena kemacetan lalu lintas ini juga memberi dampak pada perekonomian karena lonjakan kenaikan biaya transportasi (Fadhli & Widodo, 2019). Walaupun pemerintah sudah berupaya melakukan pengembangan *public transportation* dengan tujuan menghubungkan antar satu wilayah dengan wilayah lainnya (Ilham, 2019), namun masyarakat yang berwilayah di DKI Jakarta pada umumnya lebih menyukai berpergian menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan dengan *public transportation*, dengan alasan kenyamanan, waktu tempuh lebih lama dan melebihi kapasitas (Sitanggang & Saribanon, 2018).

Dalam mengurangi kemacetan, pemerintah provinsi DKI Jakarta memberlakukan pembatasan kendaraan

dengan metode ganjil-genap yang diterapkan pada hari Senin sampai Jum'at mulai dari pukul 06.00 - 10.00 WIB dan 16.00 – 21.00 WIB yang terlampir dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 88 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Peraturan Gubernur Nomor 155 Tahun 2018 Tentang Pembatasan Lalu Lintas Dengan Sistem Ganjil-Genap, dengan pengecualian ganjil-genap meliputi kendaraan bertanda khusus yang membawa penyandang disabilitas, *ambulances*, pemadam kebakaran, angkutan umum berplat kuning, kendaraan listrik, motor, kendaraan pengangkut bahan bakar minyak atau gas, kendaraan pimpinan Lembaga Tinggi Negara Republik Indonesia, kendaraan dinas operasional berplat merah, TNI dan POLRI, serta kendaraan pimpinan dan pejabat negara asing dan lembaga internasional yang menjadi tamu negara (PerGub DKI Jakarta, 2019). Adapun penetapan ruas jalan sebagai kawasan ganjil-genap adalah sebagai berikut:

- a. Jalan Pintu Besar Selatan
- b. Jalan Gajah Mada
- c. Jalan Hayam Wuruk
- d. Jalan Majapahit
- e. Jalan Medan Merdeka Barat
- f. Jalan M.H. Thamrin
- g. Jalan Jenderal Sudirman
- h. Jalan Sisingamangaraja
- i. Jalan Panglima Polim
- j. Jalan Fatmawati mulai dari Simpang Jalan Ketimun 1 sampai dengan Simpang Jalan TB Simatupang
- k. Jalan Suryopranoto
- l. Jalan Balikpapan
- m. Jalan Kyai Caringin
- n. Jalan Tomang Raya
- o. Jalan Jenderal S. Parman mulai dari Simpang Jalan Tomang Raya sampai dengan Jalan Gatot Subroto
- p. Jalan Gatot Subroto
- q. Jalan M.T. Haryono
- r. Jalan H.R. Rasuna Said
- s. Jalan D.I. Panjaitan
- t. Jalan Jenderal A. Yani mulai dari Simpang Jalan Bekasi Timur Raya sampai dengan Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan
- u. Jalan Pramuka
- v. Jalan Salemba Raya Sisi Barat
- w. Jalan Salemba Raya Sisi Timur mulai dari Simpang Jalan Paseban Raya sampai dengan Simpang Jalan Diponegoro

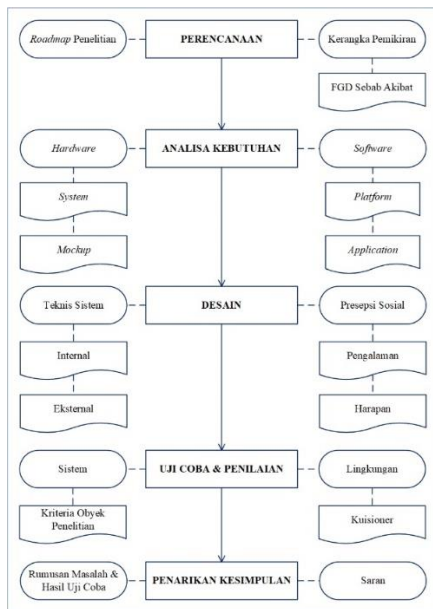
- x. Jalan Kramat Raya
- y. Jalan St. Senen
- z. Jalan Gunung Sahari

Dengan peraturan ganjil-genap diharap dapat mengurangi jumlah kendaraan yang pada kenyataannya tidak sanggup ditampung oleh ruas jalan dengan mengajak masyarakat untuk berpindah ke *public transportation* atau mengarahkan pengendara untuk melewati jalan yang lainnya, sehingga tidak terjadi kepadatan pada kawasan ganjil-genap (Fadhli & Widodo, 2019). Namun, kemacetan yang timbul tidak hanya sebatas pada jalan arteri, tetapi juga pada jalan-jalan menuju jalan arteri, seperti jalan kolektor dan jalan lokal. Jika diamati, banyak aktivitas kegiatan yang awalnya berasal dari jalan lingkungan dan kemudian menempuh jalan lokal dan berkumpul di jalan kolektor, untuk selanjutnya menuju jalan-jalan arteri perkotaan untuk beraktivitas. Pada jalan-jalan lokal maupun jalan-jalan kolektor, tentunya banyak terdapat persimpangan jalan, yang pada hakekatnya, di setiap persimpangan jalan tersebut pasti terdapat lampu lalu lintas yang merupakan rangkaian lampu (merah, kuning dan hijau) yang digunakan digunakan sebagai pengendali dan pengatur arus lalu lintas (Dewi, 2021). Masalah yang timbul pada persimpangan jalan ini salah satunya adalah konflik gerak kendaraan terjadi karena arus lalu lintas dari masing-masing arus simpang saling bertemu di ruang dan waktu yang sama (Prayitno, 2022).

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kemacetan pada persimpangan yang memiliki lampu lalu lintas di dalamnya antara lain *incorrect procedure* dan *time limit*. Pada faktor *incorrect procedure* kemacetan biasa terjadi pada lampu lalu lintas yang menyala bersamaan antara utara dengan selatan dan barat dengan timur, dalam arti bahwa dalam persimpangan tersebut lampu merah pada jalur satu berjalan bersamaan dengan lampu merah pada jalur lainnya, sehingga saat lampu hijau menyala, maka akan terjadi bentrok di persimpangan tersebut. Selanjutnya pada faktor *time limit* hal ini sering terjadi pada persimpangan yang padat dan lengang pada jam-jam tertentu. Contoh masalah yang terjadi adalah, pada suatu persimpangan jalan, terdapat lampu lalu lintas yang di atur untuk menyala secara konsisten, dalam arti

pengaturan yang dilakukan baik pada pagi, siang, sore ataupun malam memiliki waktu pergantian yang konsisten dan konstan, sedangkan pada persimpangan tersebut, pada jam pagi, dari arah A menuju arah B, memiliki beban kapasitas kendaraan yang besar, sedangkan dari arah B menuju arah A memiliki beban kapasitas kendaraan yang sedikit, tetapi mode pergantian lampu pada jalur A dan jalur B memiliki batasan waktu yang sama. Sehingga menjadikan efektifitas perpindahan beban kapasitas kendaraan tidak seimbang. Berdasarkan kedua masalah tersebut, solusi yang ditawarkan adalah pembuatan *prototype Actuated Traffic Control (ATC)*, yaitu membuat suatu mekanisme sistem lampu lalu lintas dengan menggunakan metode *time limit* dan *correct procedure* yang terintegrasi antara satu sistem lampu dengan sistem lampu lainnya pada suatu persimpangan, sehingga menghasilkan model yang mengusung nilai efektifitas dari penerapan sistem nantinya (Febrian, 2014). Selain itu, dalam penelitian ini juga akan dibuat sistem *Fixed-time Traffic Control (FTC)*, yaitu sistem lampu lalu lintas terintegrasi dengan pola *consistent timing* guna mengetahui perbandingan dari konsumsi listrik yang digunakan oleh kedua sistem tersebut (Lopez et al., 2020). Selain itu, pembuatan FTC dan ATC juga digunakan sebagai alat demonstrasi kepada sampel dari populasi pengguna jalan, untuk mengetahui nilai efektifitas dari penerapan dua macam sistem terintegrasi tersebut. Untuk memperoleh nilai efisiensi ini akan digunakan metode *Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM)* karena mampu menyeleksi beberapa alternatif dan kriteria (Murti & Salamudin, 2019).

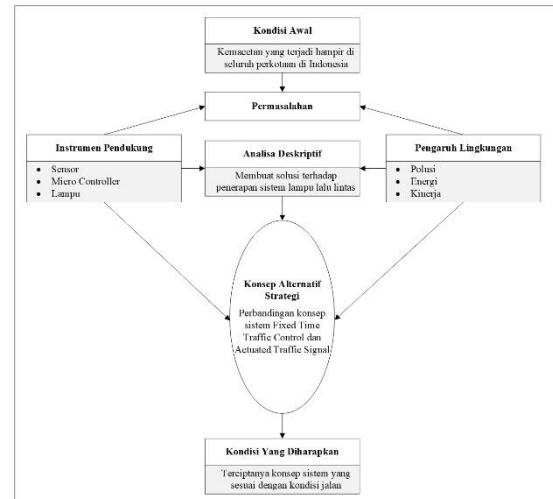
METODE PENELITIAN



Gambar 1. *Prototype method*

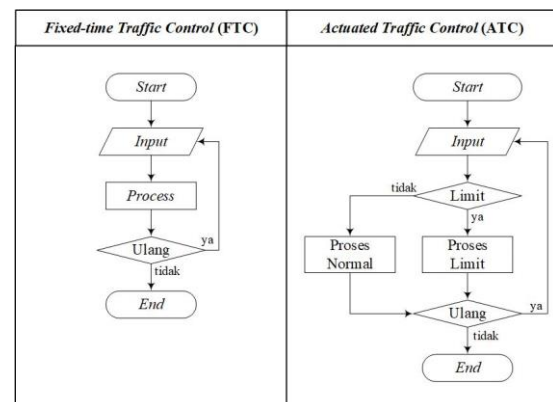
Gambar 1 yaitu tahapan metode penelitian yang dilakukan terdiri dari perencanaan, yaitu melihat dari roadmap dan kerangka pemikiran serta FGD terhadap sebab dan akibat dari penelitian ini. Selanjutnya adalah analisa kebutuhan yang terdiri dari penentuan hardware dan software yang digunakan. Ketiga adalah pembuatan desain tentang teknis sistem dan persepsi sosial terhadap desain yang dibuat. Tahap keempat adalah ujicoba dan penilaian terhadap sistem dan lingkungan. Terakhir adalah tahap penarikan kesimpulan.

Metode yang diterapkan adalah metode *prototype*. Metode *prototype* diterapkan ini karena mampu memahami segala kebutuhan secara nyata dan dapat merepresentasi pemodelan SDLC yang akan dibuat (Fridayanthie et al., 2021), dimana tertera pada gambar 1 dimulai dari perencanaan dengan membuat *roadmap* penelitian dan kerangka pemikiran yang tertera pada gambar 2, dimana dilandasi dengan diskusi dan studi literature, dilanjutkan dengan proses analisa kebutuhan, desain, ujicoba & penilaian, sampai kepada penarikan kesimpulan pada proses terakhirnya.



Gambar 2. Kerangka pemikiran

Gambar 2 menceritakan tentang kerangka pemikiran yang dilakukan untuk penentuan penelitian. Pertama adalah menentukan instrumen pendukung yang punya keterkaitan terhadap permasalahan dengan kondisi awal serta konsep alternatif strategi yang menjadi tolak ukur terhadap kondisi yang diharapkan serta pengaruh lingkungan juga sebagai acuan terhadap analisis deskriptif yaitu membuat solusi terhadap penerapan sistem lampu lalu lintas yang sesuai.



Gambar 3. *Flow chart* FTC dan ATC

Gambar 3 pada *flow chart* FTC proses algoritma berjalan normal dengan pola integrasi sistem pada setiap tiang lampu lalu lintas dan proses perulangan dilakukan secara sekuensial dan berkesinambungan. Pada ATC pemeriksaan waktu dilakukan setelah *input*, apabila termasuk pada waktu yang telah ditentukan maka proses eksekusi pada lampu lalu lintas akan disesuaikan dengan pola padat-lengah, dimana proses limit akan membaca bahwa satu waktu yang ditentukan untuk

diperpanjang durasi lampu hijau pada salah satu ruas dan mempersingkat lampu merah menyala pada ruas tersebut, sampai pada durasi waktu untuk perulangan yang ditentukan.

Penentuan *sample* dilakukan dengan *convenience sampling*, berdasarkan pada kemudahan peneliti, dalam arti mudah ditemui, dinilai cocok dan bersedia menjadi sumber data yang sesuai dengan kriteria yang ditentukan (Sari & Ratnaningsih, 2018), dengan rumus:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

n = Ukuran *sample* yang dibutuhkan

N = Jumlah populasi

e = *Error margin* yang diperkenankan (5% atau 10%)

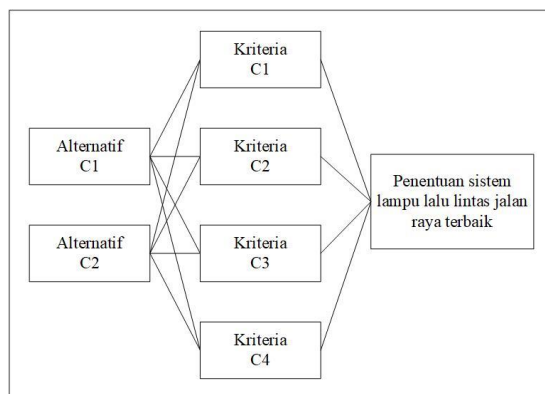
Dari populasi sebanyak 63 orang, dengan menggunakan *error margin* yang diperkenankan sebanyak 5%, sehingga didapat sampel sebanyak 54 orang dari perhitungan dibawah ini:

$$n = \frac{63}{1 + 63(0,05)^2} = 54,43 \approx 54$$

Kriteria yang digunakan untuk penilaian efektivitas, dimana penilaian menggunakan FMCDM tertera pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Kriteria penilaian

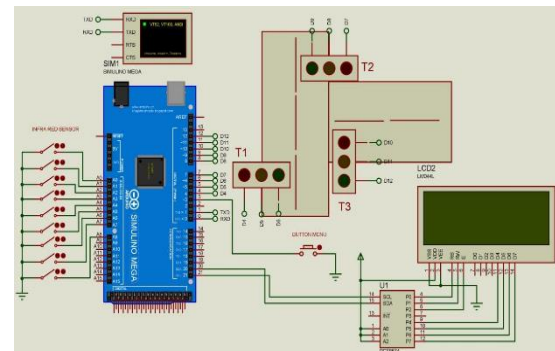
Jenis	Spesifikasi
Kendaraan	Motor/mobil
Luas Jalan	Kapasitas penampung
Persimpangan	Persimpangan dalam area
Waktu	Percepatan kendaraan



Gambar 4. Hierarki FMCDM

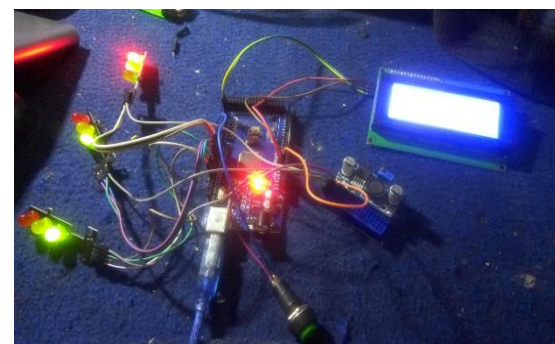
Seperti yang tertera pada gambar 4, dari penilaian terhadap alternatif dan kriteria menjadi ukuran untuk penentuan sistem lampu lalu lintas jalan raya terbaik yang dapat dijadikan sebagai penarikan kesimpulan. Adapun empat kriteria yang direpresentasikan adalah C1 untuk kendaraan (*volume kendaraan*), C2 untuk luas jalan (*kapasitas*), C3 untuk persimpangan (*functionality*) dan C4 untuk waktu (*perpindahan kendaraan*).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5. Rangkaian alat

Rangkaian alat yang tertera pada gambar 5 terdiri dari Arduino mega sebagai mikrokontroler yang menjadi pusat pengendali sistem yang terhubung dengan LCD monitor sebagai *display control* untuk mengetahui proses *input* dan *output* berjalan sesuai ketentuan atau tidak. Kemudian, lampu lalu lintas yang dijadikan sebagai tempat *output* dari sistem serta penggunaan *step down* untuk menjaga *voltase* mikrokontroler dari tegangan yang masuk pada umumnya (220V). Dari rangkaian alat yang direncanakan, kemudian dirakit dalam versi testing seperti yang terlampir pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian fisik

Dari rangkaian fisik, kemudian dibuat simulasi yang dibuat pada penelitian ini adalah

berupa simulasi dari perputaran kerja sistem lampu yaitu membandingkan antara sistem kerja *Fixed-time Traffic Control* (FTC) dan *Actuated Traffic Control* (ATC). Pada simulasi ini perbandingan di titik beratkan pada mode percepatan kendaraan yang melintas, jarak antar kendaraan, jumlah baris kendaraan, panjang antrian, waktu tempuh yang dikonversikan dengan pola 1:10 untuk waktu dan 1:100 untuk area lintasan. Kemudian pada FTC untuk masing-masing lampu hijau dibuat menyala selama 30 detik (dalam Skala) untuk masing-masing *check point*, seperti terlihat pada gambat 7.



Gambar 7. Maket lampu lalu lintas pada persimpangan menggunakan FTC dan ATC

Dilanjutkan dengan pembuatan mekanisme pengujian dari model yang sudah ditentukan.

Tabel 2. Nilai FTC

JK	BK	P	PA	WT
0	1	2,5	5	2
5	2	5	10	4
10	3	7,5	15	6
15	4	10	20	8
20	5	12,5	25	10
25	6	15	30	12
30	7	17,5	35	14
35	8	20	40	16
40	9	22,5	45	18
45	10	25	50	20
50	11	27,5	55	22
55	12	30	60	24
60	13	32,5	65	26
65	14	35	70	28
70	15	37,5	75	30

Keterangan pada tabel 2 adalah sebagai berikut: JK untuk jarak kendaraan (meter), BK untuk baris kendaraan (buah), P untuk percepatan, PA untuk panjang antrian (meter)

dan WT untuk waktu tempuh (detik). Terlihat bahwa pada FTC dari satu kendaraan ke kendaraan yang lainnya dibuat jarak sebesar 5 meter (dalam skala). Pada nyala lampu yang mencapai nyala selama 30 detik setiap pointnya, maka daya tampung setiap perputaran pada satu ruas jalan adalah sepanjang 70 meter/ 30 detik dengan kondisi traffic yang lancar dan jarak antrian 5 meter per kendaraan (vertikal spasial). Pada kurun waktu kurang-lebih satu jam, jarak yang bisa di tampung untuk satu ruas adalah sebesar 2.800 meter dengan daya tampung kendaraan sebesar 600 baris, yang apabila di simulasikan jumlah kendaraan adalah dua kolom, maka daya tampung kendaraan yang bisa dimuat adalah sebesar 1200 kendaraan.

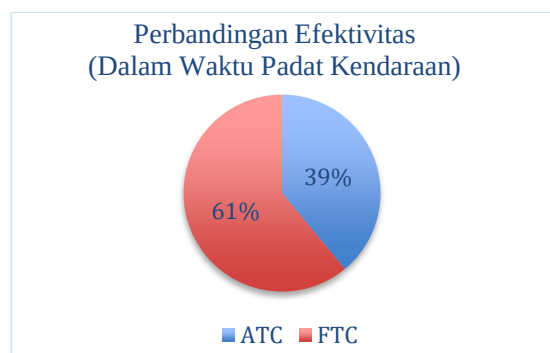
Mode lampu lalu lintas yang kedua, disimulasikan bahwa dalam satuan waktu tertentu, salah satu jalur akan mendapati lampu hijau yang menyala lebih lama dari lampu yang lainnya, yaitu 1:2. Hal ini didasari dari pemikiran bahwa pada jam-jam tertentu ada ruas jalan yang padat karena laju kendaraan dari perumahan yang ada di pinggiran kota menuju tempat bekerja yang ada di pusat kota, seperti yang terjadi di DKI Jakarta. Dalam proses pelaksanaannya dalam satu kali putar untuk ruas yang mengalami perpanjangan waktu lampu hijau menghasilkan jarak sebesar 145 meter yang dapat diselesaikan dengan simulasi pewaktuan normal, dengan jumlah baris kendaraan sebanyak 30 baris. Berdasarkan pada metode tersebut, dalam 1 jam panjang antrian kendaraan yang dapat diatasi adalah sebesar 4.350 meter dengan putaran sebanyak 30 kali. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Nilai ATC

JK	BK	P	PA	WT
0	1	2,5	5	2
5	2	5	10	4
10	3	7,5	15	6
15	4	10	20	8
20	5	12,5	25	10
25	6	15	30	12
30	7	17,5	35	14
35	8	20	40	16
40	9	22,5	45	18
45	10	25	50	20
50	11	27,5	55	22
55	12	30	60	24
60	13	32,5	65	26

65	14	35	70	28
70	15	37,5	75	30
75	16	40	80	32
80	17	40	85	34
85	18	40	90	36
90	19	40	95	38
95	20	40	100	40
100	21	40	105	42
105	22	40	110	44
110	23	40	115	46
115	24	40	120	48
120	25	40	125	50
125	26	40	130	52
130	27	40	135	54
135	28	40	140	56
140	29	40	145	58
145	30	40	150	60

Berdasarkan pada kedua pola tersebut diatas, dilakukan perbandingan, yaitu pada waktu-waktu padat kendaraan. Pemodelannya dilakukan dengan mencontoh kebijakan pemerintah Republik Indonesia, melalui peraturan Daerah di Ibukota Negara, yaitu DKI Jakarta, bahwa jam-jam padat kendaraan dimulai pada pukul 06:00-10:00 untuk waktu pagi dan pukul 16:00-20:00 untuk waktu sore, sehingga dapat dibandingkan untuk metode FTC daya tampung kendaraan yang dapat diselesaikan pada waktu tersebut untuk 1 ruas jalannya adalah sepanjang 11.200 meter, dan untuk metode ATC memiliki keunggulan, yaitu sepanjang 17.400 meter. Sehingga dibanding efektivitas dari kedua metode yang dibandingkan ATC memiliki keunggulan yaitu sebesar 35,63%, dengan perbandingan 39%:61%, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.



Analisa efesiensi terdapat dua alternatif yang digunakan, yaitu FTC dan ATC, dengan kategori keamanan, kenyamanan dan kegunaan yang kemudian dibuatkan standar minimal rating interest adalah B (baik), perolehan nilai kuantitatif didapatkan dari 54

orang yang mengisi kuesioner. Dari perhitungan nilai *fuzzy* menggunakan skala *likert* terlampir pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai Alternatif

Alternatif	y	q	z
A1	0,1250	0,3750	0,7500
A2	0,3333	0,6875	1,0000

Sehingga didapat jumlah perolehan nilai α pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Akhir Alternatif

	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 1$	Jumlah
A1	0,5000	0,6250	0,7500	1,8750
A2	1,0208	1,1042	1,1875	3,3125

Berdasarkan pada nilai yang diperoleh dari dua alternatif tersebut, didapat bahwa untuk nilai efisiensi berdasarkan penilaian oleh pengguna jalan di daerah populasi sampel, dinilai alternatif kedua memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan dengan alternatif pertama dengan perolehan prosentase sebesar 43,4%.

KESIMPULAN

Penggunaan ATC dan FTC pada lampu lalu lintas jalan raya memiliki konsumsi listrik yang sama karena keduanya memiliki perputaran waktu lampu menyala yang sama. Mengadopsi dari kuesioner yang disebar, mendapatkan hasil bahwa ATC memiliki keunggulan sebesar 43,4% lebih tinggi jika dibandingkan dengan FTC. Kemudian dari analisa nilai efektifitas, diperoleh nilai sebesar 61% pada pola penerapan ATC dibandingkan dengan pola penerapan FTC yang memperoleh nilai sebesar 39% dari segi daya tampung kendaraan.

REFERENSI

- Ali, M. I., & Abidin, M. R. (2019). Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Intensitas Kemacetan Lalu Lintas Di Kecamatan Rappocini Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar*, 68–73. <https://ojs.unm.ac.id/semnaslemlit/issue/view/678>
- Dewi, I. L. (2021). Pemodelan Simpang Exit Toll Kebakkramat dengan Sistem Fixed Time Controller dan Semi Actuated Controller Menggunakan Program Simulasi PTV

- VISSIM. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 9(2), 121–126.
<https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i2.53563>
- Fadhli, M. E., & Widodo, H. (2019). Analisis Pengurangan Kemacetan Berdasarkan Sistem Ganjil-Genap. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 2(2), 36–41.
<https://doi.org/10.36870/insight.v2i2.136>
- Febrian, F. (2014). Analisa Perencanaan Penerapan Persimpangan Bersinyal Dinamis (Actuated Traffic Control System) Pada Persimpangan di Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 397–406.
- Fridayanthie, E. W., Haryanto, H., & Tsabitah, T. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web. *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, 23(2), 151–157.
<https://doi.org/10.31294/p.v23i2.10998>
- Haryono, Darunanto, D., & Wahyuni, E. (2018). Persepsi Masyarakat Tentang Kemacetan Lalu Lintas di Jakarta. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 5(3), 277–285. <https://doi.org/10.54324>
- Ilham. (2019). Penentuan Fungsi Jaringan Jalan Sistem Sekunder di Kawasan Perkotaan Studi Kasis Perkotaan Cianjur. *Jurnal Momen*, 02(01), 1–15.
- Jakarta, G. P. D. K. I. (2019). *Perubahan Atas Peraturan Gubernur Nomor 155 Tahun 2018 Tentang Pembatasan Lalu Lintas Dengan Sistem Ganjil-Genap* (hal. 1–4).
- Lopez, A., Jin, W., & Faraque, M. A. Al. (2020). Security Analysis for Fixed-time Traffic Control Systems. *Transportation Research Part B: Methodological*, 139, 473–495.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trb.2020.07.002>
- Murti, W., & Salamudin. (2019). Analisis Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Siswa Baru Menggunakan Metode FMCDM (Studi Kasus: di SMA Negeri 1 Simpang). *Seminar Hasil Penelitian Vokasi (SEMHAVOK) Universitas Bina Darma Palembang*, 10–21.
- Prayitno, M. (2022). Pengaturan Simpang Bersinyal di Area Contra Flow Bus Lane Kota Surakarta Menggunakan Program Simulasi PTV VISSIM. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 111–115.
- Prisgunanto, D. I. (2019). *Aplikasi Teori Dalam Sistem Komunikasi di Indonesia*. Kencana (Prenadamedia Group).
- Ratnaningtyas, H., Nurbaeti, Asmaniaty, F., & Bilqis, L. D. R. (2021). Berwisata ke Kota Jakarta dengan Kemacetannya. *Jurnal Manajemen Perhotelan dan Pariwisata*, 4(2), 58–66.
- Sari, S. L., & Ratnaningsih, I. Z. (2018). Hubungan Antara Kontrol Diri Dengan Intensi Cyberloafing Pada Pegawai Dinas X Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Empati*, 7(4), 226–232.
- Sitanggang, R., & Saribanon, E. (2018). Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan di DKI Jakarta. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik (JMBTL)*, 4(3), 289–296.
- Sulastio, B. S., Anggono, H., & Putra, A. D. (2021). Sistem Informasi Geografis Untuk Menentukan Lokasi Rawan Macet di Jam Kerja Pada Kota Bandarlampung Pada Berbasis Android. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(1), 104–111.
<http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>